

ISSN 1994-9960

2020



ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.

Серия **ЭКОНОМИКА**

Том 15. № 3

Vol. 15. No. 3

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

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

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

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

Нистор Р.Л., 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

Рейс Меркадо П., PhD in Managerial Sciences, проф. факультета экономики и бизнеса, Университет Ануаку, Мехико, Мексика

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

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

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

Нижнегородцев 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 ученый 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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Балашова 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, ФГБУН «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

2020. Vol. 15. No. 3

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, 2020

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

Domoshnitsky A.L., 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

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

Reyes Mercado P., PhD in Managerial Sciences, Full professor of the Faculty of Economics and Business, Anahuac University, Mexico, Mexico

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

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

Kuznetsov Yu.A., Doctor of Fiscal 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

Ermolov 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

Letchikov 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

Suglobov 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

Tretiakova 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

Веретенникова А.Ю. 329
Влияние цифровизации институциональной среды на развитие долевого хозяйства

Анохов И.В. 344
Внутрифирменный феодализм и риски его усиления в условиях цифровизации хозяйства

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Шимановский Д.В., Третьякова Е.А. 369
Моделирование социо-эколого-экономических взаимосвязей как способ оценки устойчивого развития регионов РФ

Роголин Р.С., Мазелис Л.С. 385
Алгоритм и математическая модель формирования устойчивых цепочек поставок древесного сырья из регионов России: сравнение и анализ

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

Карпов В.В., Чупин Р.И., Харламова М.С. 405
Структурные изменения в энергетической отрасли России: оценка и межстрановые сравнения

РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, АУДИТА И ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Котова К.Ю., Лаптева А.А. 423
Мировой опыт и перспективы применения методов стратегического учета в деятельности российских банков

Травкина Е.В. 445
Совершенствование прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков при мониторинге кредитного риска в коммерческих банках с учетом международного и российского опыта

CONTENTS

SECTION I. ECONOMIC THEORY

Veretennikova A.Y.

The impact of the institutional environment digitalization on the sharing economy development 329

Anokhov I.V.

Intra-firm feudalism and the risks of its digital amplification 344

SECTION II. ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING

Shimanovsky D.V., Tretiakova E.A.

Modeling social ecological economic relations as an assessment method for sustainable development of regions in the Russian Federation 369

Rogulin R.S., Mazelis L.S.

Algorithm and mathematical model of supply chain management for raw wood from the regions in Russia: Comparison and analysis 385

SECTION III. ENTERPRISE ECONOMY AND MANAGEMENT OF ENTERPRISES,
ORGANIZATIONS, BRANCHES, COMPLEXES**Karpov V.V., Chupin R.I., Kharlamova M.S.**

Structural changes in the energy industry of Russia: Assessment and international comparisons 405

SECTION IV. CURRENT ISSUES OF ACCOUNTING, AUDITING AND
ECONOMIC ANALYSIS**Kotova X.Yu., Lapteva A.A.**

Global practices and prospects of strategic accounting methods for the Russian banks 423

Travkina E.V.

Improved forecast assessment for the expected credit losses in credit risk monitoring in commercial banks in the context of international and Russian practices 445

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-329-343

УДК 330.3:004

ББК 65+32.973-018.2

JEL Code P4, P5, Q01, D02

**ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ
НА РАЗВИТИЕ ДОЛЕВОЙ ЭКОНОМИКИ****Анна Юрьевна Веретенникова**ORCID ID: [0000-0003-1808-7856](https://orcid.org/0000-0003-1808-7856), Researcher ID: [N-4275-2016](https://orcid.org/N-4275-2016), e-mail: vay_uiec@mail.ruИнститут экономики Уральского отделения Российской академии наук
(Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29)

Распространение долевого бизнеса и рост интереса к данной концепции вызван трансформацией моделей ведения бизнеса, что обусловлено перераспределением значимости экономических, социальных и экологических целей потребителей, производителей и поставщиков товаров и услуг. Особое значение приобретают институциональные факторы ведения бизнеса. Вместе с тем активное внедрение цифровых технологий стало катализатором трансформации норм и правил, лежащих в основе транзакций между экономическими агентами различных уровней. Целью данного исследования является определение влияния процесса цифровизации институциональной среды на развитие долевого бизнеса как основы для ее дальнейшего регулирования. Новизна исследования состоит в выявлении закономерностей развития долевого бизнеса в условиях цифровизации институциональной среды. В статье охарактеризованы различные аспекты изучения долевого бизнеса, раскрыты узкая и широкая трактовки исследуемой категории, основанные на том, что долевая экономика является частью цифровой и платформенной экономики. Показано, что понятие долевого бизнеса связано с дефинициями «экономика доступа», «платформенная экономика» и «экономика, основанная на сообществах». Идентифицировано два ключевых подхода к изучению долевого бизнеса – технологический, акцентирующий внимание на развитии долевого бизнеса посредством внедрения цифровых технологий, и социально-экономический, предполагающий трансформацию правил и норм, регулирующих взаимодействие экономических агентов в данной модели. Методом корреляционно-регрессионного анализа проведена проверка гипотез о влиянии факторов цифровизации институциональной среды, характеризующих неформальные и формальные институты, а также сетевые отношения, на развитие долевого бизнеса. В качестве информационной базы исследования выступили *The European Index of Digital Entrepreneurship Systems (EIDES)* и *The Timbro Sharing Economy Index*. В ходе исследования получена нелинейная регрессионная модель, показывающая значимость и характер влияния развития сетевых отношений и социальных медиа на долевую экономику. Гипотезы о влиянии цифрового компонента формальных и неформальных институтов были опровергнуты. Обоснована необходимость развития инклюзивных институтов регулирования долевого бизнеса, что будет стимулировать решение социальных, экономических и экологических задач в обществе. Теоретическая значимость исследования состоит в расширении положений экономической теории в области исследования трансформации социально-экономических отношений при изменении внешних и внутренних условий и развитии институциональной среды долевого бизнеса. Практическая значимость заключается в возможности использования выводов и рекомендаций исследования для разработки и совершенствования политики регулирования долевого бизнеса на макро-, мезо- и микроуровнях экономики. Полученные в исследовании результаты могут представлять интерес для специалистов, изучающих вопросы трансформации экономических отношений и проблемы формирования и развития долевого бизнеса. Дальнейшие направления исследования будут касаться непосредственно вопросов институционального проектирования долевого бизнеса, а также анализа потенциала ее применения для решения социально значимых задач на различных уровнях хозяйствования.

Ключевые слова: долевая экономика, цифровизация, цифровые платформы, институциональная среда, эконометрическая модель, формальные и неформальные институты, сетевые взаимодействия, платформенная экономика, регулирование долевого бизнеса, институциональное проектирование.

© Веретенникова А.Ю., 2020

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

THE IMPACT OF THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT DIGITALIZATION ON THE SHARING ECONOMY DEVELOPMENT

Anna Y. Veretennikova

ORCID ID: [0000-0003-1808-7856](https://orcid.org/0000-0003-1808-7856), Researcher ID: [N-4275-2016](https://orcid.org/N-4275-2016), e-mail: vay_uiec@mail.ru

Institute of Economics of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences
(29, Moscovskaya St., Yekaterinburg, 620014, Russia)

The spread of the sharing economy and the growing interest to this concept is caused by the transformation of business models, which is due to the redistribution of the importance of the economic, social and environmental goals of consumers, manufacturers and suppliers of goods and services. Institutional factors of doing business have a particular importance. At the same time, the rise of digital technology has become a catalyst for the transformation of the rules and regulations establishing transactions between economic agents of various levels. The aim of this study is to determine the impact of institutional environment digitalization on the sharing economy development as a basis for its further regulation. The novelty of the research lies in identifying regularities in institutional environment digitalization. The article describes various aspects of analyzing the sharing economy, reveals a narrow and broad interpretation of the studied term based on the fact that the sharing economy is a part of the digital and platform economy. It is shown that the sharing economy is also at the intersection of the access economy, platform economy and community-based economy. Two key approaches to sharing economy are defined: technological with the focus on sharing economy driven by the digital technologies and socioinstitutional with the transformations of rules and standards regulating the interaction of economic agents within this model. Correlation-regression analysis is applied to test the hypotheses about the influence of institutional environment digitalization typical for formal and informal institutes, as well as the network relations on the development of the sharing economy. The European Index of Digital Entrepreneurship Systems (EIDES) and The Timbro Sharing Economy Index were used as an information base for the study. The research arrives at a nonlinear regression model showing the significance and impact nature of the development of network relations and social media on the sharing economy. Hypotheses about the influence of the digital component of formal and informal institutions have been refuted. The article justifies the need for the development of inclusive institutes to regulate sharing economy, which will stimulate the solution of social, economic and environmental problems in the society. The theoretical significance of the study lies in expanding the provisions of economic theory in the field of studying the transformation of economic relations under the changes in external and internal socio-economic conditions and the institutional environment development for sharing economy. The practical significance lies in the possibility to apply the conclusions and recommendations to improve socio-economic regulating policy for sharing economy at the macro-, meso- and micro-levels of economy. The results obtained in the research may be of interest to the specialists analyzing the transformation of economic relations and the problems of the formation and development of sharing economy. Further research will relate directly to the issues of institutional design of the sharing economy, as well as the study of the application potential to solve socially significant problems at various levels of management.

Keywords: sharing economy, digitalization, digital platforms, institutional environment, econometric model, formal and informal institutions, networking, platform economics, sharing economy regulation, institutional design.

Введение

Распространение долевой экономики стало ответом на поиск более устойчивой и инклюзивной бизнес-модели, которая позволила бы управлять ресурсами альтернативными способами, минуя традиционные институты [1]. Основное преимущество данной модели состоит в предоставлении доступа к недостаточно используемым товарам и услугам посредством активного применения информационно-коммуникационных технологий [2]. Другими слова-

ми, экономика совместного использования дает потребителям возможность «избегать или, по крайней мере, снижать отходы путем обмена, дарения, аренды, торговли, кредитования и заимствования нескольких недоиспользуемых или нежелательных товаров» [3; 4].

Данная модель позволяет реализовать воспроизводственный процесс, опираясь на тип институтов, регулирующих совместное потребление и использование ресурсов. Ее развитие основано на изменениях как в составе экономических агентов,

участвующих в той или иной транзакции, так и в процедуре взаимодействия между ними [5]. Кроме того, развитие данного направления обусловлено ограниченной доступностью отдельных видов ресурсов, что вызвано их недостаточным объемом для удовлетворения общественных потребностей, а также неэффективным использованием [6]. Однако, опираясь на цифровые технологии, а также эффективное взаимодействие заинтересованных сторон, долевая экономика способна выступить инструментом решения экономических, социальных и экологических задач, основанных на разумном потреблении [7]. Более того, экономико-эпидемиологический кризис, вызванный пандемией коронавирусной инфекции в 2020 г., также повлиял на переосмысление возможностей и потенциала развития долевой экономики, акцентировав внимание исследователей на угрозах и рисках трансформации институциональной среды совместного потребления.

Угрозы и риски формирования и распространения долевой экономики, вызванные прежде всего быстрым внедрением довольно эффективной бизнес-модели, кардинально меняющей нормы и правила взаимодействия между экономическими агентами, стали причиной пристального внимания к особенностям ее развития [8; 9]. При этом довольно стремительное распространение данной модели ставит как перед научным сообществом, так и перед системой государственного управления задачу поиска инструментов встраивания новой экономической модели в существующие институты рыночной экономики [10]. В данных условиях особое значение начинает играть цифровизация экономических процессов не только как одно из условий распространения долевой экономики [11], но прежде всего как источник решения возникающих противоречий, обладающий потенциалом адаптации институтов к новым условиям.

В связи с этим целью данного исследования является определение влияния процесса цифровизации институциональной среды на развитие долевой экономики

как основы для ее дальнейшего регулирования.

В ходе достижения поставленной цели были описаны ключевые подходы к исследованию долевой экономики, проверены гипотезы о влиянии цифрового компонента институциональной среды на развитие долевой экономики, построена эконометрическая модель, демонстрирующая характер данного влияния, подтверждена важность регулирования процессов развития долевой экономики в современных условиях.

Подходы к исследованию долевой экономики

Хотя феномен совместного потребления, лежащий в основе долевой экономики, для мирового сообщества не является новым [12; 13], текущий период ее развития был инициирован стремительным внедрением и распространением цифровых технологий. Обращаясь к научной литературе, отметим, что первые современные работы по данной тематике датированы 2010 г. [13]. Резкий скачок исследований проблем долевой экономики в научной литературе наблюдается с 2015 г. [14]. Отправной точкой развития современного этапа в исследовании долевой экономики принято считать работу *R. Botsman, R. Rogers "What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption"* [13], в которой авторы представляют исторический экскурс развития новой модели отношений. В данной работе подробно описывается, каким образом ежегодная конференция по промышленному дизайну 2007 г., проводимая в Сан-Франциско, инициировала процесс создания прототипа платформы *Airbnb*, способствующей размещению участников в условиях ограниченного количества гостиничных номеров. Авторы также подробно рассматривают особенности данного вида деятельности, систематизируют примеры применения данной концепции и показывают динамику ее распространения и развития в мировой практике [там же].

Обращаясь к сути данного явления, важно показать, что долевая экономика

является зонтичным термином, который включает в себя множество аспектов¹. Для описания данного феномена используются разнообразные термины, в частности долевая экономика, коллаборативная экономика, экономика совместного пользования, платформенная экономика и т. д. Применение смежных терминов обусловлено как особенностями перевода, так и отдельными элементами, составляющими долевую экономику. Например, А. Acquier показывает, что долевую экономику составляют три пересекающихся «организационных ядра» – «экономика доступа», «платформенная экономика» и «экономика, основанная на сообществах». Другими словами, совместное пользование, лежащее в основе данной концепции, предполагает временный доступ к товарам или услугам в противовес праву собственности (т. е. экономика доступа); появление новых практик совместного использования вызвано распространением интернет-платформ (т. е. платформенная экономика); а «совместное пользование» предполагает наличие чувства общности, а не только стремление максимизировать экономическую ценность (т. е. является экономикой, основанной на сообществах) [15].

С. Laurell и С. Sandström [16] отмечают, что, с одной стороны, концепция долевой экономики и связанный с ней термин «совместное потребление» возникли в результате описания онлайн-действий: люди обмениваются контентом, создают совместные энциклопедии, например Википедию, обмениваются файлами и создают программное обеспечение с открытым исходным кодом, руководствуясь сочетанием финансовых и нефинансовых мотивов [17]. С другой стороны, термин «долевая экономика» все больше ассоциируется с формой капитализма на платформе, когда ориентированные на прибыль фирмы создают так называемые двусторонние

рынки [18] и монетизируют взаимодействие между покупателями и продавцами [19].

Следует обратиться к этимологии данного феномена, концентрируя внимание на том, что долевая экономика – это прежде всего экономика сотрудничества. Принцип сотрудничества через цифровые платформы может быть отражен в различных типах взаимодействий, реализуемых в долевой экономике: 1) в *Peer-to-Peer (P2P)* взаимодействии, где участники, минуя посредников, при наличии необходимого уровня доверия способны снижать личные транзакционные издержки [20]; 2) во взаимодействии *Business to Consumer (B2C)*, где потребитель участвует в формировании конечного продукта [21]; 3) во взаимодействии *Business to business (B2B)*, где совместное потребление ресурсов [22], а также эффективно выстроенные сетевые отношения позволяют существенно снижать стоимость производимого товара, а также сокращать негативное воздействие производства на окружающую среду.

Взаимодействие *P2P* позволяет индивидам напрямую делиться своей собственностью с другими лицами (*Airbnb, HomeAway, JustPark*) либо оказывать ту или иную услугу (*Uber, TaskRabbit, BlaBlaCar, EatWith, FreeLancer*). При рассмотрении примеров взаимодействия *B2C* следует упомянуть о таких компаниях, как *ZipCar* и «Делимобиль», которые имеют парк автомобилей, предлагаемых потребителям на определенное время, а затем возвращающих их на предназначенные для этого места. Цифровая платформа *Getable*, посредством которой одна компания может сдать в аренду неиспользуемое строительное оборудование другой компании, является примером взаимодействия *B2B*.

Особенностью долевой экономики также является ее социальная направленность, позволяющая создавать более благоприятные условия жизнедеятельности в условиях ограниченных ресурсов, что подтверждено рядом исследований, раскрывающих непосредственно социальную и экологическую миссию данной бизнес-модели. Например, коллектив ученых под руководством А. Scavarda представляет об-

¹ Pinar O., Möhlmann M., Chandy K. Who shares and who doesn't? Results of the UK Sharing Economy Consumer Survey 2017. Warwick: Warwick Business School, 2018. URL: <https://www.wbs.ac.uk/wbs2012/assets/PDF/downloads/press/ResultsofUKSharingEconomyConsumerSurvey2017.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).

зор публикаций по долевым экономике, индексированных в международных базах данных, выявляя при этом исследования, раскрывающие непосредственно тему совместного пользования, а также устойчивого развития. Отдельные проекты долевой экономики имеют социальную и экологическую направленность для устойчивого развития городской среды. Для анализа исследований по данной тематике ученые выделяют семь областей устойчивого совместного использования ресурсов, в том числе окружающая среда, транспорт и перевозки, образование и обмен знаниями, продажи (в том числе на основе *P2P* взаимодействий), практики устойчивого развития, цифровые технологии и географическое положение. Применение долевой экономики для развития городской среды позволит, по мнению ученых, достичь устойчивых цепочек создания стоимости, что требует внедрения и трансформации институтов, регулирующих данный вид деятельности [23].

Проведенный анализ исследований позволил выявить три среза рассмотрения долевой экономики. В рамках первого среза показано, что данная модель является частью платформенной экономики, которая, в свою очередь, включена в цифровую. При рассмотрении непосредственно долевой экономики выделяется ее узкая и широкая трактовки, различающиеся типами транзакций, которые они охватывают [24].

Второй срез характеризует долевую экономику как результат пересечения «экономики доступа», «платформенной экономики» и «экономики, основанной на сообществах». Данный подход, как было отмечено выше, с одной стороны, способен порождать подмену одних понятий другими, однако в целом является волне признанным в научной литературе.

Третий срез основан на технологическом подходе, в котором развитие долевой экономики связано с распространением и активным использованием цифровых технологий, и социально-экономическом подходе, который акцентирует внимание на институциональных условиях развития и нормативно-правовом регулировании долевой экономики.

Исходя из всего вышесказанного, в рамках настоящего исследования особое внимание, по нашему мнению, следует уделить институциональной составляющей долевой экономики. Прежде всего отметим, что основным участником взаимодействия в данной модели является цифровая платформа. Платформа, по своей сути, перераспределяет транзакционные издержки производителя и потребителя [25], беря на себя риски участников, связанные с поиском информации, проведением переговоров, заключением и контролем выполнения условий контракта. Сокращение транзакционных издержек в данной ситуации становится основной задачей функционирования цифровой платформы. Заметим, что согласно Д. Нурту [26], это будет способствовать введению формальных и неформальных, в т. ч. основанных на доверии, норм и правил взаимодействия экономических агентов.

Вместе с тем ключевой угрозой распространения долевой экономики является нарушение функционирования устоявшихся институтов [27]. При этом цифровизация институтов будет способствовать процессу встраивания долевой экономики в текущие экономические процессы. Цифровизация не только формирует возможности для предпринимательских действий, она также формирует контекст, в котором происходят эти действия. В связи с этим есть основания утверждать, что цифровизация институциональной среды способна выступить катализатором развития долевой экономики. Для подтверждения данного тезиса и выявления факторов развития долевой экономики в работе сформулирован ряд гипотез и проведено эконометрическое исследование на предмет установления их достоверности.

Гипотезы исследования

Долевая экономика тесно связана с распространением и внедрением информационных технологий в повседневную жизнь, что способствует повышению осведомленности потребителей по поводу приобретаемых товаров и услуг, распространению социальной коммерции, а также веб-

сообществ. Цифровые технологии способствуют созданию новых типов общественных связей на основе общих интересов, а не территориального расположения, что, в свою очередь, порождает распространение и трансформацию текущих форм институционального регулирования. В частности, *A. Baumber, M. Scerri, S. Schweinsberg* рассматривают потенциал применения социальной лицензии (*SLO*) в развитии долевой экономики [28].

Концепция социальной лицензии, которая широко применяется для горнодобывающей, лесной и энергетической отраслей, была адаптирована авторами для долевой экономики. Социальная лицензия предполагает необходимость признания или одобрения сообществом новых видов деятельности или практик, выходящих за рамки требований формального процесса регулирования. Другими словами, *SLO* предусматривает «постоянное принятие» проекта или деятельности местным сообществом и другими заинтересованными сторонами [29]. *A. Baumber, M. Scerri* и *S. Schweinsberg*, в свою очередь, предлагают механизм ее использования для развития долевой экономики [28]. Преимущества ее применения состоят в поддержке гражданских инициатив, составляющих основу долевой экономики, а также в возможности учета интересов большинства лиц, включенных в то или иное взаимодействие.

Другими словами, распространение долевой экономики тесно связано с формированием сообществ на основе общего интереса. Распространение цифровых технологий способствует перемещению центров данных сообществ в интернет-пространство, что существенно облегчает процесс взаимодействия участников. В данном контексте особую роль начинают приобретать социальные сети и различные платформы, которые обеспечивают условия для коммуникации потенциальных членов сообщества. Вместе с тем информация, получаемая по каналам социальных сетей, зачастую обладает более высоким уровнем доверия потребителей, поскольку она не подвержена контролю со стороны компаний [30]. Исключения составляют

цифровые атаки и мошеннические действия, проникающие на данные платформы. При этом одна из задач цифровых платформ состоит в обеспечении защиты участников от подобных действий.

Социальные сети и интернет-среда, в которой выстраиваются взаимодействия, становятся довольно эффективным полем привлечения потребителей, партнеров, а также дополнительных ресурсов для реализации проектов. В качестве инструментов привлечения ресурсов используются краудфандинг [31], краудинвестинг, краудсорсинг [32] и другие формы совместной поддержки проектов. Кроме того, роль социальных медиа в развитии долевой экономики также обусловлена использованием социальных сетей для выявления мотивов потребителей долевой экономики. Взаимодействия, реализуемые посредством социальных сетей и с использованием других цифровых платформ, мы будем называть сетевыми отношениями. Принимая во внимание роль сетей в современной экономике, представляется целесообразным сформулировать первую гипотезу нашего исследования.

H1: Цифровизация сетевых отношений и поддержка проектов посредством использования цифровых платформ стимулирует развитие долевой экономики.

Трансформация формальных институтов под влиянием развития концепции долевой экономики становится неотъемлемым условием распространения данной модели. При анализе существующего массива исследований по данной тематике в международных базах данных большое внимание ученые уделяют анализу разрушительного потенциала долевой экономики, что обусловлено трансформацией существующих институтов и необходимостью создания новых форм регулирования экономических процессов. Причиной данного феномена является наличие лага между скоростью внедрения цифровых технологий и скоростью трансформации институциональной среды, которая является более инертной, а процесс ее трансформации более затратным по времени. Однако цифровизация механизмов государственного

управления способна ускорить данный трансформационный процесс путем разработки специальных механизмов регулирования долевой экономики, что будет обеспечено посредством сокращения транзакционных издержек, а также упрощения процедур взаимодействия участников транзакций. На основе всего вышесказанного была сформулирована следующая гипотеза.

Н2: Цифровизация формальной институциональной среды способствует развитию долевой экономики.

При формулировке следующей гипотезы мы обратились к причинам возникновения долевой экономики, одной из которых является дисфункциональность существующих формальных институтов, а также наличие институциональных пустот [33]. Как следствие, функцию устранения пробелов формальной институциональной среды выполняют неформальные институты. В частности, при принятии решения об участии в транзакции в рамках данной модели индивид (или иной экономический агент) действует в соответствии с его ожиданиями по поводу поведения второго участника взаимодействия. Модель поведения как первого, так и второго участника, определяется уровнем их доверия. Как показано в исследовании *C. Califf, S. Brooks, P. Longstreet* [34], цифровые технологии способствуют расширению поля доверия между экономическими агентами, что стимулирует развитие долевой экономики. Это послужило основанием для формулирования третьей гипотезы о влиянии цифровизации неформальных институтов на развитие долевой экономики.

Н3: Цифровизация неформальной институциональной среды стимулирует развитие долевой экономики.

С целью проверки данных гипотез нами был проведен корреляционно-регрессионный анализ, позволивший установить влияние цифрового компонента формальных и неформальных институтов, а также сетевых отношений на развитие долевой экономики.

Методика и результаты исследования

При оценке уровня развития долевой экономики в данном исследовании был использован индекс долевой экономики, рассчитанный компанией *Timbro (The Timbro Sharing Economy Index)*, который представляет собой зависимую переменную в полученной в результате проверки гипотез модели (Y).

В качестве независимых переменных для оценки цифровизации условий, в которых развиваются экономические отношения, в частности предпринимательство, были применены субиндексы Европейского индекса цифровых систем предпринимательства (*The European Index of Digital Entrepreneurship Systems, EIDES*)¹. *EIDES* описывает условия ведения хозяйственной деятельности в странах Европы и включает два блока показателей. Первый блок учитывает такие составляющие, как культура и неформальные институты, формальные институты и нормативно-правовая база, рыночные условия и физическая инфраструктура. Ко второму блоку были отнесены человеческий капитал и творческие способности, создание и распространение знаний, финансы и развитие сетевых отношений. К каждому из блоков добавлен цифровой компонент, который представляет собой набор показателей, описывающих степень цифровизации рассматриваемых условий. Значения субиндексов рассчитываются как средние арифметические значения переменных отдельных компонентов после проведения процедуры нормализации.

Для проверки гипотез были использованы описанные цифровые компоненты рассматриваемых субиндексов, в частности формальные институты и нормативно-правовая база (*Formal Institutions and Regulatory Framework*, переменная X_2), культура и неформальные институты (*Culture and Informal Institutions*, перемен-

¹ *EIDES* 2019. The European Index of Digital Entrepreneurship Systems. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC117495/jrc117495_eides_2019_final_with_identifiers.pdf (дата обращения: 15.06.2020).

ная X_3), а также сетевые взаимодействия (*Support, networking*, переменная X_1).

В частности, цифровой компонент, дополняющий набор показателей «Культура и неформальные институты», описывает, насколько легко граждане и компании могут использовать цифровую инфраструктуру своей страны. В *EIDES* для оценки доступности цифровых технологий и соответствующей инфраструктуры как для домохозяйств, так и для предприятий использованы показатели из баз данных *WEF* (*World Economic Forum*) и Евростата. Данный набор показателей включал: 1) процент домохозяйств, оборудованных персональным компьютером (*WEF*); 2) процент домохозяйств, имеющих доступ к Интернету дома (*WEF*); 3) процент домохозяйств, пользующихся Интернетом (*WEF*); 4) доля предприятий, имеющих веб-сайт (Евростат).

Цифровой компонент, дополняющий набор показателей «Формальные институты, регулирование и налогообложение», характеризует риск потери конфиденциальности и безопасности данных, степень цифровизации государственных услуг, влияние цифровизации на конкуренцию. Перечень показателей, составляющих данный субиндекс, включает: 1) степень ориентации правительства на будущее (*WEF*); 2) процент сетевых атак *Kaspersky* (*Securelist*); 3) процент веб-угроз (*Securelist*); 4) уровень компьютерного пиратства (Всемирный банк); 5) уровень конкуренции в сетях (*WEF*); 6) уровень развития электронного правительства (Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН).

Цифровой компонент, дополняющий блок сетевых отношений, характеризует неформальный доступ к ресурсам через социальные сети и включает: 1) общие домены верхнего уровня (*GII*); 2) показатель, характеризующий участие в социальных сетях (Евростат); 3) показатель, характеризующий использование виртуальных профессиональных сетей (*Global Talent Competitiveness Index*). При проведении анализа нами были учтены общие значения полученных субиндексов.

В исследовании были рассмотрены 26 европейских стран, для которых рассчитывается *EIDES*. Люксембург и Мальта были исключены из-за размера и низкой численности населения. При проверке обозначенных гипотез были использованы данные за 2019 г.

С целью проверки выдвинутых гипотез был проведен корреляционно-регрессионный анализ, который включал семь этапов. На первом этапе посредством графического анализа переменных на линейность сделан выбор типа регрессионной модели для определения наиболее подходящей зависимости. На втором этапе был проведен корреляционный анализ зависимости исследуемых факторов, позволивший определить, присутствуют ли в модели факторы, формирующие такое негативное явление, как мультиколлинеарность. На третьем этапе непосредственно построена многофакторная модель; на четвертом – проведено исследование качества построенной модели. Пятый этап включал в себя проверку и устранение автокорреляции остатков в модели и проверку на гетероскедастичность. На этапах обработки данных применялись такие программные продукты, как *MS Excel* и *E-views*.

Прежде всего было выявлено, что распределение случайных величин по тестируемым факторам и зависимой переменной Y является нелинейным. Распределение имеет форму степенной зависимости. В связи с этим исходные данные были преобразованы в нелинейный вид, а затем построена регрессионная нелинейная модель. В результате анализа матрицы попарных корреляций установлено, что мультиколлинеарность в модели отсутствует. После устранения факторов, не оказывающих существенного влияния по итогам проверки выполнения гипотезы незначимости коэффициентов регрессии, была установлена зависимость уровня развития долевого экономики только от фактора X_1 .

Результаты регрессионного анализа представлены в таблице.

Результаты регрессионного анализа

Results of regression analysis

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,6				
R-квадрат	0,36				
Нормированный R-квадрат	0,33				
Стандартная ошибка	1,31				
Наблюдения	26				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Significance F
Регрессия	1	22,79	22,79	13,30	0,001276358
Остаток	24	41,1	1,71		
Итого	25	63,88			

	Коэф-ты	Станд. ошибка	t-стат.	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пер.	-9,41	3,13	-3,01	0,006	-15,85	-2,95	-15,85	-2,96
LN(X1)	2,97	0,81	3,65	0,001	1,28	4,65	1,29	4,65

После преобразования данная модель была представлена в следующем виде:

$$Y = e^{-9,41} \times X_1^{2,97}$$

На следующем этапе проведена оценка адекватности и достоверности полученных результатов. Значимость коэффициента детерминации (F -*statistic* = 0,0012) позволяет сделать вывод о том, что модель в целом достоверна, а также подтверждает репрезентативность выборки. Проверка нулевой гипотезы о незначимости коэффициентов регрессии показала, какие из выбранных факторов действительно оказывают влияние на уровень развития долевой экономики; коэффициенты регрессии статистически достоверны и значимы. Значение F -критерия и уровень значимости p демонстрируют, что построенная модель значима при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

На заключительном этапе выполнена проверка предпосылок метода наименьших квадратов Гауса – Маркова. В частности, математическое ожидание случайного отклонения остатков для всех наблюдений стремится к 0. Тест Дарбина – Уотсона, используемый для проверки модели на наличие автокорреляции остатков ($d_{расч} = 1,8$), показал, что зависимость между остатками отсутствует, они распределены случайным образом. Также модель прошла проверку на гетероскедастичность. Признаков непостоянства дисперсии и зависимости остатков не обнаружено, модель является гомоскедастичной.

Из всего вышесказанного следует сделать вывод о достоверности построенной модели, которая подтвердила влияние цифровизации сетевых отношений на развитие долевой экономики. Таким образом, гипотеза $H1$ была подтверждена, а гипотезы $H2$ и $H3$ опровергнуты.

Обсуждение результатов

Зависимость развития долевой экономики от уровня цифровизации сетевых отношений, подтверждающая гипотезу $H1$, может быть объяснена самой идеей устранения посредников взаимодействий, что реализуется посредством социальных сетей и других цифровых платформ. Развитие цифровых платформ, снижающих транзакционные издержки поиска участников взаимодействия, способствует устранению барьеров и формированию новых институциональных норм. Из подтверждения данной гипотезы также следует важность учета интересов максимального числа заинтересованных сторон, что может быть простимулировано взаимодействиями в социальных сетях и на других цифровых платформах. В данном случае на первый план выходит роль сотрудничества при развитии долевой экономики.

Опровержение гипотезы $H2$ может быть обусловлено, с одной стороны, инертностью существующей институциональной среды, а также наличием лага, требуемого для установления, внедрения и распростра-

нения новых правил взаимодействия между экономическими агентами. Кроме того, цифровизация формальных институтов призвана обеспечить регулирование данного вида деятельности, что вызывает определенное сопротивление как организаций, так и потребителей, использующих модель долевой экономики.

Опровержение гипотезы *H3* связано с необходимостью более детального рассмотрения влияния различных неформальных институтов на развитие долевой экономики. Так, например, высокий уровень доверия между гражданами оказывает положительное воздействие на развитие долевой экономики, в то время как высокий уровень доверия государству может сдерживать ее развитие. Опровержение данной гипотезы обусловлено также разнообразием исторических особенностей социально-экономического развития рассмотренных стран, влияющих на инвариантность содержания неформальных институтов.

Из всего вышесказанного следует, что небольшой период формирования долевой экономики, особенности сбора статистических данных и медленный период трансформации институтов не позволяют сделать вывод о наличии устойчивых трендов, показывающих влияние цифровизации институциональной среды на развитие долевой экономики. Однако в практической деятельности существует положительный опыт регулирования долевой экономики и ее использования для решения социально значимых задач. Данная проблематика также является предметом обсуждения в научной литературе.

В частности, *S. Miller* сформулировал 10 постулатов, которые рекомендуется принимать во внимание при регулировании долевой экономики: 1) долевая экономика требует дифференцированного регулирования; 2) она должна быть прозрачной (законной); 3) для регулирования долевой экономики необходима достоверная информация; 4) долевая экономика должна развиваться; 5) она способна трансформировать существующие рынки; 6) создавать новые рынки; 7) долевая экономика трансформирует регулирующие структуры; 8) ре-

гулирование долевой экономики требует использования новых подходов; 9) при определении и применении инструментов регулирования долевой экономики необходимо учитывать уникальность наносимого вреда и разрабатывать способы правовой защиты; 10) а также учитывать многообразие интересов экономических агентов в модели долевой экономики [35].

Учет представленных тезисов может быть использован в качестве основы для проектирования институтов регулирования долевой экономики. Процесс институционального проектирования, в свою очередь, «охватывает как модельные постановки, так и неформализованные, творческие компоненты, неизбежно присутствующие в любых процессах принятия решений»¹. При проектировании институтов регулирования долевой экономики важно учитывать три возможные группы правил и норм – неформальные нормы и правила взаимодействия между участниками взаимоотношений, соглашения о перераспределении прав между платформой и экономическими агентами, участвующими в транзакции, формальные институты, закрепленные в законодательстве конкретной страны по поводу регулирования долевой экономики.

Встраивание новой бизнес-модели в существующую систему институтов становится неизбежным процессом. Основным качеством данных институтов при этом становится их инклюзивность, что свидетельствует о возможности решения социальных и экологических задач в обществе посредством долевой экономики. Роль долевой экономики состоит в смещении фокуса на конкретного гражданина, права и возможности которого ранее были ограничены в большей степени. Другими словами, современная государственная экономическая и социальная политика зачастую сдерживает развитие долевой экономики, в то время как дисфункциональность существующей институциональной среды выявляет потребность в повышении роли инди-

¹ Тамбовцев В.Л. Основы институционального проектирования. Учебное пособие. М.: Инфра-М, 2007. 144 с.

вида в выстраивании экономических процессов.

Следовательно, разработка системы регулирования долевой экономики, включающей проектирование ее институтов, не путем ограничения действий ее участников, а посредством использования ее потенциала для решения социально значимых задач может стать эффективным инструментом развития социально-экономического пространства территорий. Активная гражданская позиция в рамках данной модели совместно с инклюзивными институтами регулирования долевой экономики позволит реализовать принцип сотрудничества, представляющий суть данной концепции. Проектирование институтов, которые позволят встроить долевую экономику в существующую институциональную среду, и использование их потенциала для решения социальных и экологических проблем может стать не только вектором современных теоретических исследований. Прежде всего эти процессы могут быть внедрены в практику пространственного развития территорий, в частности городской среды.

Заключение

В данном исследовании с целью определения влияния цифровизации институциональной среды на развитие долевой экономики как основы для ее дальнейшего регулирования были получены следующие результаты.

Во-первых, выделены технологический и социально-экономический подходы к исследованию долевой экономики. Если первый включает непосредственно исследование технологических предпосылок развития долевой экономики, то второй концентрирует свое внимание на трансформации правил и норм, изменяющихся под влиянием долевой экономики.

Во-вторых, были проверены гипотезы о влиянии неформальных, формальных институтов и сетевых отношений на развитие долевой экономики. Построена регрессионная модель, показывающая, что наиболее значимым фактором является уровень развития сетевых отношений, что подтверждает роль сотрудничества при использовании модели долевой экономики на практике.

В-третьих, обоснована важность проектирования инклюзивных институтов долевой экономики, которые способны обеспечить повышение роли граждан в решении социально значимых задач пространственного развития.

Теоретическая значимость исследования состоит в расширении положений экономической теории в области исследования трансформации экономических отношений при изменении внешних и внутренних социально-экономических условий и развития институциональной среды. Практическая значимость заключается в возможности использования выводов и рекомендаций в процессе совершенствования социально-экономической политики регулирования долевой экономики на макро-, мезо- и микроуровнях. Полученные в исследовании результаты могут представлять интерес для специалистов, изучающих вопросы трансформации экономических отношений и проблемы формирования и развития долевой экономики.

Дальнейшие направления исследований будут касаться непосредственно вопросов институционального проектирования долевой экономики, а также исследования потенциала ее применения для решения социально значимых задач на различных уровнях хозяйствования.

Благодарности

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР Института экономики Уральского отделения Российской академии наук.

Список литературы

1. *Akhmedova A., Mas-Machuca M., Marimon F.* Value co-creation in the sharing economy: The role of quality of service provided by peer // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 266, № 1. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121736.
2. *Curtis S., Mont O.* Sharing economy business models for sustainability // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 266. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121519.
3. *Piscicelli L., Cooper T., Fisher T.* The role of values in collaborative consumption: insights from a product-service system for lending and borrowing in the UK // *Journal of Cleaner Production*. 2015. № 97. P. 21–29. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.07.032.
4. *Lang B., Botha E., Robertson J., Kemper J., Dolan R., Kietzmann J.* How to grow the sharing economy? Create Prosumers! // *Australasian Marketing Journal*. 2020. Vol. 28, Iss. 3. P. 58–66. doi: 10.1016/j.ausmj.2020.06.012.
5. *Reischauer J.* Capturing the dynamics of the sharing economy: Institutional research on the plural forms and practices of sharing economy organizations // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. Vol. 125. P. 11–20. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.023.
6. *Yaraghi N., Ravi S.* The current and future state of the sharing economy. Brookings India IMPACT, 2017. № 032017. 38 p.
7. *Mont O., Voytenko Palgan O., Bradley K., Zvolaska L.* A decade of the sharing economy: Concepts, users, business and governance perspectives // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 26, №. 122215. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122215.
8. *Davidson N., Infranca J.* The sharing economy as an urban phenomenon // *Economics of Networks eJournal*. 2016. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Sharing-Economy-as-an-Urban-Phenomenon-Davidson-Infranca/1525e57d03106577facd572eac5081aa06c114ef> (дата обращения: 10.06.2020).
9. *Selloni D.* New forms of economies: Sharing Economy, Collaborative Consumption, Peer-to-Peer Economy // *CoDesign for Public-Interest Services. Research for Development*. 2017. P. 15–26. doi: 10.1007/978-3-319-53243-1_2.
10. *Sutherland W., Jarrahi M.H.* The sharing economy and digital platforms: A review and research agenda // *International Journal of Information Management*. 2018. Vol. 43. P. 328–341. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.07.004.
11. *Albors J., Ramos J.C., Hervas J.L.* New learning network paradigms: Communities of objectives, crowdsourcing, wikis and open source // *International Journal of Information Management*. 2008. № 28 (3). P. 194–202. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2007.09.006.
12. *Sundararajan A.* The sharing economy. The end of employment and the rise of crowd-based capitalism. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2016. 256 p.
13. *Botsman R., Rogers R.* What's mine is yours: The rise of collaborative consumption. HarperBusiness, 2010. 304 p.
14. *Cheng M.* Sharing economy: A review and agenda for future research // *International Journal of Hospitality Management*. 2016. Vol. 57. P. 60–70. doi: 10.1016/j.ijhm.2016.06.003.
15. *Acquier A., Daudigeos T., Pinkse J.* Promises and paradoxes of the sharing economy: An organizing framework // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. № 125. P. 1–10. doi: 10.1016/j.techfore.2017.07.006.
16. *Laurell C., Sandström C.* The sharing economy in social media – analyzing tensions between market and non-market logics // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. № 125. P. 58–65. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.038.
17. *Hamari J., Sjöklint M., Ukkonen A.* The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption // *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2015. № 67 (9). P. 2047–2059. doi: 10.1002/asi.23552.
18. *Dreyer B., Lüdeke-Freund F., Hamann R., Faccor K.* Upsides and downsides of the sharing economy: Collaborative consumption business models' stakeholder value impacts and their relationship to context // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. Vol. 125. P. 87–104. doi: 10.1016/j.techfore.2017.03.036.
19. *Murillo D., Buckland H., Val E.* When the sharing economy becomes neoliberalism on steroids: Unravelling the controversies // *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. Vol. 125 (C). P. 66–76. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.024.

20. *Starr R., Zhu A., Frethey-Bentham C., Brodie R.* Peer-to-peer interactions in the sharing economy: Exploring the role of reciprocity within a Chinese social network // *Australasian Marketing Journal*. 2020. Vol. 28 (3). P. 67–80. doi: 10.1016/j.ausmj.2020.06.002.
21. *Rong K., Xiao F., Wang Y.* Redundancy in the sharing economy // *Resources, Conservation and Recycling*. 2019. Vol. 151, № 104455. P. 104455. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104455.
22. *Grondys K.* Implementation of the sharing economy in the B2B Sector // *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (14). P. 1–16. doi: 10.3390/su11143976.
23. *Scavarda A., Daí G., Scavarda L., Azevedo B., Korzenowski A.* Social and ecological approaches in urban interfaces: A sharing economy management framework // *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 713. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134407.
24. *Nico Heerschap N., Pouw N., Atme C.* Measuring online platforms. In cooperation with University van Amsterdam. 2018. 43 p.
25. *Katz V.* Regulating the sharing economy // *Berkeley Technology Law Journal*. 2015. Vol. 30. P. 10–67. doi: 10.15779/Z38HG45.
26. *North D.* *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, 1990. 152 p.
27. *Zervas G., Proserpio D., Byers J.* The rise of the sharing economy: Estimating the impact of Airbnb on the hotel industry // *Boston University School of Management*. 2013. Research Paper № 2013-16. URL: <http://ssrn.com/abstract=2366898> (дата обращения: 10.06.2020).
28. *Baumber A., Scerri M., Schweinsberg S.* A social licence for the sharing economy // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. № 146. P. 12–23. doi: 10.1016/j.techfore.2019.05.009.
29. *Thomson I., Bouillier R.* The social license to operate // *SME Mining Engineering Handbook*, 3rd ed. P. Darling (Ed.). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Englewood, Colorado, 2011. P. 1779–1796.
30. *Huerta-Alvarez R., Cambra-Fierro J., Fuentes-Blasco M.* The interplay between social media communication, brand equity and brand engagement in tourist destinations: An analysis in an emerging economy // *Journal of Destination Marketing and Management*. 2020. № 16. doi: 10.1016/j.jdmm.2020.100413.
31. *Гордеев М. Н.* Факторы, определяющие склонность россиян к участию в краудфандинге // *Информационное общество*. 2019. № 1–2. С. 6–15.
32. *Jespersen K.R.* Crowdsourcing design decisions for optimal integration into the company innovation system // *Decision Support Systems*. 2018. Vol. 115. P. 52–63. doi: 10.1016/j.dss.2018.09.005.
33. *Chiappetta Jabbour C.J., Seuring S., Lopes de Sousa Jabbour A.B., Jugend D., Fiorini D., Latan H., Izeppi W.C.* Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids // *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 264. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110416.
34. *Califf C., Brooks S., Longstreet P.* Human-like and System-like Trust in the Sharing Economy: The role of Context and Humanness // *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. Vol. 154 (C). doi: 10.1016/j.techfore.2020.119968.
35. *Miller S.* First principles for regulating the sharing economy // *Harvard Journal on Legislation*. 2016. Vol. 53. P. 147–202. doi: 10.2139/ssrn.2568016.

Статья поступила в редакцию 17.07.2020, принята к печати 14.10.2020

Сведения об авторе

Веретенникова Анна Юрьевна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра экономической теории, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: vay_uiec@mail.ru).

Acknowledgement

The article is written under the Research and Development Plan in the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

References

1. Akhmedova A., Mas-Machuca M., Marimon F. Value co-creation in the sharing economy: The role of quality of service provided by peer. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 266, no. 1. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121736.
2. Curtis S., Mont O. Sharing economy business models for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 266. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121519.
3. Piscicelli L., Cooper T., Fisher T. The role of values in collaborative consumption: Insights from a product-service system for lending and borrowing in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 2015, no. 97, pp. 21–29. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.07.032.
4. Lang B., Botha E., Robertson J., Kemper J., Dolan R., Kietzmann J. How to grow the sharing economy? Create Prosumers! *Australasian Marketing Journal*, 2020, vol. 28, iss. 3, pp. 58–66. doi: 10.1016/j.ausmj.2020.06.012.
5. Reischauer J. Capturing the dynamics of the sharing economy: Institutional research on the plural forms and practices of sharing economy organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 125, pp. 11–20. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.023.
6. Yaraghi N., Ravi S. *The current and future state of the sharing economy*. Brookings India IMPACT, 2017, no. 032017. 38 p.
7. Mont O., Voytenko Palgan O., Bradley K., Zvolaska L. A decade of the sharing economy: Concepts, users, business and governance perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 26, no. 122215. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122215.
8. Davidson N., Infranca J. The sharing economy as an urban phenomenon. *Economics of Networks eJournal*, 2016. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Sharing-Economy-as-an-Urban-Phenomenon-Davidson-Infranca/1525e57d03106577facd572eac5081aa06c114ef> (accessed 10.06.2020).
9. Selloni D. New forms of economies: Sharing Economy, Collaborative Consumption, Peer-to-Peer Economy. *CoDesign for Public-Interest Services. Research for Development*, 2017, pp. 15–26. doi: 10.1007/978-3-319-53243-1_2.
10. Sutherland W., Jarrahi M.H. The sharing economy and digital platforms: A review and research agenda. *International Journal of Information Management*, 2018, vol. 43, pp. 328–341. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.07.004.
11. Albors J., Ramos J.C., Hervás J.L. New learning network paradigms: Communities of objectives, crowdsourcing, wikis and open source. *International Journal of Information Management*, 2008, no. 28 (3), pp. 194–202. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2007.09.006.
12. Sundararajan A. *The sharing economy. The end of employment and the rise of crowd-based capitalism*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2016. 256 p.
13. Botsman R., Rogers R. *What's mine is yours: The rise of collaborative consumption*. HarperBusiness, 2010. 304 p.
14. Cheng M. Sharing economy: A review and agenda for future research. *International Journal of Hospitality Management*, 2016, vol. 57, pp. 60–70. doi: 10.1016/j.ijhm.2016.06.003.
15. Acquier A., Daudigeos T., Pinkse J. Promises and paradoxes of the sharing economy: An organizing framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, no. 125, pp. 1–10. doi: 10.1016/j.techfore.2017.07.006.
16. Laurell C., Sandström C. The sharing economy in social media – analyzing tensions between market and non-market logics. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, no. 125, pp. 58–65. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.038.
17. Hamari J., Sjöklint M., Ukkonen A. The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2015, no. 67 (9), pp. 2047–2059. doi: 10.1002/asi.23552.
18. Dreyer B., Lüdeke-Freund F., Hamann R., Faccar K. Upsides and downsides of the sharing economy: Collaborative consumption business models' stakeholder value impacts and their relationship to context. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 125, pp. 87–104. doi: 10.1016/j.techfore.2017.03.036.
19. Murillo D., Buckland H., Val E. When the sharing economy becomes neoliberalism on steroids: Unravelling the controversies. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 125 (C), pp. 66–76. doi: 10.1016/j.techfore.2017.05.024.
20. Starr R., Zhu A., Frethey-Bentham C., Brodie R. Peer-to-peer interactions in the sharing economy: Exploring the role of reciprocity within a Chinese social network. *Australasian Marketing Journal*, 2020, vol. 28 (3), pp. 67–80. doi: 10.1016/j.ausmj.2020.06.002.

21. Rong K., Xiao F., Wang Y. Redundancy in the sharing economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, vol. 151, no. 104455. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104455.
22. Grondys K. Implementation of the sharing economy in the B2B Sector. *Sustainability*, 2019, vol. 11 (14), pp. 1–16. doi: 10.3390/su11143976.
23. Scavarda A., Daú G., Scavarda L., Azevedo B., Korzenowski A. Social and ecological approaches in urban interfaces: A sharing economy management framework. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 713. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134407.
24. Nico Heerschap N., Pouw N., Atme C. *Measuring online platforms. In cooperation with University van Amsterdam*, 2018. 43 p.
25. Katz V. Regulating the sharing economy. *Berkeley Technology Law Journal*, 2015, vol. 30, pp. 10–67. doi: 10.15779/Z38HG45.
26. North D. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, 1990. 152 p.
27. Zervas G., Proserpio D., Byers J. The rise of the sharing economy: Estimating the impact of Airbnb on the hotel industry. *Boston University School of Management*, 2013, Research Paper no. 2013-16. Available at: <http://ssrn.com/abstract=2366898> (accessed 10.06.2020).
28. Baumber A., Scerri M., Schweinsberg S. A social licence for the sharing economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, no. 146, pp. 12–23. doi: 10.1016/j.techfore.2019.05.009.
29. Thomson I., Boutilier R. The social license to operate. *SME Mining Engineering Handbook*, 3rd ed. Darling P. (Ed.). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Englewood, Colorado, 2011, pp. 1779–1796.
30. Huerta-Alvarez R., Cambra-Fierro J., Fuentes-Blasco M. The interplay between social media communication, brand equity and brand engagement in tourist destinations: An analysis in an emerging economy. *Journal of Destination Marketing and Management*, 2020, no. 16. doi: 10.1016/j.jdmm.2020.100413.
31. Gordeev M.N. Faktory, opredelyayushchie sklonnost' rossiyan k uchastiyu v kraudfandinge [Determinants of Russian people participation in crowdfunding]. *Informatsionnoe obshchestvo* [Information society], 2019, no. 1–2, pp. 6–15. (In Russian).
32. Jespersen K.R. Crowdsourcing design decisions for optimal integration into the company innovation system. *Decision Support Systems*, 2018, vol. 115, pp. 52–63. doi: 10.1016/j.dss.2018.09.005.
33. Chiappetta Jabbour C.J., Seuring S., Lopes de Sousa Jabbour A.B., Jugend D., Fiorini D., Latan H., Izeppi W.C. Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. *Journal of Environmental Management*, 2020, vol. 264. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110416.
34. Califf C., Brooks S., Longstreet P. Human-like and System-like Trust in the Sharing Economy: The role of Context and Humanness. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 154 (C). doi: 10.1016/j.techfore.2020.119968.
35. Miller S. First principles for regulating the sharing economy. *Harvard Journal on Legislation*, 2016, vol. 53, pp. 147–202. doi: 10.2139/ssrn.2568016.

Received July 17, 2020; accepted October 14, 2020

Information about the Author

Veretennikova Anna Yur'evna – Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher of Economic Theory Center, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia; e-mail: vay_uiec@mail.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Веретенникова А.Ю. Влияние цифровизации институциональной среды на развитие долевой экономики // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 329–343. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-329-343

Please cite this article in English as:

Veretennikova A.Yu. The impact of the institutional environment digitalization on the sharing economy development. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 329–343. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-329-343

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-344-368

УДК 331.108.26:004

ББК 65.290-2+32.973-018.2

JEL Code D82

ВНУТРИФИРМЕННЫЙ ФЕОДАЛИЗМ И РИСКИ ЕГО УСИЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Игорь Васильевич Анохов

ORCID ID: [0000-0002-5983-2982](https://orcid.org/0000-0002-5983-2982), Researcher ID: [AAF-9428-2020](https://www.researcherid.com/AAF-9428-2020), e-mail: i.v.anokhov@yandex.ru

Байкальский государственный университет (Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11)

Создание оптимальной иерархической структуры управления, обеспечивающей эффективное и устойчивое функционирование фирмы, актуализируется в условиях постоянно изменяющейся внешней среды. Все чаще внимание исследователей обращается на важность неформальных правил, определяющих характер внутрифирменных отношений. В данной статье предпринята попытка дать теоретическое обоснование применимости категорий феодализма к анализу иерархической структуры управления современной промышленной фирмы, а также определить пути преодоления негативных последствий внутрифирменного феодализма. Методологической основой исследования являются положения всеобщей организационной науки А.А. Богданова. В статье обосновывается существование внутри фирмы такой системы отношений, которая фактически согласуется с сущностными характеристиками феодальных отношений. Данная система неформальных отношений влияет на принимаемые управленческие решения, определяет характер и цели деятельности структурных подразделений промышленной фирмы. Обосновывается, что именно характер таких неформальных отношений определяет жизнеспособность фирмы в долгосрочной перспективе. Рассматривается процесс получения внутрифирменными подразделениями элементов квазифеодальной власти через соуправление функциональными уровнями фирмы – физическим (контроль над основными средствами производства), распределительным (контроль над материальными, трудовыми и энергетическими ресурсами), экономическим (влияние на денежные потоки) и проектно-технологическим (влияние на стратегическое развитие и технологии фирмы). Главной причиной внутрифирменного феодализма является расхождение интересов руководства фирмы и работников, что, в свою очередь, вызвано разной длительностью обращения их главных активов – основных средств производства и труда. Констатируется, что необходимым условием для формирования внутрифирменного феодализма является асимметрия информации, свойственная любой иерархической структуре. Внутрифирменная феодализация усиливается в тот момент, когда отдельный работник и подразделение начинают приобретать специфический «капитал» в виде опыта, знаний технологии производства, связей с коллегами и внешними субъектами и т.п. Обосновано, что в условиях цифровизации экономики изменяется состав и структура полномочий «феодалов», при этом масштабы проявления внутрифирменного феодализма не снижаются. Для противодействия процессам феодализации фирмы предлагается использовать такие меры, как удаление «феодалов» и разрушение «феодов», перераспределение проектно-технологических прав от «феодалов» к коллективу сотрудников, размытие полномочий «феодалов», воздействие на условия функционирования «феодов», изменение иерархической структуры фирмы. Подчеркивается, что возможность ограничения формирования внутрифирменного феодализма обеспечивается созданием нового внутрифирменного субъекта – общего совета рядовых сотрудников фирмы, наделенного проектно-технологическими правами, уровень которых обратно пропорционален уровню прав внутрифирменных «феодалов». Соответственно рост уровня правомочности сотрудников фирмы обеспечит ограничение власти внутрифирменных феодалов. Дальнейшие перспективы исследования связаны с апробацией гипотезы о формировании внутрифирменного феодализма в условиях конкретных промышленных фирм.

Ключевые слова: работник, собственник, промышленная фирма, сеньор, вассал, власть, права, обязанности, кризис, система, надсистема, феодализм, феодал, внутрифирменный феодализм, принципал, агент, институты, цифровая экономика.

© Анохов И.В., 2020



Данная статья распространяется на условиях лицензии
[Creative Commons - Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRA-FIRM FEUDALISM AND THE RISKS OF ITS DIGITAL AMPLIFICATION

Igor V. Anokhov

ORCID ID: [0000-0002-5983-2982](https://orcid.org/0000-0002-5983-2982), Researcher ID: [AAAF-9428-2020](https://orcid.org/AAAF-9428-2020), e-mail: i.v.anokhov@yandex.ru

Baikal State University (11, Lenin st., Irkutsk, 664003, Russia)

Ever changing environment brings to light the need to create the appropriate hierarchical management structure maintaining efficient and sustainable firm's performance. The scholars become more focused on the importance of the non-formal rules determining the nature of the intra-firm relations. This article attempts to justify theoretically the applicability of the feudalism categories to the analysis of the hierarchical management structure in the modern industrial enterprise, as well as to define the ways to overcome the negative implications of the intra-firm feudalism. Methodologically, the research is based on the provisions of the A.A. Bogdanov's general organizations science. The article justifies the in-house system of relationships, which, in fact, correlates with the fundamental characteristics of the feudal relationships. This system of non-formal relations affects the approved managerial decisions, determines the nature and goals of the structural units of the industrial enterprise. It is shown that the nature of these non-formal relationships shapes the long-term resilience of the firm. The article looks at how the in-house departments obtain the elements of quasi-feudal power by controlling the functional levels of the firm – physical (control over the main assets), distribution (control over the material, labor, and energy resources), economic (impact on the cash flows), and design and technological (impact on the strategic development and firm's technologies). The main reason for the intra-firm feudalism is the difference in opinions among the top managers of the firms and its employees, which, in its turn, is caused by different assets circulation periods – the main means of manufacturing and labor. It is claimed that information asymmetry inherent to the hierarchical structure is the indispensable condition for the intra-firm feudalism. In-house feudalization amplifies when a particular employee and its department acquire specific capital, including experience, knowledge about the manufacturing technologies, ties with colleagues and outside subjects, etc. It is justified that economy digitalization changes the composition and the structure of the feudal lords' powers, while the scales of intra-firm feudalism manifestations do not change. To counteract the firm's feudalization, the article proposes measures, including dismissal of the feudal lords and destruction of feuds, delegation of the design and technological powers from the feudal lords to the personnel, blurring the feudal lords' powers, changing the business conditions for feuds, changes of the hierarchical structure in the firm. It is noted that the intra-firm feudalism can be restrained by setting up a new intra-firm unit – General Council of Employees empowered with design and technological rights with the level inversely proportional to the intra-firm feudal lords' power level. Therefore, higher level of powers given to the firm's employees will restrain the powers of the intra-firm feudal lords. Further research is seen to be connected with the assessment of the hypothesis concerning the development of the intra-firm feudalism in particular industrial enterprises.

Keywords: employee, owner, industrial enterprise, seigneur, vassal, power, rights, duties, crisis, system, system, suprasystem, feudalism, feudal lord, intra-firm feudalism, principal, agent, institutes, digital economy.

Введение

Феодализм как явление постоянно используется при анализе современности, прежде всего в исторических и политических аспектах [1]. Так, например, по мнению В. Шляпентоха, «именно феодальная модель во многих отношениях является более эффективным инструментом для понимания России» [2, с. 37–38].

На наш взгляд, такая аналогия может быть продуктивной и применительно к современной промышленной фирме. Представляется, что внутрифирменные взаимоотношения часто не ограничиваются ад-

министративным подчинением и имеют черты, сходные с феодализмом.

При всей условности термина «феодализм» можно выделить некоторые его характерные черты, которые встречаются в практике внутрифирменного управления. К *существенным* признакам феодализма, на наш взгляд, можно отнести следующие:

1. Для феодализма характерно отсутствие «сильного политического центра» [3, с. 151].

Известно, что в практике промышленных предприятий номинальная абсолютная власть генерального директора также вполне может ограничиваться влиянием авторитетных сотрудников, нефор-

мальных лидеров, групп интересов и др. В этой связи наиболее важные управленческие решения могут стать предметом «политического торга» между генеральным директором и указанными экономическими агентами.

2. Полномочия крупных феодалов иногда сопоставимы с властью монарха.

В промышленной фирме очевидным аналогом являются отношения директора с его заместителями, объективно склонными максимизировать свои внутрифирменные полномочия и численность подчиненного персонала, минимизируя вмешательство руководителя фирмы в деятельность по исполнению своих должностных обязанностей.

3. Вышестоящий феодал не полновластен над подчиненными своего подчиненного («вассал моего вассала – не мой вассал»).

В промышленной фирме власть директора также ограничена, в т. ч. и над сотрудниками отдельных подразделений. К примеру, передвижения сотрудника по иерархической структуре фирмы часто сопровождаются многочисленными согласованиями, прежде всего с его текущим и будущим прямыми начальниками.

4. «Возникновение большого количества уделов, управлявшихся титулованной родней или приближенными королей» [3, с. 150].

Аналогичным образом в промышленной фирме топ-менеджеры часто склонны делать назначения на ключевые посты, исходя в первую очередь из личной преданности кандидатов, а не из уровня их профессионализма. В результате могут процветать nepотизм и кумовство, а клиентелизм становится нормой.

5. «При “феодальной системе” рабочих побуждали к работе не стимулы, естественно порожденные свободным рынком, а сила и принуждение, власть лорда и государства, стоявшего за ним» [4, с. xvi].

Из практики промышленных фирм известно, что денежные стимулы не способны преодолеть склонность сотрудников к оппортунизму. Это вынуждает системно применять принудительные стимулы (ад-

министративные взыскания, дисциплинарные наказания и др.).

6. «Феодализм – это, прежде всего, система личных связей, иерархически объединяющих членов высшего слоя общества. Эти связи имели реальную основу – бенефиций, которым сеньор жаловал своего вассала в обмен за определенные службы и клятву верности» [5, с. 88]. Бенефиций «не передавался по наследству и потому теснее связывал бенефициария с необходимостью соблюдать интересы дарителя» [6, с. 101].

Аналогичным образом в промышленной фирме использование «бенефиция» сотрудником ограничено сроком его трудового контракта.

7. Инвеститура, т. е. «введение вассала во владение землей и людьми за счет владений его сеньора» [6, с. 109]. При этом «вассал крупного сеньора, в свою очередь, мог иметь собственных вассалов и передавать им за службу часть своего бенефиция. Так возникла феодальная лестница, образующая вертикальную структуру господствующего сословия» [6, с. 110].

Данная форма отношений в современной фирме аналогична введению генеральным директором («сеньором») сотрудника («вассала») в должность руководителя подразделения (т. е. в управление соответствующими активами фирмы) в соответствии со штатным расписанием, сильно напоминающим описание феодальной лестницы.

8. Главной производительной силой при феодализме являлся зависимый крестьянин, который в отличие от раба оставался собственником своей личности и рабочей силы, благодаря чему мог вести и собственное хозяйство. Для таких производителей (т. е. крестьян) при феодализме применяется прекарий (от лат. *preces* – просьба), «т. е. условное земельное держание, которое крупный землевладелец передавал безземельному или малоземельному крестьянину (по его письменной просьбе) на определенный срок, часто пожизненно» [6, с. 102].

Подобным же образом в промышленной фирме каждый отдельный сотруд-

ник сохраняет личную свободу, самостоятельно распоряжается нерабочим временем и получает индивидуальное рабочее место (также по его письменной просьбе, т. е. в форме заявления о приеме на работу) в «условное держание» на неопределенный срок в обмен на присвоение собственником большей части результатов его труда.

9. Существует внеэкономическая зависимость эксплуатируемого от эксплуататора. «Иммунитет, наделивший владельцев больших доменов прерогативами публичной власти... Специальные грамоты короля наделяли местных феодалов административными, судебными и налоговыми функциями. Пожалования такого рода (иммунитет) предоставляли сеньорам право осуществлять внеэкономическое принуждение по отношению к зависимым крестьянам» [6, с. 108].

В промышленной фирме каждый руководитель также наделен административными (график отпусков, отгулы, очередность выхода на работу, работа в выходные дни и т. п.), судебными (окончательное решение в производственных спорах, наложение ответственности и т. п.) и налоговыми (например, в виде добровольно-принудительных членских взносов в профсоюз, корпоративный пенсионный фонд, на корпоративные мероприятия и т. п.) полномочиями. Кроме того, внеэкономическое принуждение вполне способно затрагивать и личную жизнь работников (копирование подчиненными увлечений начальника, его способов проведения досуга, соблюдение дресс-кода и морального облика в повседневности и т. п.).

10. Доминирующая роль аграрного сектора экономики, который был ориентирован строго на экстенсивные, а не интенсивные способы производства: «феодалное хозяйство ... исключало интенсивный путь развития, оставалось только расширять площадь обрабатываемых земель» [5, с. 60]. На наш взгляд, важным здесь является предельная рутинизация сельскохозяйственного производства в период феодализма.

Аналогичным образом внутрифирменный феодализм плохо совместим

с технологическим и научно-техническим развитием: для него в большей степени свойственно перманентное воспроизводство одних и тех же рутинных процессов. Именно поэтому в периоды качественного скачка и технологического перевооружения топ-менеджеры предприятия вынуждены напрямую взаимодействовать с работниками и непосредственными изготовителями продукта, исключив посредничество иерархической структуры. Более того, «наемные менеджеры почти всегда против радикальных инноваций» [7, с. 22], так как зарплата «наемного менеджмента выплачивается за счет выручки от продаж (оборота). В то же время именно объем выпуска и продаж фирмы при внедрении радикальных технологических инноваций сокращаются в первую очередь [7, с. 23].

Сходство аграрного феодализма и рутинной деятельности внутрифирменного феодализма, на наш взгляд, может следовать и из высказывания А.А. Богданова о том, что «идеал “промышленного феодализма”» представляет «на самом деле большое организационное сходство с идеалом старого феодализма при совершенно ином, разумеется, социальном содержании» [8, с. 74]. В другой работе он отмечает, что «регулирование по шаблонам, например, предписание рабочим жестко определенного дневного задания» мало зависит от опыта, знаний и культуры работника, в результате чего его работа «доводится в массе случаев до такой элементарности, что передается неквалифицированному работнику и машине» [9, с. 80].

Вследствие этого наиболее благоприятная среда для внутрифирменного феодализма наблюдается в тех отраслях и сферах деятельности, для которых свойственна рутинная, а не инновационная деятельность. Предельная рутинность основного технологического процесса с управленческой точки зрения идентична рутинности сельскохозяйственного производства в период господства средневекового феодализма.

К дополнительным признакам феодализма, на наш взгляд, можно отнести следующие:

1. Коммендация (от лат. *commendare* – поручать, вверять) – «договор или акт вступления под покровительство более могущественного человека» [6, с. 109]. «Сеньора и вассала соединял вассальный договор. Вассал приносил оммаж сеньору» [5, с. 89]. Такой «акт сопровождался церемонией подчинения (оммаж, от фр. *homme* – человек), как правило, на святых дарах», принесением клятвы верности, после чего он считается «вассалом своего сеньора» [6, с. 109].

Приход в фирму нового значимого сотрудника также часто сопровождается формальной или неформальной церемонией введения в должность. Как минимум при своем представлении сотрудникам фирмы он может давать обязательство работать на интересы фирмы, а как максимум может участвовать в церемонии принятия «присяги» фирме. Для этой же цели служит корпоративный гимн, исполнение которого в некоторых фирмах является обязательным¹. Кроме того, часто такие церемонии приобретают форму корпоративных ценностей, прописанных в коллективном договоре с работниками, «по которому они должны ... придерживаться ЗОЖ и позитивного мышления, разделять ценности компании»².

2. Если при феодализме практиковалось присвоение части труда крестьян «сеньорами в форме феодальной ренты и церковью в форме десятин и милостыней» [5, с. 211], то в условиях современной экономики практикуются или как минимум поощряются барщина и повинности в виде личной помощи «феодалу» (в форме участия в снабжении его ресурсами, связями, услугами, обеспечении его ближайших родственников, вплоть до организации досуга и обустройства личного жилья).

¹ «Гимн компании слушаю стоя»: Как корпоративные ценности становятся скрепами // Секрет фирмы. 26 июля 2016. URL: <https://secretmag.ru/trends/players/gimn-kompanii-slushayu-stoya-kak-korporativnye-cennosti-mutiruyut-v-duhovnye-skrepy.htm> (дата обращения: 01.10.2020).

² Грозовский Б. Дело веры: как эзотерические практики помешали развиваться ФК «Уралсиб» // Ведомости. 20 мая 2015. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/05/21/delo-veri-kak-ezotericheskie-praktiki-pomeshali-razvivatsya-fk-uralsib> (дата обращения: 01.10.2020).

3. «Неприкрытый произвол администрации, воспринимавшей все достояние государства как свою собственность» [3, с. 152].

Внутрифирменные коллективные субъекты (департаменты, службы, отделы и т. п.), хорошо осознающие свои оппортунистические интересы, также стремятся к максимальному присвоению ресурсов фирмы и их расходованию на свои узкогрупповые цели.

4. Действия вассалов регламентировались разного рода распоряжениями (капитуляриями). Так, например, «капитулярий о виллах изобилует распоряжениями по сбору винограда, изготовлению и хранению вина, выращиванию многочисленных огородных и садовых культур» [6, с. 103].

Данный документ имеет прямую аналогию с современной должностной инструкцией, в которой, как правило, обязанности прописываются максимально полно, а права сотрудников часто не конкретизируются.

Приведенные схожие черты феодализма и фирмы могут означать и наличие системного сходства между ними.

Нам представляется, что феодализация принципиально шире, чем сфера государственной бюрократии, и характерна для любых социальных, экономических и политических структур. Внутрифирменный феодализм представляется неизбежным спутником любых иерархических структур, насчитывающих три и более уровня подчинения, вне зависимости от названия должностей и подразделений. Кроме того, такие квазифеодальные черты могут наблюдаться не только в административно-бюрократических отношениях (например, гендиректор – заместитель директора), но и сугубо производственных (например, начальник смены – бригадир).

В данной статье в качестве объекта используется промышленная фирма, так как она позволяет наиболее четко выделить отдельные функциональные уровни деятельности. Однако выводы, сделанные на ее основе, на наш взгляд, могут быть перенесены и на другие типы фирм, а также на все виды рынков (в т. ч. сельское хозяйство и сферу услуг).

Рассмотрим научные концепции, которые отражают отмеченные выше сходные черты феодализма и фирмы.

Применимость известных экономических концепций к исследованию внутрифирменного феодализма

Указанные выше феодальные черты внутрифирменных отношений уже были рассмотрены в ряде теоретических концепций. Однако, на наш взгляд, введение в научный оборот категории «внутрифирменный феодализм» позволило бы более четко зафиксировать системный характер этих черт и выработать соответствующие им управленческие технологии. В этой связи кратко рассмотрим представления о данном явлении в существующих теориях.

Теория бюрократии

М. Вебер полагал, что чиновники «лично свободны и подчиняются только в пределах служебных обязанностей, ... работают на условиях полного отделения от средств управления и без апроприации служебного места, ... подчиняются строгой единообразной служебной дисциплине и контролю» [10, с. 259]. Однако практика показывает, что чиновники государственного сектора и топ-менеджеры предпринимательских структур работают в соответствии с неформальными правилами, а не контрактными обязательствами. Это проявляется, например, в стремлении приватизировать и передать свою должность по наследству; ориентации на личную преданность сотрудников, а не служебную дисциплину; желании избавиться от любой формы контроля. Следствием этого является возникновение внутрифирменных политических процессов, что противоречит положению теории бюрократии «о доминанте экономических мотивов во всех процессах, которые происходят и могут происходить в обществе» [11, с. 170].

Если в теории бюрократии топ-менеджеры имеют «монопольного покупателя своих услуг» [12, с. 271], то внутрифирменные «феодалы» активно стремятся найти и других покупателей (за пределами фирмы), что позволит им обрести независимость. В ходе этого они неизбежно создают

коррупционные структуры, действующие в их узкогрупповых интересах.

Теория социальных сетей

В отличие от большинства социальных сетей внутрифирменный феодализм локализован в рамках одной организации и слабо ориентируется на индивидуальные симпатии и предпочтения. Кроме того, социальные сети предполагают примерно одинаковый социальный статус для всех участников, равноправные отношения между ними, а иногда и анонимный характер взаимодействий. Феодальные же отношения субординационны, в них четко определены формальные и неформальные полномочия, а также персональная ответственность.

Следует согласиться с М. Кастельсом в том, что деятельность социальных сетей «связана с реальной подчиненностью этих сетей логике вертикальных организаций, чья власть была вписана в институты общества и распространялась через односторонне направленные потоки управленческих команд и контролирующих указаний» [13, с. 39]. Это как раз и подчеркивает принципиальное отличие горизонтальных отношений в социальных сетях и вертикально-иерархических отношений, свойственных феодализму.

Теория административного рынка

По мнению С. Г. Кордонского, административный рынок является «жестко, но многомерно иерархизированной синкретичной системой (где экономический и политический компоненты даже аналитически не могли быть разделены), в которой социальные статусы и потребительские блага конвертируются друг в друга по определенным, отчасти неписанным правилам, меняющимся во времени» [14, с. 11]. Торг происходит «между обладателями административных прав на потребительские ценности. Последние всегда были в “дефиците”, и получить их можно было, только предъявив на них свои административные права, постояв при этом в очереди и поторговавшись с теми, кто распределяет блага» [14, с. 14]. В таком понимании рынок и торг предполагают некоторую равноправность участвующих сторон (в противном случае это было бы присвоением, а не торгом).

Если рассматривать уровень отдельного предприятия, то теория административного рынка описывает «торг между рабочими, линейными и функциональными руководителями» [14, с. 73], в то время как внутрифирменный феодализм подразумевает существование в рамках промышленной фирмы многоуровневых конкурирующих феодальных структур, которые могут включать в себя и рабочих, и руководителей разных уровней управления.

С.Г. Кордонский подчеркивает, что «ни один из элементов административного рынка не мог иметь собственных целей и обладать средствами для их достижения» [14, с. 80]. В противоположность этому внутрифирменные феодальные структуры обладают и ясно осознаваемыми оппортунистическими групповыми целями, и средствами для их достижения.

Теория неокорпоративизма

И.Н. Шапкин справедливо обращает внимание на принципиально важное свойство корпоративизма, которое состоит «в активном взаимодействии с властью для того, чтобы их интересы и запросы были не только услышаны, но и реализованы» [15, с. 80]. На наш взгляд, ситуация внутри фирмы может быть иной: цель внутрифирменных феодальных структур состоит не в том, чтобы декларировать и открыто продвигать свои интересы, а в том, чтобы оппортунистически перераспределять в свою пользу ресурсы фирмы. Наиболее эффективно внутренние феодальные структуры достигают этого в том случае, если формально соглашаются с целями собственника и топ-менеджера, но скрыто реализуют свои узкогрупповые, оппортунистические интересы. Квазифеодальные вотчины, не будучи зафиксированными в каких-либо реестрах или штатных расписаниях, стремятся оставаться невидимыми, поскольку чем более они заметны, тем более уязвимы.

Модель «принципал – агент»

«Агентская теория (и присущая ей проблема оппортунизма) исходит из ограниченной рациональности экономических агентов» [16, с. 213], а также из возможности проявления оппортунизма обеими сторонами взаимодействия. При этом считается, «что оппортунистическое поведение высших ме-

неджеров может проявляться в двух формах» [17, с. 99] – злонамеренное и «злонамеренное поведение, ведущее к значительным потерям фирмы» [17, с. 99]. На наш взгляд, внутрифирменные феодальные структуры однозначно ориентированы на сугубо эгоистичные и ясно осознаваемые цели, прежде всего извлечение личной выгоды. Именно по этой причине они так же, как и агенты, очень чувствительны к асимметрии информации. Кроме того, модель «принципал – агент» уделяет основное внимание случаям, когда агент является отдельным индивидом. В контексте внутрифирменного феодализма индивидуальный оппортунизм является только первой стадией, предшествующей неизбежному оформлению группового характера интересов и целей, в ходе чего отношения внутри фирмы складываются между сложно устроенными неформальными сообществами, некоторые члены которых могут не иметь прямого отношения к формальному контракту с принципалом.

По указанным выше причинам категория «внутрифирменный феодализм» представляется нам более удачной, а термин «феодализация» подчеркивает первичность системных отношений внутри фирмы.

Советская историческая энциклопедия отмечает, что «при всем многообразии конкретно-исторических, региональных разновидностей феодализма и его стадийных особенностей две черты, характеризующие производственные отношения этого строя, обязательны для признания данного общества феодальным: во-первых, монополия господствующего класса на земельную собственность ...; во-вторых, экономическая реализация этой собственности в форме мелкой агрикультуры, т. е. наличие у крестьянина самостоятельного хозяйства, ведущегося на принадлежавшей крупному собственнику (государству или господину) земле и поэтому обремененного службами и повинностями (феод, земельная рента) в пользу собственника»¹. В наше время полномочия собственника на все активы предприятия аналогичны мо-

¹ Советская историческая энциклопедия. М.: Государственное научное издательство «Советская энциклопедия», 1974. Т. 15. С. 20.

нополии господствующего класса на земельную собственность, а самостоятельное хозяйствование крестьянина на господской земле – распоряжению работником средствами производства фирмы. Рутинный характер производства многих современных промышленных фирм также очень близок рутинности сельского хозяйства средневековья.

Обзор современных экономических публикаций показывает, что квазифеодальные отношения внутри фирмы отчетливо фиксируются, но рассматриваются как отдельные неформальные отношения, без выявления системных связей между ними.

Так, *M. Jan* подчеркивает «важность личных отношений и неформальных институтов семьи, касты и религии для установления доверия и появления классовой стратификации участников рынка» [18, с. 225].

Ряд исследователей получили результаты, из которых можно сделать вывод о том, что чем сложнее производственная деятельность, тем в большей степени используются «неформальные механизмы» и «неформальная координация», которая «направлена на личные отношения и отношения между работниками» [19, с. 597]. Более того, по их мнению, «формальная координация не имеет смысла в исследованиях и разработках, где факторы производства ... не являются предсказуемыми или часто изменяются» [19, с. 601].

Существует мнение и о том, что неформальные отношения напрямую влияют на финансовые показатели и кредитные рейтинги: «Неформальные ограничения, вытекающие из культуры, оказывают огромное влияние на повседневное поведение ... Культура напрямую влияет на восприятие менеджерами сомнительной деловой практики ... и косвенно влияет на выбор менеджеров в отношении раскрытия финансовой информации, качества финансовой отчетности ... и степень управления доходами» [20, с. 2]. Следствием этого является изменение «качества корпоративных инвестиционных рейтингов» [там же].

На наш взгляд, указанные и многие другие исследования подтверждают значимость неформальных институтов в развитии фирм. При этом представляется, что элемен-

ты неформальной координации (обычай, привычки, доверие, репутация и др.) не могут рассматриваться разрозненно и изолированно друг от друга. Они укоренены в исторически сложившейся квазифеодальной системе внутрифирменных отношений. В этой связи далее рассмотрим права и обязанности, лежащие в основе таких отношений.

Неявные права работника как предпосылки для внутрифирменной феодализации

В предельно простом случае (при взаимодействии работодателя и единственного работника) происходит одновременное и встречное движение как прав, так и обязанностей, которые должны примерно уравнивать друг друга (как минимум в момент начала производственного взаимодействия). От работодателя к работнику передаются:

1. Право на производительное использование основных средств производства в соответствии с технологией изготовления продукта.

2. Право на извлечение полезных свойств из сырья и материалов, а также их соединения и комбинирования на производственных участках фирмы.

3. Право на получение оплаты труда, адекватной вложенному труду.

В обратном направлении движутся обязанности работника, соответствующие правам работодателя:

1. Право работодателя располагать рабочим временем работника.

2. Право работодателя использовать по своему усмотрению опыт, навыки, физические и другие свойства работника в течение рабочего времени с целью изготовления готового продукта.

3. Право присваивать и по своему усмотрению распоряжаться материальными и нематериальными результатами труда работника.

Факт заключения трудового договора (формального или устного) говорит о том, что обе стороны не являются самодостаточными, нуждаются в производственном соучастии другой стороны и осознанно соглашаются с тем, что будут прилагать только те трудовые и производственные действия, ко-

торые взаимодополняют полезные трудовые и производственные действия другой стороны. Тем самым в момент соглашения стороны сознательно уменьшают степень своей свободы и действуют так, чтобы сохранить созданную ими целостную производственную систему. В итоге «участники заинтересованы в продолжении сделки, так как не желают терять свои трансакционно-специфические инвестиции» [21, с. 102]. Однако, несмотря на это, их долгосрочные интересы чаще всего не совпадают.

Независимо от характера взаимодействия работодателя и работника, каждый из них живет в своем временном интервале, равном длительности кругооборота их активов. Для работодателя он равен сроку окупаемости основного капитала, для работника – сроку «оборота труда», т. е. интервалу времени между началом работы и моментом получения полной оплаты за совершенный труд. Соответственно горизонт планирования у них кардинально отличается. В первом случае ожидаемые результаты максимально отдалены, что требует долговременного инвестирования средств, сил, связей. Такая долговременность делает необходимым учет множества сторонних факторов и интересов, что, в свою очередь, требует способности к прогнозированию и анализу причинно-следственных связей. Во втором случае ограниченный горизонт планирования работника не поощряет длительную привязку к конкретному рабочему месту, фактически подталкивая его к предельно близким целям и максимально быстрой отдаче на вложенный труд.

Таким образом, неизбежно возникающее рассогласование циклов потребления главных активов (своего рода ликвидность труда и основных средств) и вытекающих из них интересов ведет к нарастающим противоречиям между работником и собственником фирмы. Некоторый контроль над основными средствами, который получает работник, ведет к тому, что эти средства часто начинают эксплуатироваться, исходя из краткосрочных интересов этого работника (например, максимально интенсивно, с недостаточным техобслуживанием, без должной заботы, а также в интересах тех лиц, ко-

торые способны быстро возместить понесенные затраты труда, в т. ч. и противоправным способом).

Вследствие этого работник объективно выигрывает, если ограничивает информированность собственника и его контроль над основными средствами. Другими словами, благодаря асимметрии информации, работник *неявно* приобретает элементы власти над чужим капиталом в рамках своего производственного участка.

Другим аспектом таких взаимоотношений является связь с внешней средой. Работодатель берет на себя целый ряд функций, освобождая от них работника:

1. Обеспечение поставок сырья и сбыта готового продукта.
2. Поддержание работоспособности основных средств.
3. Взаимодействие с обществом, органами власти, конкурентами и другими экономическими агентами.
4. Обеспечение сотрудника работой и соответствующей оплатой труда, тем самым фактически гарантируя жизнеспособность работника и всей его семьи.

В совокупности собственник берет на себя большую часть функций работника, оставляя ему только физические процессы производства. Возникающий тем самым перекос в распределении функций и соответствующих им рисков ведет к тому, что положение работника становится более стабильным и прогнозируемым. Появляющаяся у него уверенность и отсутствие чувствительности к внешнерыночной ситуации являются основанием для развития оппортунизма.

При этом чем длительнее срок окупаемости основных средств производства, тем уязвимее положение их собственника. В этой связи позиция работника более выигрышна, если нет таких стабилизирующих факторов, как:

- высокий уровень конкуренции на рынке труда;
- наличие социальных и личных обязательств (семья, дети и т. п.);
- наличие финансовых обязательств;
- личные предпочтения и лояльность фирме.

Исходя из вышесказанного, чем длительнее взаимодействие работодателя и работника, тем в большей степени последний способен присваивать *неявные права*, т. е. права по использованию основных средств производства в своих личных интересах, а не в интересах работодателя. В ходе этого процесса он может последовательно получать все больше полномочий, которые можно сгруппировать по функциональным уровням деятельности фирмы:

1) Физические, связанные с преобразованием ресурсов на производственных участках фирмы в готовый продукт:

- право на эксплуатацию основных средств производства;
- право на своевременное техническое обслуживание основных средств производства;
- право на получение средств индивидуальной защиты, инструментов и других расходных материалов.

2) Распределительные, связанные со своевременным обеспечением производственного участка всеми необходимыми ресурсами:

- право на получение транспортных, логистических и иных услуг;
- право на получение энергетических и иных ресурсов, необходимых для осуществления производственного процесса;
- право на своевременное обслуживание рабочего места;
- право на профессиональную подготовку, получение новых знаний, опыта, квалификационного уровня;
- право на получение производственной помощи от коллег;
- право пользования услугами вспомогательных подразделений и др.

3) Экономические, связанные с поддержанием производственной деятельности с помощью движения денежных средств и их эквивалентов:

- право на получение оплаты своего труда согласно трудовому договору;
- право на материальное и нематериальное стимулирование и участие в разработке системы мотивации;

– право на получение помощи фирмы в удержании и перечислении налогов;

– право на обеспечение фирмой финансового и юридического взаимодействия с поставщиками основного и оборотного капитала, покупателями, банками, органами власти;

– право на участие в планировании и осуществлении бюджетной политики, касающейся его производственного участка.

4) Проектно-технологические, связанные с встраиванием фирмы в экономическую систему региона и страны:

- право на информацию о технологиях производства;
- право на информацию о планируемых проектах;
- право на участие в разработке и применении новых производственных и иных технологий;
- право на согласование стратегии компании;
- право на участие в коммуникациях с государственными органами власти;
- право на участие в разработке этики компании.

Последовательное получение все более высоких прав (физических, распределительных, экономических и проектно-технологических) создает предпосылки для феодализации сотрудников и подразделений промышленной фирмы. Особенно эти тенденции усугубляются в фазе зрелости, когда положение промышленной фирмы устойчиво и прибыльно.

С этой точки зрения отдельные подразделения имеют объективную тенденцию к максимальному расширению, «окукливанию» и замыканию на самих себя. Если организационные технологии не предполагают механизмов противодействия этим тенденциям, то феодализация лавинообразно усиливается и может привести к утрате целостности фирмы.

Вместе с тем из вышесказанного следует, что внутрифирменная феодализация является объективным процессом, который может быть ограничен, но не может быть полностью уничтожен. Далее рассмотрим его характерные черты в промышленной фирме.

Промышленная фирма как результат феодальных отношений

Продолжая аналогию с феодализмом, можно сказать, что собственник или директор фирмы («сюзерен») назначает начальников подразделений («феодалов») на должность («на кормление») в обмен на лояльность, которая проявляется в готовности предоставлять услуги, необходимые для осуществления всего процесса производства в рамках фирмы.

Фирма как таковая для поддержания своей конкурентоспособности должна оперативно улавливать рыночные сигналы и трансформировать их в управленческие импульсы. Данная функция возлагается в первую очередь на директора, который генерирует такие импульсы и доводит их до топ-менеджеров («феодалов»), транслирующих их своим сотрудникам («вассалам»).

Управленческие импульсы могут быть:

1. Физическими (приказ, поручение, разговор, выговор / благодарность, утвер-

ждение в должности, допуск к работе и т. п.).

2. Витальными (программа поддержания здоровья, медицинское страхование, режим работы и отдыха и т. п.).

3. Денежными (премирование / депремирование, социальный пакет и др.).

4. Профессиональными (продвижение по карьерной лестнице, наделение новыми полномочиями, предоставление возможности повышения квалификации и др.).

5. Технологическими (предоставление знаний о причинно-следственных связях событий и процессов, доступ к разработке и применению новых технологий).

6. Проектными (участие в выработке и корректировке стратегии развития фирмы с учетом спроса, предложения, существующих центров силы, имеющихся у фирмы ресурсов и других факторов).

Если указанные импульсы применяются эффективно, то все подразделения действуют синхронно (рис. 1).



Рис. 1. Поддержание синхронности деятельности функциональных уровней фирмы с помощью импульсного воздействия собственника*

Fig. 1. Scaffolding the uniformity of the firm's levels in their performance with an impulse impact of the owner

* Принципы выделения и существенные характеристики данных функциональных уровней представлены в [22].

В ходе производственной деятельности как трудовые коллективы, так и отдельные работники накапливают специфический «капитал» – опыт, знания технологии производства, свойств материалов, инструментов, оборудования; формальные и неформальные связи с внутрифирменными и внешними субъектами; информацию о сильных и слабых сторонах как всей фирмы, так и ее сотрудников.

Значимость данного «капитала» нарастает по мере увеличения трудового стажа сотрудника и расширения его полномочий. Более того, фирма может сознательно или бессознательно увеличивать этот «капитал»:

- предоставлять сотруднику возможности повышения квалификации;
- поощрять важные неформальные связи с ключевыми внешними субъектами;
- поощрять трудовые династии. В данном случае существует опасность проявления кумовства и nepотизма, что становится основой для формирования устойчивых внутрифирменных феодальных кланов, которые можно назвать своего рода «коллективным феодальным капиталом фирмы».

Такого рода индивидуальный и коллективный феодальный «капитал» обеспечивает постепенное присвоение его обладателями властных полномочий в фирме. Тем самым возникает внутрифирменная, неформальная структура, перераспределяющая ресурсы фирмы в свою пользу. Внутренняя среда фирмы в этом случае превращается в ряд «окуклившихся» подразделений, которые слабо зависят от состояния внешней среды и управленческих решений руководства фирмы.

Достигая максимального могущества, такие феодальные подразделения способны:

- самостоятельно выстраивать производственную цепь от закупки сырья до получения дохода от продукта своего подразделения, т. е. противоправным образом реализуя продукт напрямую внешним субъектам и присваивая соответствующий доход;
- определять издержки и плановый уровень прибыли от продажи продукта свое-

го подразделения, технологию его производства;

– выстраивать снабженческие связи с внутренними подразделениями фирмы на взаимовыгодной основе, т. е. выстраивая нелегальный внутрифирменный рынок.

Исходя из вышесказанного, подразделение промышленной фирмы, обладающее самостоятельностью с помощью объединения всех четырех функциональных уровней, обозначим в рамках данной статьи как «феод». «Феодом» обозначим лицо, фактически управляющее этим феодом.

«Феодалы» способны контролировать все четыре функциональных уровня, которые были рассмотрены выше (рис. 2).

В терминологии А.А. Богданова такого рода «феоды» можно обозначить как организованные комплексы, построенные по принципу «целое больше суммы своих частей» [23, с. 113]. Уровень их административной власти и уровень организованности их действий способны парализовать систему формальных отношений и процедур, в результате чего возникает «искусственно генерируемая неспособность кого бы то ни было, за исключением менеджеров высшего звена, обеспечивать выполнение тех или иных задач» [24, с. 28].

Исходя из вышесказанного, мы можем определить *внутрифирменный феодализм* как объективную тенденцию иерархической структуры распадаться на группы («феоды»), охватывающие несколько функциональных уровней и стремящиеся подчинить деятельность всей фирмы своим узкогрупповым интересам.

Такой внутрифирменный феодализм имеет следующие характерные черты:

1. Нарастающая независимость от собственника или директора фирмы, которую приобретают управленцы разного уровня, благодаря наличию у них возможности ограничить информационный и иной доступ к их деятельности и производственному участку. Так же, как при средневековом феодализме, имеет место разделение «государства на королевский домен и феоды владетельной знати – знак свидетельства слабости центральной власти» [3, с. 149]. Точно так же и внутри фирмы вслед за

предоставлением руководителям разных уровней управления разного рода прав следует неизбежное ослабление роли первого лица в деятельности фирмы.

2. Тщательно культивируемая асимметрия информации, прежде всего в отношениях собственника или директора («сеньора») и заместителей / начальников подразделений («феодалов»).

3. Десинхронизация деятельности функциональных уровней фирмы (рис. 2). Расхождение интересов разных функциональных уровней неизбежно приводит к устойчивому несовпадению фаз их активности и, как следствие, хроническому нарастанию запасов, объемов незавершенного производства, остатков на счетах, а также авральным работам, чередующимся с простоями.

4. Расхождение интересов, связанных с субъективной оценкой трудозатрат и принципом разделения готового продукта, которое может приобретать откровенно оппортунистический характер, никак не связанный с эффективностью труда отдельных лиц и отделов.

5. Постоянно понижающаяся рациональность и информированность директора («сеньора»), уменьшение его способности воспринимать и осмысливать все увеличивающийся поток информации.

В результате внутрифирменные «феодалы» начинают вести себя так, как если бы они являлись полноправными собственниками своих структурных подразделений («вотчин»), а затем и фирмы в целом.

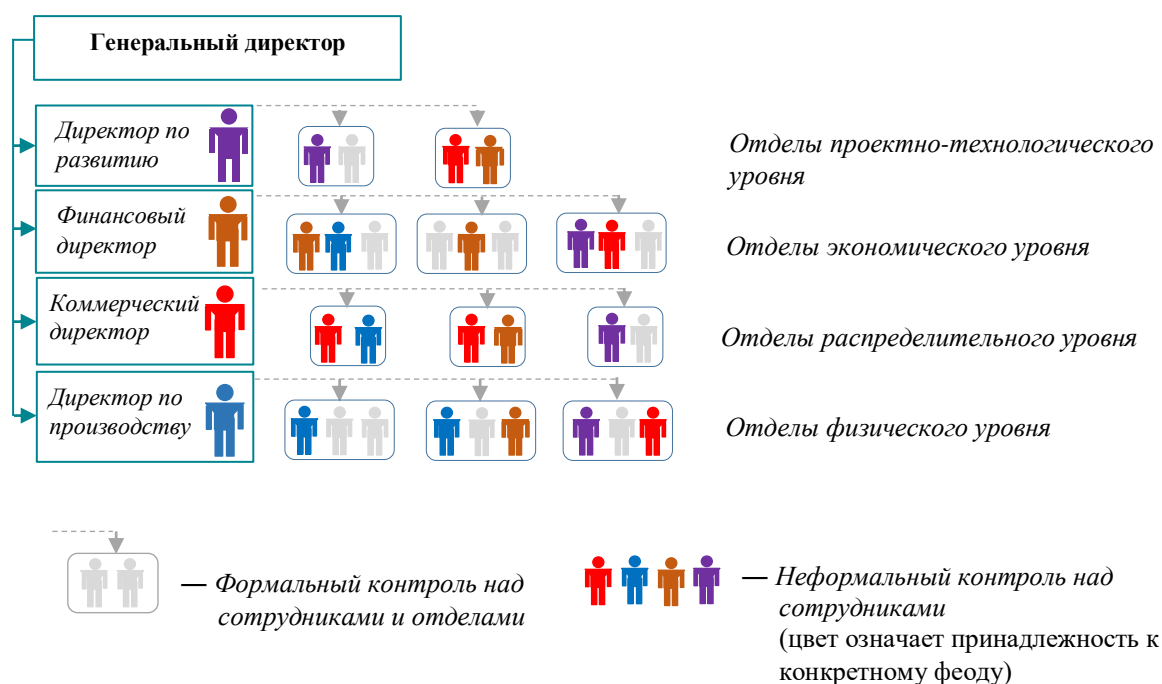


Рис. 2. Контроль феодалов над функциональными уровнями фирмы с помощью феодалов

Fig. 2. Feud-based control of the feudal lords over the firm's functional levels

В целом системный характер внутрифирменного феодализма реализуется посредством:

– элементов системы – собственники и директор фирмы с одной стороны и феодалы с другой, характер взаимоотно-

шений которых определяет эффективность деятельности фирмы;

– связей между элементами системы – формально взаимодополняющие отношения, а также неформальные, конкури-

рующие отношения, основанные на асимметрии информации;

– структуры, предполагающей связь всех элементов системы с помощью управленческих импульсов (физических, витальных, денежных, профессиональных, технологических, проектных);

– цели – максимизация доступных для элементов системы ресурсов.

Исходя из вышесказанного следует также указать ограничения, связанные с перенесением понятия «феодализм» из традиционно используемого контекста (характеристика распределения политической власти в условиях доминирования аграрного сектора экономики и преимущественно натурального хозяйства) в новый контекст индустриальной экономики:

1. Это понятие применимо только к фирмам с преимущественно рутинным характером производства, цикл которого повторяется практически в неизменном виде.

2. Внутрифирменный феодализм имеет место в иерархически организованных структурах, насчитывающих три и более уровня подчинения.

3. Характер производства делает возможным появление и усиление асимметрии информации в отношениях между феодалом и топ-менеджментом фирмы.

В связи с изменением характера производства в условиях цифровизации хозяйствования рассмотрим далее, каким образом данные процессы будут влиять на внутрифирменный феодализм.

Усиление внутрифирменного феодализма в условиях цифровизации экономики

В настоящее время чрезвычайно позитивно оценивается влияние цифровых систем на систему управления предприятием. Например, ряд авторов считает, что «цифровые технологии в корне меняют традиционную бизнес-стратегию в пользу модульных, распределенных, кросс-функциональных и глобальных бизнес-процессов, которые позволяют выполнять работу через границы времени, расстояния и функции» [25, с. 472].

Действительно, можно выделить ряд принципиально новых возможностей,

доступных топ-менеджерам и собственнику фирмы в условиях цифровизации экономики:

1. Повышение информационной прозрачности процессов и причинно-следственных связей. Собственник и топ-менеджмент фирмы обретают «способность гибко связывать информацию об активах с другими наборами данных» [26, с. 342], что, в свою очередь, позволяет с высокой степенью достоверности судить о состоянии и движении активов, а также о решениях линейных руководителей.

2. Повышается способность «адаптироваться к динамически меняющимся условиям окружающей среды, таким как сокращение жизненного цикла продукции, увеличение разнообразия и изменение ожиданий потребителя» [27, с. 119].

3. Повышается прозрачность деятельности каждого рядового работника, а также движения отдельных компонентов оборудования и продукта: «беспроводные технологии ... позволяют отслеживать производительность сотрудников, поскольку количество и частота запросов, а также время, необходимое для их решения, могут быть легко задокументированы. ... Используя уникальные идентификаторы (например, радиочастотная идентификация), можно отслеживать каждый компонент и продукт» [27, с. 125].

4. Увеличивается число операций, совершаемых без вмешательства человека, «включая перемещение компонентов и продуктов в нужное место в процессе производства» [27, с. 125].

5. С помощью инструментов визуализации и дополненной реальности облегчается процесс управления сложными системами, что позволяет сократить потери времени и энергии, а также увеличить оптимальность каждого производственного усилия.

6. Возрастает конкурентное давление на многие должностные и профессиональные позиции: «в некоторых регионах более 25 % рабочих мест подвержены высокому риску автоматизации» [28, с. 134].

На наш взгляд следует также выделить неблагоприятные последствия циф-

ровизации экономики для экономических субъектов:

1. Значительные финансовые и временные затраты на внедрение таких систем.

2. Критическая зависимость от компьютерных технологий, которые, как правило, принадлежат сторонним разработчикам, получающим полный контроль над внутренней информационной средой фирмы. Вследствие этого снижаются риски внутрифирменной феодализации и оппортунизма со стороны сотрудников, но одновременно с этим повышаются риски оппортунизма со стороны поставщиков программных продуктов.

3. Повышение прозрачности внутренних процессов облегчает перехват управления внутренними феодалами и сторонними субъектами.

4. По мере цифровизации фирмы возрастает сопротивление ее сотрудников, которые «боятся потерять работу из-за растущей оцифровки и отсутствия соответствующих навыков для работы с новыми технологиями» [27, с. 127].

Однако в целом такие минусы не могут превосходить долгосрочные выгоды от цифровизации экономики, которые обеспечивают промышленной фирме максимальную предсказуемость поведения сотрудников и предельно возможное понимание причинно-следственных связей в производственных процессах.

Вследствие цифровизации внутрифирменный феодализм кардинально меняется, но, на наш взгляд, не исчезает.

Предельная цифровизация приводит к тому, что все логические операции и машиноподобные действия живых людей переводятся в цифровую модель и передаются техническим системам, обретающим автономные производственные функции. Однако в ходе этого процесса не может быть ликвидирована значимость специфических человеческих активов – способность делать открытия, не вытекающие из прошлого опыта; возможность формулировать абстрактные понятия; проявление лидерских качеств; обладание неформализуемыми знаниями; опыт; интуиция; товарищеская поддержка и др. Это в полной

мере относится и к такой производственной подсистеме, как *ИТ*, создавать и обслуживать которую должны специалисты, имеющие представление о ценности промышленного производства как базовой отрасли национальной экономики (это, в свою очередь, позволяет ранжировать операции по значимости, присваивать им финансовые эквиваленты и др.).

В условиях ликвидации большинства рядовых сотрудников и линейных руководителей лица, контролирующие *ИТ*-подсистему, приобретают неограниченные феодальные права. Другими словами, цифровизация приводит к тому, что меняется обладатель внутрифирменных феодальных прав: им становится субъект, управляющий информационной подсистемой фирмы¹.

В лучшем случае такими субъектами являются сотрудники фирмы, разрабатывающие собственные информационные технологии. Если же их предоставляют сторонние разработчики, то руководство фирмы утрачивает целый ряд управленческих функций. В частности, теперь оно не в состоянии самостоятельно отслеживать передачу данных, определять затраты на обслуживание информационной подсистемы (плату за пользование программным обеспечением устанавливают *ИТ*-разработчики), менять технические параметры информационной подсистемы, оценивать добросовестность разработчиков и т. д. Более того, руководство фирмы не может быть уверенным в отсутствии оппортунизма со стороны внешних разработчиков, которые в любой момент могут ограничить доступ к информационной подсистеме фирмы по тем или иным причинам, мгновенно заблокировав все производственные процессы. В такой ситуации внешний субъект фактически становится внутренним феодалом, уровень неявной власти которого угрожает формальной власти номинального директора фирмы.

Таким образом, цифровизация не ликвидирует квазифеодальные отношения

¹ Уже сегодня мы видим, что в фирмах *ИТ*-специалисты стали незаменимыми, независимыми и фактически неподконтрольными кому бы то ни было, включая руководство фирмы (хотя формальный контроль сохраняется).

внутри фирмы, а лишь меняет состав феодалов и их возможности: теперь они способны дистанционно управлять автоматизированными рабочими местами промышленной фирмы, системой документооборота, операционными системами бухгалтерии и проектного бюро, станками с ЧПУ и мн. др. Кроме того, СМИ регулярно сообщают о случаях блокировки производственной деятельности и противоправного копирования важных данных неизвестными лицами, в т. ч. и у организаций общегосударственной важности (Центральный банк, «силовые» министерства, Сбербанк и др.). В таких случаях неизвестные ИТ-специалисты технически способны неограниченно и анонимно влиять на производственную деятельность фирмы, обретая тем самым права внутрифирменного «феодала».

Исходя из вышесказанного, цифровизация приводит к кардинальному сужению числа внутренних «феодалов», но одновременно умножает уровень феодальной власти ИТ-подразделений. Выход из этой ситуации следует искать не в технических и технологических решениях, а в системе политических и экономических отношений.

Комплекс нецифровых мер по ограничению внутрифирменного феодализма

На наш взгляд, ограничить формирование и распространение внутрифирменного феодализма можно, используя следующие меры:

1) Ликвидацию феодалов и их феодалов. При всей простоте этого шага он имеет один важный недостаток: вместе с упразднением кланов ликвидируется и «капитал», накопленный его членами. Кроме того, именно феодалы являются той важнейшей внутренней организационной силой, которая способна мобилизовать фирму на развитие.

2) Перераспределение полномочий феодалов за счет дробления феодалов, активизации вертикальных лифтов для перспективных сотрудников и т. п.

3) Изменение условий функционирования феодалов.

4) Внесение изменений в иерархическую структуру фирмы.

5) Перераспределение проектно-технологических прав от феодалов к коллективу всей фирмы.

Первая и вторая меры представляются очевидными, часто применяемыми на практике и не требующими пояснений. Третью, четвертую и пятую меры необходимо рассмотреть более подробно.

Что касается воздействия на условия функционирования феодалов, то согласно рис. 2 представлена ситуация, при которой внутрифирменные феодалы равноудалены от директора фирмы. На практике же может наблюдаться ситуация, при которой в каждый момент времени только один из феодалов находится у «руля» фирмы. Лидерство одного из них автоматически означает ослабление других (уменьшение бюджетов, прав, влияния на решения руководства и т. п.). По этой причине феодалы непрерывно конкурируют между собой.

Препятствовать появлению феодалов и феодалов внутри фирмы вряд ли возможно – это неизбежно происходит в любой иерархической структуре. В этой связи задачей руководства фирмы является управление межфеодальной конкуренцией с извлечением выгоды для фирмы в целом. С этой точки зрения собственники фирмы должны управлять конкуренцией между феодалами так, чтобы каждый новый феодал, вставший во главе фирмы, стремился усилить восходящий тренд основного производства, концентрируя на этом все ресурсы фирмы.

Характер столкновений конкурирующих феодалов зависит от того, на какой стадии развития находится фирма в целом. С точки зрения А.А. Богданова, таких стадий можно выделить две – сжатие и расширение [23, с. 206]. В фазе расширения фирма имеет избыток ресурсов, благодаря чему она внутренне усложняется, появляются все новые и новые подсистемы (отделы, цеха, службы и т. п.).

В фазе сжатия система организационно уменьшается, становится более однородной и упрощенной. Соответственно в этой фазе конкуренция между феодалами

обостряется, в связи с чем они вынуждены искать союзников как внутри, так и вне фирмы. Иногда фаза сжатия завершается сменой доминирующего феода.

Фаза цикла оказывает значительное влияние на характер взаимодействия между феодами. Если использовать концепцию А.А. Богданова, то такое взаимодействие может иметь один из следующих результатов: возрастание организованности (совпадение активностей феонов и их взаимоусиление), возрастание дезорганизованности (взаимопогашение противоположно направленных активностей феонов) и нейтральность, которая представляет собой «результат равенства ассимиляции с дезассимиляцией в обмене веществ и энергии» [23, с. 122].

В любом из этих случаев они будут вынуждены конкурировать за ограниченные внутрифирменные ресурсы (уровень зарплат, бюджет, полномочия и т. п.), т. е. дезорганизовывать друг друга. Это негативный для фирмы в целом процесс. При этом в момент становления феонов конкуренция будет особенно острой, поэтому данная стадия является *стадией дезорганизованности*.

На следующей стадии (*стадии нейтральности*) раздел сфер влияния заканчивается и феоны достигают самодостаточности. Конфронтация между ними приобретает вялотекущий характер.

Особый интерес представляет возможность достижения *стадии возрастания организованности*, которая предполагает вмешательство собственников фирмы и ее директора в деятельность внутренних подразделений как реакцию на угрожающий рост уровня рисков фирмы. Рассмотрим далее риски, которые должны привлечь внимание собственников и директора фирмы.

Исторический феодализм прекратил свое существование в тот момент, когда земельная рента перестала покрывать минимально необходимые для общества того времени расходы с одновременным появлением иных способов организации экономических систем. Так же и в фирме изменение природы отношений, вероятнее всего, произойдет при кризисе, который вынуждает пересмотреть властно-производственные

отношения. В благоприятной обстановке и при стабильном уровне доходов у внутрифирменных субъектов нет никаких стимулов к изменению характера своих взаимоотношений.

Минимальные риски расслабляют сотрудников фирмы, избавляя их от необходимости проявлять активность. С этой точки зрения руководство фирмы должно сознательно отказаться от внутренней стабильности и поставить себя и свой персонал в неустойчивое положение, в котором они будут вынуждены прилагать сверхусилия. Такую политику можно охарактеризовать как переход от максимальной упорядоченности и стабильности к управляемой нестабильности.

Жесткая иерархическая система, порождающая внутрифеодальные структуры, далеко не всегда способна проактивно уловить и рефлексировать должным образом изменения рыночной среды. Феодалы выстраивают барьеры от внешнего мира и от других подразделений фирмы. В результате они становятся самодостаточными и не реагируют на изменение ситуации на рынке. Сегодняшние риски они считают безопасными, а долгосрочные часто находятся вне поля их зрения. По мере сжатия горизонта планирования рисков уменьшается и возможность феонов улавливать и воспринимать внешние рыночные импульсы.

В этой связи в структуру фирмы должны быть встроены элементы нестабильности, выводящие феодалов из равновесия и расширяющие горизонт планирования у каждой производственной единицы, каждого сотрудника, каждого феода и фирмы в целом. Для этого может быть использована кризисная ситуация.

Искусственный или реальный кризис фирмы заставляет каждого сотрудника и феодала осознать зависимость от текущего состояния всей фирмы в целом. В этом случае уровень их индивидуальных рисков заставляет искать опору в других подразделениях, а также во внешних субъектах, с которыми они напрямую контактируют (потребителях, поставщиках, органах власти и др.). Тем самым фирма плотнее интегрируется с другими субъектами, что спо-

способствует лучшему пониманию их целей и стратегий, возможности влияния на них, гармонизации совместной деятельности.

А.А. Богданов делил кризисы на два типа – кризис слияния (конъюгации; например, объединение разных компаний в одну) и кризис разделения (дезинтеграции; например, выделение производственного подразделения фирмы в самостоятельную организацию) [23, с. 176].

Такого рода кризисы могут наблюдаться и внутри самих феодалов. По мере их разрастания в них усиливается дезорганизация и ослабевают внутренние связи, т. е. феодалы постепенно становятся все более неустойчивыми, «рыхлыми» и теряют свою дееспособность. Асимметрия информации позволяет длительное время маскировать эту тенденцию. При этом само расширение феодала представляется неизбежным, так как «динамическим элементом сохранения комплекса является возрастание его активностей за счет среды» [23, с. 201].

Из вышеизложенного следует, что собственники фирмы должны периодически искусственным образом создавать управляемый внутренний кризис. У совета директоров и учредителей фирмы имеется возможность проводить такого рода проактивную политику по проектированию внутренних кризисов, которые могут быть нейтрализованы только сплоченным коллективом.

К инструментам управляемого кризиса можно отнести:

- смену базовой технологии, изменяющую иерархию подразделений фирмы. Например, развитие финансовых технологий привело к тому, что в руководствах многих компаний производственники были вытеснены финансистами. В свою очередь, финансисты сегодня зачастую испытывают сильную конкуренцию со стороны маркетологов и сбытовиков;

- установление трудновыполнимых плановых заданий, достижимых только через объединение усилий всего коллектива;

- принудительное разъединение или объединение с другими структурами (в том числе внешними по отношению к фирме);

- лишение существенной части ресурсов, урезание бюджетов (при условии, что в окружающей фирму предпринимательской среде имеется достигаемое «окно» прибыльных возможностей);

- удаление наиболее авторитарных феодалов, перевод их на принципиально новые участки работ;

- смена локализации фирмы, переезд головного офиса;

- усиление специализации подразделений, стимулирующей их интеграцию с другими подразделениями фирмы.

В результате действия такого искусственно спровоцированного кризиса возможна активизация горизонтальных связей между подразделениями, что, в свою очередь, может возродить внутреннее единство фирмы.

Для определения момента инициирования внутреннего кризиса можно ориентироваться на следующие индикаторы:

1. Любые производственные связи персонала всегда выстраиваются иерархично. В случае крайней феодализации фирма неспособна справиться с текущими задачами. Снижение уровня ее внутренней организованности выражается в том, что интенсивность иерархически-вертикальных контактов становится устойчиво меньше интенсивности диагональных межподразделенческих контактов (когда начальник одного подразделения контактирует напрямую с рядовым сотрудником из другого подразделения). Такое соотношение контактов поддается количественному измерению и может служить важным сигналом для совета директоров.

2. О возрастающей дезорганизованности свидетельствует критическое значение противоречащих друг другу приказов и распоряжений, частые и длительные совещания, отсутствие необходимой реакции на запросы других служб, саботаж, высокий процент распоряжений топ-менеджмента, не выполненных в установленный срок и/или не в полной мере.

3. В качестве важнейшего показателя, свидетельствующего в т. ч. о фундаментальных изменениях в системе отно-

шений «фирма – внешняя среда», является устойчивое снижение среднегодовой загрузки оборудования. Нижним пороговым значением среднегодовой загрузки оборудования целесообразно считать 65–70 % [29, с. 61].

4. В зоне постоянного внимания собственника и директора фирмы должны находиться такие показатели, как соотношение предельных затрат на содержание административно-управленческого персонала, предельных затрат на выпуск основной продукции, а также вклад финансового, маркетингового, производственного и продуктового подразделений в добавленную стоимость продукта, что позволяет зафиксировать смену доминирующего подразделения.

Второй мерой снижения уровня феодализации фирмы является изменение ее иерархической структуры.

Известно, что иерархический способ организации имеет множество недостатков. Феод как таковой также имеет иерархическую структуру, и по этой причине он нечувствителен к внешней рыночной среде. С этой точки зрения необходимы инструменты, которые встроит его в плотный контакт с потребителями готового продукта, что позволит снизить уровень его независимости, заставляя добиваться долгосрочной лояльности клиентов.

Сегодня стандартным решением такой задачи является, например, создание *kaizen*-команд (выделенных команд), которые переосмысливают весь производственный процесс (от проекта до сдачи объекта). В нее входят представители всех основных подразделений фирмы, а также представитель заказчика. Тем самым стираются границы между ними. Параллельно с разработкой продукта проектируются и сбытовые технологии, выстраиваются снабженческие связи.

Перед такой командой ставится задача по определению технических условий, разработке проекта продукта и проекта производственного оборудования, а также выход на определенный уровень издержек. После этого команда в полном составе перемещается в производственное подразде-

ление, где вместе с производственниками занимается организацией данного бизнес-процесса и стандартизацией работы. В итоге можно обнаружить, что «если собрать в одном месте всех требуемых специалистов, то готовый действующий образец можно создать менее чем за неделю, хотя раньше на это уходило три месяца» [30, с. 472].

На наш взгляд, создания *kaizen*-команд недостаточно для устранения внутрифирменного феодализма. Решением может быть переход от внутрифирменного феодализма к возрастанию организованности (в терминах А.А. Богданова) через включение в надсистему.

Под *надсистемой* в данном случае понимается система более высокого порядка, в которой рассматриваемая промышленная фирма выполняет одну или несколько функций. В качестве такой надсистемы можно рассматривать: промышленность региона и страны; отрасли народного хозяйства, потребляющие готовый продукт промышленной фирмы; отрасли народного хозяйства, поставляющие сырье и материалы для изготовления готового продукта промышленной фирмы.

С этой точки зрения фирма может повысить свою внутреннюю организованность, углубляя специализацию на производстве своего главного продукта и передавая непрофильные виды деятельности в надсистему.

В частности, если в качестве *надсистемы* рассматривать *промышленность*, то промышленные фирмы, специализирующиеся на изготовлении разных продуктов, могли бы совместно использовать универсальные для всех них виды активов – оборудование, учебные центры, трудовые ресурсы, проектные бюро и т. п.

Благодаря созданию компаниями такой надсистемы они могут освободить часть своих ресурсов и направить их на свою основную производственную деятельность, которая станет более узкоспециализированной и, как следствие, более эффективной. Правовая форма надсистемы может быть различной – некоммерческое партнерство, акционерное общество, синдикат и др.

Образованная компаниями надсистема может взять на себя ряд функций:

1. Снабженческо-складские (закупка и хранение материалов, топлива, оборудования и т. п.).

2. Совместное изготовление унифицированных изделий и осуществление стандартных работ.

3. Перемещение временно свободных трудовых ресурсов между площадками (в т. ч. по промышленным участкам и сезонам).

4. Создание культурно-бытовых условий для работников.

5. Профессиональное обучение работников (учебные центры, поиск и наем работников и т. п.).

6. Объединение разных видов транспорта и распределение грузов между ними, обеспечение альтернативных транспортных узлов и грузопотоков, развитие грузового и иного транспорта.

7. Связи с общественностью, благотворительность.

8. Взаимодействие с органами власти и другими центрами силы (отраслевые союзы, профсоюзы и др.).

Такая стратегия предполагает, что рассматриваемая промышленная фирма передает часть указанных функций наверх, в надсистему на фоне усиления горизонтальных связей с другими предприятиями. Главный принцип таких связей – создание общих активов и подразделений, выполняющих вспомогательные функции для всех участников.

Вынос таких вспомогательных производств в отдельные самостоятельные структуры позволяет углубить разделение труда и снизить требуемый уровень квалификации и соответственно затрат на оплату труда. Создается «решетка» горизонтальных связей (в терминологии Н.Н. Колосовского [31]), плотность которой позволяет снизить условно-постоянные затраты и сделать основное производство стабильно прибыльным.

В результате рассматриваемых мер может быть достигнута *третья стадия* в терминологии А.А. Богданова – *взаимоусиление подразделений*, что высвободит ресурсы, которые раньше шли на взаимную

дезорганизацию и сопротивление. Это, в свою очередь, даст значимый экономический эффект.

Кроме того, это может позволить снизить и остроту неявного оппортунизма со стороны поставщиков информационных систем, например, с помощью: вхождения надсистемы в состав собственников компании-разработчика; перехода от взаимодействия отдельного предприятия с компанией-разработчиком к модели взаимодействия разработчика и надсистемы (например, синдиката, представляющего интересы всей отрасли); создания надсистемой собственных цифровых инструментов производства.

Третьим направлением, сдерживающим распространение внутрифирменного феодализма, является перераспределение проектно-технологических прав от феодалов к коллективу всей фирмы.

Директор промышленной фирмы по мере ее развития и укрупнения неизбежно оказывается в одиночестве перед внутренними феодалами, с которыми он вынужден выстраивать производственные отношения. Даже если директор фирмы сам является феодалом и делегирован на этот пост своим феодалом, он неизбежно входит в конфликт интересов с ним, так как начинает мыслить иными, общекорпоративными, категориями.

В этой связи все указанные выше меры являются, по сути, паллиативом, так как не ликвидируют причин внутрифирменного феодализма, а лишь смягчают его последствия.

На наш взгляд, верным индикатором уровня внутрифирменного феодализма в фирме является уровень прав ее работников: *чем меньше реальных прав имеет рядовой сотрудник, тем более тотальной является власть внутренних феодалов.*

Наглядной иллюстрацией этого тезиса могут служить организации, в которых реальные права рядовых сотрудников сведены к минимуму (например, «силовые» ведомства). Управляемость этих структур достигается мерами, которые можно назвать вариациями искусственного, внутреннего кризиса: регулярные мобили-

зационные сборы, напряженные маневры на местности, систематическое перемещение руководителей между разными территориальными подразделениями, повышение в должности по выслуге лет, ранний выход на пенсию, переименование организации с полной переаттестацией всего персонала и др. Такого рода инструменты, на наш взгляд, в первую очередь направлены на методичное ослабление позиций внутренних феодалов. Без применения таких инструментов «силовые» ведомства могут быстро превратиться в полуавтономные военизированные формирования. Однако практика показывает, что и этих мер часто недостаточно.

В этой связи системным решением данного вопроса может быть появление качественно нового субъекта внутри фирмы, интересы которого будут во многом совпадать с интересами директора фирмы. Таким субъектом может стать рядовой персонал фирмы, не извлекающий никакой выгоды от существования кланов и феодалов. Для этого он должен обрести политические права, т. е. права проектно-технологического уровня, которые были рассмотрены выше.

Факт обретения прав должен быть зафиксирован. Для этого может быть образован, например, совет работников, союз передовиков производства, конференция работников и служащих и т. п. Члены такого рода совещательного органа с правом решающего голоса по наиболее важным вопросам внутрифирменного управления (слияние / поглощение фирмы, новые базовые технологии, утверждение отчетов руководства, разработка этики фирмы) присутствуют во всех подразделениях фирмы и, следовательно, могут ликвидировать внутрифирменную асимметрию информации – первооснову внутрифирменного феодализма.

Заключение

В деятельности промышленной фирмы можно выявить черты, схожие с характеристиками феодализма. Директор, топ-

менеджеры и их подчиненные выстраивают между собой отношения, во многом аналогичные отношениям между сеньором, феодалами и вассалами.

Феодализация фирмы начинается в тот момент, когда отдельный работник начинает приобретать специфический «капитал» в виде опыта, знаний технологии производства, связей с коллегами и внешними субъектами и т. п. Горизонты планирования деятельности работника и собственника кардинально отличаются, что приводит к расхождению их интересов. Данный процесс завершается появлением в фирме феодалов, контролирующих все четыре функциональных уровня фирмы (физический, распределительный, экономический и проектно-технологический) и слабо зависящих от положения фирмы на рынке. Возвращение функциональности внутренним подразделениям фирмы следует искать в восстановлении их чувствительности к сигналам рынка.

Цифровизация не устраняет внутрифирменный феодализм, а многократно усиливает его, концентрируя значительные права и полномочия у IT-специалистов. Для ограничения внутрифирменного феодализма предлагается использовать такие меры, как удаление феодалов и разрушение феодалов, перераспределение проектно-технологических прав от феодалов к коллективу всей фирмы, размытие полномочий феодалов, воздействие на условия функционирования феодалов, изменение иерархической структуры фирмы. Однако принципиально решить эту задачу может только появление нового внутрифирменного субъекта – общего совета работников фирмы, наделенного проектно-технологическими правами.

Дальнейшие перспективы исследования связаны с апробацией гипотезы о формировании внутрифирменного феодализма в условиях конкретных промышленных фирм.

Список литературы

1. *Halperin Ch.* Contemporary Russia as a feudal society: A new perspective on the post-soviet era // *Studia slavica et balcanica petropolitana*. 2015. № 2. P. 208–225.
2. *Шляпентох В.* Современная Россия как феодальное общество. Новый ракурс постсоветской эпохи. М.: Столица-принт, 2008. 328 с.
3. *Васильев Л.С.* Феномен феодализм (новый взгляд на старую проблему) // *Общественные науки и современность*. 2007. № 6. С. 148–161.
4. *Feudalism in History* / Ed. by R. Coulborn. Princeton: Princeton University Press, 1956. xiv. 439 p.
5. *Ле Гофф Ж.* Цивилизация средневекового Запада. М.: Прогресс-Академия, 1992. 376 с.
6. *Худокормов А.Г.* Экономическая история «классического феодализма» (на примере Франции) // *Вестник Московского университета. Экономика*. 2015. Серия 6. № 3. С. 93–112.
7. *Валдайцев С.В.* Инновации: асимметрия интересов владельцев и менеджмента фирмы // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2012. № 1. С. 20–29.
8. *Богданов А.А.* Тектология: (Всеобщая организационная наука): в 2 кн. М.: Экономика, 1989. Кн. 2. 351 с.
9. Гловели Г.Д. «Ленинизм, “термины тов. А. Богданова” и философ Ильенков как апологет сталинской экономики “разрушения равновесия”» (Ч. I. Окончание) // *Вопросы теоретической экономики*. 2020. № 2 (7). С. 65–85. doi: 10.24411/2587-7666-2020-10204.
10. *Вебер М.* Хозяйство и общество: очерки понимающей социологии. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. Т. 1. Социология. 445 с.
11. *Кондратьев В.П.* Экономические теории бюрократии // *Среднерусский вестник общественных наук*. 2019. Т. 14, № 5. С. 156–173.
12. Niskanen W.A. A reassessment. In: *Bureaucracy and Public Economics*. 2-nd ed. Cheltenham: Edward Elgar, 1996. P. 269–283.
13. *Кастельс М.* Власть коммуникации. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. 564 с.
14. *Кордонский С.* Рынки власти: Административные рынки СССР и России. М.: ОГИ, 2006. 240 с.
15. *Шапкин И.Н.* «Корпоративная экономика». Истоки современной некорпоративной практики западноевропейских стран // *Мир новой экономики*. 2018. Т. 12, вып. 1. С. 78–91. doi: 10.26794/2220-6469-2018-12-1-78-91.
16. *Пантя Ю.М.* История развития проблемы принципала – агента // *Журнал экономической теории*. 2011. № 4. С. 212–215.
17. *Удалов Д.В.* Институциональная модель фирмы «принципал – агент» // *Экономика и управление*. 2006. № 2 (23). С. 97–101.
18. *Jan M.A.* The complexity of exchange: Wheat markets, petty-commodity producers and the emergence of commercial capital in colonial Punjab // *Journal of agrarian change*. 2019. Vol. 19. № 2. P. 225–248. doi: 10.1111/joac.12302.
19. *Zeschky M., Daiber M., Widenmayer B., Gassmann O.* Coordination in global R&D organizations: An examination of the role of subsidiary mandate and modular product architectures in dispersed R&D organizations // *Technovation*. 2014. Vol. 34, № 10. P. 594–604. doi: 10.1016/j.technovation.2014.06.001.
20. *Dang H.D.* National culture and corporate rating migrations // *RISKS*. 2018. Vol. 6, № 4. p. 130. doi: 10.3390/risks6040130.
21. *Обыденов А.Ю.* Стратегическое конкурентное преимущество: ресурсно-институциональный взгляд // *Российский журнал менеджмента*. 2016. № 14(1). С. 87–110. doi: 10.21638/spbu18.2016.104.
22. *Анохов И.В.* Уровни кодирования информации промышленного предприятия и предпосылки его взаимодействия с поставщиками и подрядчиками // *Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика»*. 2020. Т. 15, № 1. С. 131–149. doi: 10.17072/1994-9960-2020-1-131-149.
23. *Богданов А.А.* Тектология. (Всеобщая организационная наука): в 2 кн. / Ин-т экономики АН СССР. М.: Экономика, 1989. Кн. 1. 304 с.
24. *Пфеффер Д.* Власть и влияние: политика и управление в организациях. М.: Вильямс, 2007. 512 с.
25. *Bharadwaj A., El Sawy O.A., Pavlou P.A., Venkatraman N.* Digital business strategy: Toward a next generation of insights // *MIS Quarterly*. 2013. Vol. 37, № 2. P. 471–482. doi: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3.

26. Whyte J., Stasis A., Lindkvist C. Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and ‘big data’ // *International Journal of Project Management*. 2016. Vol. 34, № 2. P. 339–351. doi: 10.1016/j.ijproman.2015.02.006.
27. Horvath D., Szabo R. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? // *Technological forecasting and social change*. 2019. Vol. 146. P. 119–132. doi: 10.1016/j.techfore.2019.05.021.
28. Segal M. How automation is changing work // *Nature*. 2018. № 563. P. 132–135. doi: 10.1038/d41586-018-07501-y.
29. Волков О.И. Эффективность механизации и автоматизации производств в машиностроении. М.: Машиностроение, 1968. 61 с.
30. Вумек Д., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 470 с.
31. Колосовский Н.Н. Основы экономического районирования. М.: Госполитиздат, 1958. 200 с.

Статья поступила в редакцию 16.06.2020, принята к печати 17.10.2020

Сведения об авторе

Анохов Игорь Васильевич – кандидат экономических наук, доцент, Байкальский государственный университет (Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11; e-mail: i.v.anokhov@yandex.ru).

References

1. Halperin Ch. Contemporary Russia as a feudal society: A new perspective on the post-soviet era. *Studia slavica et balcanica petropolitana*, 2015, no. 2, pp. 208–225.
2. Shlyapentokh V. *Sovremennaya Rossiya kak feodal'noe obshchestvo. Novyi rakurs postsovetskoi epokhi* [Modern Russia as a feudal society. New vision of Post-Soviet epoch]. Moscow, Stolitsa-print Publ., 2008. 328 p. (In Russian).
3. Vasil'ev L.S. Fenomen feodalizm (novyi vzglyad na staruyu problemu) [Phenomenon of feudalism (A new approach to an old-fashionable issue)]. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'* [Social sciences and contemporary world], 2007, no. 6, pp. 148–161. (In Russian).
4. Feudalism in History. Ed. by R. Coulborn. Princeton, Princeton University Press, 1956. xiv, 439 p.
5. Le Goff J. *Tsivilizatsiya srednevekovogo Zapada* [Civilization of medieval West]. Moscow, Progress-Akademiya Publ., 1992. 376 p. (In Russian).
6. Khudokormov A.G. Ekonomicheskaya istoriya «klassicheskogo feodalizma» (na primere Frantsii) [The economic history of classical feudalism (By the example of France)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ekonomika* [Moscow University Economics Bulletin], 2015, no. 3, pp. 93–112. (In Russian).
7. Valdaitsev S.V. Innovatsii: asimmetriya interesov vladel'tsev i menedzhmenta firmy [Innovations: Asymmetries between of shareholders' and managers' interests]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* [St Petersburg University Journal of Economic Studies], 2012, no. 1, pp. 20–29. (In Russian).
8. Bogdanov A.A. *Tektologii: (Vseobshchaya organizatsionnaya nauka): v 2 kn* [Tectology: (General organizational science): in 2 volumes]. Moscow, Ekonomika Publ., 1989, vol. 2. 351 p. (In Russian).
9. Gloveli G.D. «Leninizm, “terminy tov. A. Bogdanova” i filosof Il'enkov kak apologet stalinskoi ekonomiki “razrusheniya ravnovesiya”» (Ch. I. Okonchanie) [Leninism, “Terms of tov. A. Bogdanov and philosopher Iilenkov as an apologist of the Stalin’s economy “Destruction of equilibrium” (Part 1)]. *Voprosy teoreticheskoi ekonomiki* [Questions of Theoretical Economics], 2020, no. 2 (7), pp. 65–85. (In Russian). doi: 10.24411/2587-7666-2020-10204.
10. Veber M. *Khozyaistvo i obshchestvo: ocherki ponimayushchei sotsiologii* [Economy and society: Essays of understanding sociology]. Moscow, Izd. dom Vysshei shkoly ekonomiki Publ., 2016, vol. 1, Sotsiologiya [Sociology]. 445 p. (In Russian).

11. Kondrat'ev V.P. Ekonomicheskie teorii byurokratii [Economic theories of bureaucracies]. *Srednerusskii vestnik obshchestvennykh nauk* [Central Russia Journal of Social Sciences], 2019, vol. 14, no. 5, pp. 156–173. (In Russian).
12. Niskanen W.A. *A reassessment*. In: *Bureaucracy and Public Economics*. 2-nd ed. Cheltenham, Edward Elgar, 1996, pp. 269–283.
13. Castells M. *Vlast' kommunikatsii* [Communication power]. Moscow, Izd. dom Vysshei shkoly ekonomiki Publ., 2016. 564 p. (In Russian).
14. Kordonskii S. *Rynki vlasti: Administrativnye rynki SSSR i Rossii* [Markets of power: Administrative markets in the USSR and Russia]. Moscow, OGI Publ., 2006. 240 p. (In Russian).
15. Shapkin I.N. «Korporativnaya ekonomika». Istoki sovremennoi neokorporativnoi praktiki zapadnoevropeiskikh stran [“Corporate economy”. The origin of modern neo-corporatism practice in Western European countries]. *Mir novoi ekonomiki* [The World of New Economy], 2018, vol. 12, iss. 1, pp. 78–91. (In Russian). doi: 10.26794/2220-6469-2018-12-1-78-91.
16. Pantya Yu.M. Istoriya razvitiya problemy printsipala – agenta [History of principal-agent issue development]. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii* [Russian Journal of Economic Theory], 2011, no. 4, pp. 212–215. (In Russian).
17. Udalov D.V. InstitutSIONal'naya model' firmy «printsipal – agent» [An institutional model of principal-agent firm]. *Ekonomika i upravlenie* [Economy and Management], 2006, no. 2 (23), pp. 97–101. (In Russian).
18. Jan M.A. The complexity of exchange: Wheat markets, petty-commodity producers and the emergence of commercial capital in colonial Punjab. *Journal of agrarian change*, 2019, vol. 19, no. 2, pp. 225–248. doi: 10.1111/joac.12302.
19. Zeschky M., Daiber M., Widenmayer B., Gassmann O. Coordination in global R&D organizations: An examination of the role of subsidiary mandate and modular product architectures in dispersed R&D organizations. *Technovation*, 2014, vol. 34, no. 10, pp. 594–604. doi: 10.1016/j.technovation.2014.06.001.
20. Dang H.D. National culture and corporate rating migrations. *Risks*, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 130. doi: 10.3390/risks6040130.
21. Obydenov A.Yu. Strategicheskoe konkurentnoe preimushchestvo: resursno-institutSIONal'nyi vzglyad [Strategic competitive advantage: Resource and institutional approach]. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta* [Russian Management Journal], 2016, no. 14 (1), pp. 87–110. (In Russian). doi: 10.21638/spbu18.2016.104.
22. Anokhov I.V. Urovni kodirovaniya informatsii promyshlennogo predpriyatiya i predposylki ego vzaimodeistviya s postavshchikami i podryadchikami [Information coding levels in an industrial enterprise and prerequisites for its interaction with the suppliers and contractors]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. «Ekonomika»* [Perm University Herald. Economy], 2020, vol. 15, no. 1, pp. 131–149. (In Russian). doi: 10.17072/1994-9960-2020-1-131-149.
23. Bogdanov A.A. *Tektologii: (Vseobshchaya organizatsionnaya nauka): v 2 kn.* [Tectology: (General organizational science): In 2 volumes]. In-t ekonomiki AN SSSR. Moscow, Ekonomika Publ., 1989, vol. 1. 304 p. (In Russian).
24. Pfeffer D. *Vlast' i vliyanie: politika i upravlenie v organizatsiyakh* [Managing with power: Politics and influence in organizations]. Moscow, Vil'yams Publ., 2007. 512 p. (In Russian).
25. Bharadwaj A., El Sawy O.A., Pavlou P.A., Venkatraman N. Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 2013, vol. 37, no. 2, pp. 471–482. doi: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3.
26. Whyte J., Stasis A., Lindkvist C. Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and ‘big data’. *International Journal of Project Management*, 2016, vol. 34, no. 2, pp. 339–351. doi: 10.1016/j.ijproman.2015.02.006.
27. Horvath D., Szabo R. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological forecasting and social change*, 2019, vol. 146, pp. 119–132. doi: 10.1016/j.techfore.2019.05.021.
28. Segal M. How automation is changing work. *Nature*, 2018, no. 563, pp. 132–135. doi: 10.1038/d41586-018-07501-y.
29. Volkov O.I. *Effektivnost' mekhanizatsii i avtomatizatsii proizvodstv v mashinostroenii* [Efficiency of manufacturing mechanization and automation in machine engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1968. 61 p. (In Russian).

30. Womack J., Jones D. *Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya protsvetaniya vashei kompanii* [Lean thinking. Banish waste and create wealth in your corporation]. Moscow, Al'pina Biznes Buks Publ., 2008. 470 p. (In Russian).

31. Kolosovskii N.N. *Osnovy ekonomicheskogo raionirovaniya* [Fundamentals of economic regional zoning]. Moscow, Gospolitizdat Publ., 1958. 200 p. (In Russian).

Received June 16, 2020; accepted October 17, 2020

Information about the Author

Anokhov Igor Vasil'evich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Baikal State University (11, Lenin st., Irkutsk, 664003, Russia; e-mail: i.v.anokhov@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Анохов И.В. Внутрифирменный феодализм и риски его усиления в условиях цифровизации экономики // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 344–368. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-344-368

Please cite this article in English as:

Anokhov I.V. Intra-firm feudalism and the risks of its digital amplification. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 344–368. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-344-368

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКО МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-369-384

УДК 332.14

ББК 65.04

JEL Code Q01, C33

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
РЕГИОНОВ РФ****Дмитрий Викторович Шимановский**ORCID ID: [0000-0002-5201-9438](https://orcid.org/0000-0002-5201-9438), Researcher ID: [G-8533-2017](https://orcid.org/G-8533-2017), e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.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, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

Существующие на данный момент способы достижения экономического роста вызывают ряд вопросов у сторонников теории устойчивого развития. Суть этой концепции заключается в том, что экономический рост не должен приводить к увеличению загрязнений окружающей среды и росту социальной напряженности в обществе. Нерациональное использование природных ресурсов и недостаточный уровень инвестиций в человеческий капитал ведут к формированию неоптимальной траектории развития различных стран и их территорий. Данная статья посвящена моделированию трех составляющих устойчивого развития субъектов Российской Федерации, определяющих функционирование экономической, социальной и экологической сфер человеческой жизнедеятельности: темп роста ВРП, повышение качества жизни населения, измеряемое индексом социального благополучия, и снижение уровня загрязнений окружающей среды. Цель настоящего исследования – обоснование взаимообратных связей между тремя указанными составляющими устойчивого развития регионов РФ, формирование инструментария прогнозирования и разработки практических рекомендаций. В качестве основного метода исследования выступает методология использования открытых векторных авторегрессий. При этом особое внимание уделено поиску оптимальной величины максимального лага в модели и обоснование причинности по Грейнджеру между эндогенными переменными. Результаты исследования подтверждают, что экономическая, социальная и экологическая сферы человеческой жизнедеятельности связаны друг с другом. Для достижения устойчивого развития регионов РФ, согласно построенной модели, необходимы наращивание инвестиций в человеческий капитал и макроэкономическая стабильность. Предложенный инструментарий может быть применен для прогнозирования изменения экономической, социальной и экологической составляющих устойчивого развития регионов РФ. Его апробация на данных социально-экономического развития Пермского края дает прогнозы хорошего качества с невысоким значением ошибки прогноза. Дальнейшее совершенствование математического инструментария идентификации и прогнозирования социо-эколого-экономических взаимосвязей обеспечит основу для формирования оптимальных траекторий устойчивого развития регионов России и повысит качество разрабатываемых и реализуемых региональных стратегий социально-экономического развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, социо-эколого-экономические взаимосвязи, экономический рост, загрязнение окружающей среды, социальное благополучие, региональная экономика, модель векторной авторегрессии, нормированные показатели, сценарное прогнозирование, динамический подход.



**MODELING SOCIAL ECOLOGICAL ECONOMIC RELATIONS
AS AN ASSESSMENT METHOD FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF REGIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION**

Dmitriy V. Shimanovsky

ORCID ID: [0000-0002-5201-9438](https://orcid.org/0000-0002-5201-9438), Researcher ID: [G-8533-2017](https://orcid.org/G-8533-2017), e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru

Elena A. Tretiakova

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 Bukirev st., Perm, 614990)

The advocates for the sustainable development theory question current methods applied to achieve the economic growth. This theory states that the economic growth should not increase the environmental pollution and the social tension. The irrational use of natural resources and insufficient investments in the human capital cause an inadequate development path for various countries and their territories. This article models three components for sustainable development of the RF constituent entities which shape the economic, social, and environmental areas of human life: GRP growth, better living standards evaluated against social wellbeing coefficient, and pollution reduction. This study aims to substantiate the reciprocal relationships between three above mentioned components of the sustainable development in the Russian regions and to develop the forecasting tools for further practical recommendations. The methodology of open vector autoregressions is taken to be the main research method. In this case, special attention has been paid to find the optimal maximum lag value in the model and to substantiate the Granger causality between endogenous variables. The results of the study prove that economic, social, and environmental areas of the human activity are interconnected. To achieve the sustainable development for the regional systems under the acquired model, sustainable development in the Russian regions is achieved by investing more into the human capital and macroeconomic stability. These tools could be applied to forecast the changes in the economic, social, and environmental components of the RF regions' sustainable development. The tools have been verified with the data on the social and economic development of Perm region, which gives high quality forecasts with a low forecast error value. Further update of the mathematical tools and forecasting the social ecological and economic connections become the basis for the development of the optimal trajectory for the sustainable development in Russian regions and provide better quality for the developed and implemented regional strategies for the social and economic development.

Keywords: sustainable development, social ecological and economic connections, economic growth, environment pollution, social wellbeing, regional economy, vector autoregression model, controlled parameters, scenario forecasting, dynamic approach.

Введение

В настоящее время в экономической науке уделяется все больше внимания теоретическим основам и прикладным аспектам общемировой концепции устойчивого развития, которая предполагает обеспечение сбалансированности развития социальной, экономической и экологической сфер жизни общества. Согласно этой концепции, в противовес сложившейся и реализуемой философии и практике хозяйствования, экономический рост не должен осуществляться в целях получения экономической выгоды лишь ограниченным кругом лиц за счет интенсивной эксплуатации природных и трудовых ресурсов. Развитие должно быть направлено как на рост материального благосостояния людей, так и на обеспечение социальной

справедливости и благоприятной и безопасной среды обитания. Устойчивое развитие предполагает прежде всего повышение качества жизни населения как в стране в целом, так и в каждом из ее регионов.

В нашем исследовании под устойчивым развитием территории мы понимаем динамическую сбалансированность между экономической, экологической и социальной сферами человеческой жизнедеятельности. Данное толкование основывается на определении понятия «баланс», которое в экономической литературе трактуется как «количественное отношение между сторонами какой-либо деятельности, которые должны уравнивать друг друга»¹.

¹ Васюкова И.А. Словарь иностранных слов. М.: АСТ-ПРЕСС, 1998. С. 98.

Для осуществления мониторинга устойчивого развития с 2015 г. действует система индикаторов ООН, сформированная в разрезе 17 целей устойчивого развития (сменившая систему индикаторов, сформированную ООН ранее в разрезе целей развития тысячелетия). Аналогичное предназначение и у системы индикаторов, предложенной Всемирным банком (включая систему показателей для расчета «истинных сбережений»), и у многочисленных комплексных показателей-индексов, включая индекс развития человеческого потенциала, индекс живой планеты, «экологический след», индекс «счастливой планеты», индекс реального прогресса, индекс устойчивого экономического благосостояния и др.

При этом некоторые ученые концентрируют внимание исключительно на эколого-экономических взаимосвязях. В частности, большое количество работ посвящено исследованию взаимосвязей между динамикой экономических показателей и загрязнением окружающей среды (см., например, [1–3]). Кроме того, большое внимание уделяется проблемам межстранового эколого-экономического влияния [4; 5], исследованию социально-экономических [6; 7] или социально-экологических [8; 9] взаимосвязей.

В то же время немало работ посвящено комплексным социо-эколого-экономическим исследованиям, например изучению внутренних социо-эколого-экономических проблем стран и их территорий (см., например, [10–12]), включая урбанизированные [13], а также международным сравнениям и результатам государственного регулирования [14; 15]. Многие работы посвящены проблеме рационального использования ресурсов и связанной с этим необходимостью изменения модели потребительского поведения – переключения с «максимального» на «достаточное» потребление [16; 17].

Обзор и систематизация данных о применении авторами математического моделирования показали, что большинство моделей опираются на теоретические гипотезы, обосновывающие взаимосвязь экологической, экономической и социальной

сфер жизнедеятельности в долгосрочной перспективе. В большинстве своем они ориентированы на моделирование и прогнозирование отдельных экологических и социальных показателей. В то же время их общим недостатком является субъективность в выборе индикаторов, характеризующих экологическую обстановку и качество жизни населения.

В настоящем исследовании представлена модель, первой отличительной особенностью которой является использование комплексных индексов как для экологической, так и для социальной сфер регионов России. При введении подобных индикаторов мы постарались максимально использовать существующий опыт математического моделирования процессов устойчивого развития стран и территорий и соблюсти баланс между разумным числом показателей и максимально полным охватом всех характеристик исследуемой области.

Вторая особенность настоящего исследования – использование нормированных показателей по субъектам Российской Федерации. Благодаря этой особенности построенная модель позволяет прогнозировать динамику загрязнений окружающей среды, качества жизни населения и экономического роста на два года вперед для каждого из регионов России и сопоставлять её с аналогичными тенденциями на общероссийском уровне.

Третья особенность заключается в использовании модели особого типа – модели векторной авторегрессии (VAR-модели). Данный вид моделей позволяет рассматривать авторегрессионные взаимосвязи между тремя указанными элементами сферы человеческой жизнедеятельности в отличие от предложенных другими авторами математических моделей, которые использовали системы одновременных уравнений и не учитывали данные зависимости.

Далее перейдем к краткому описанию содержания исследования. В первом разделе статьи описаны основные предпосылки экономико-математической модели и определена теоретическая база для ее построения. Во втором разделе описаны показатели, которые были включены в модель и

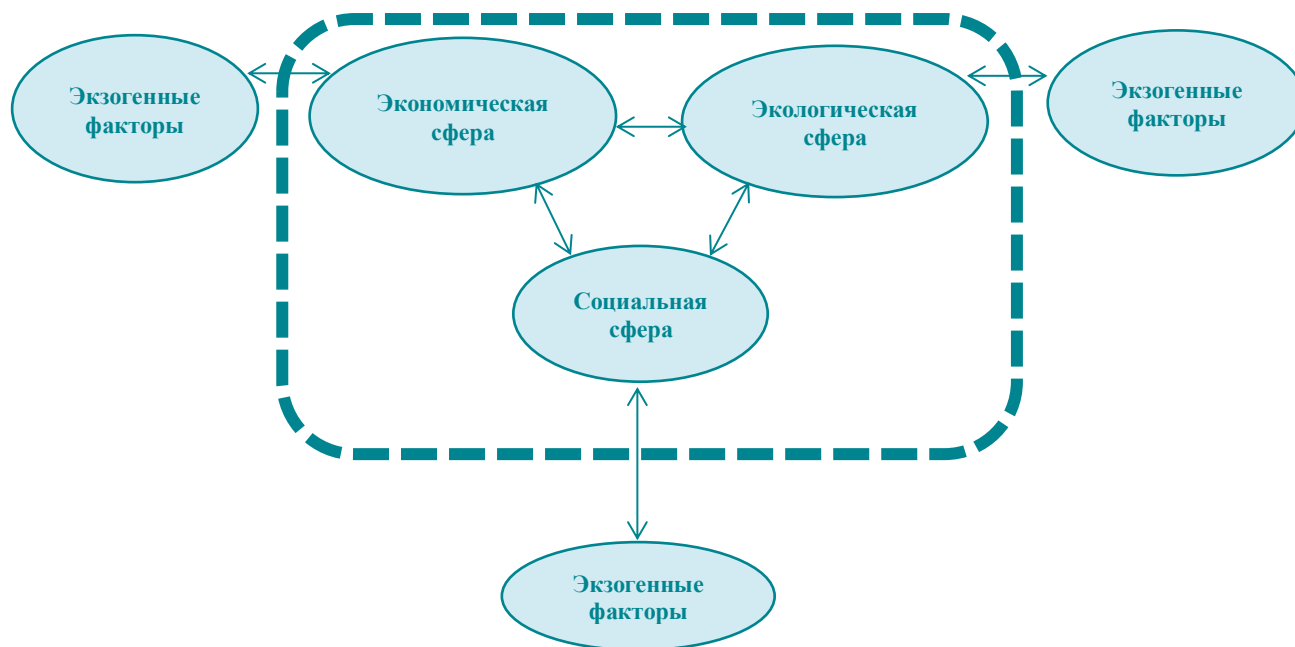
результат оценки неизвестных параметров на основе статистики по ним. В третьем разделе статьи описаны экономические выводы, вытекающие из построенной модели и механизм прогнозирования трех элементов устойчивого развития регионов РФ. В заключение подведены итоги исследования и определены его перспективы.

Основные предпосылки моделирования социо-эколого-экономических взаимосвязей развития регионов

Экономическая, социальная и экологическая области деятельности человека неразрывно связаны между собой. Для выбора устойчивой траектории развития мировой цивилизации необходимо соблюдать сбалансированность между тремя указанными сферами. Стремясь максимизировать экономический рост в среднесрочной перспективе (3–5 лет), региональные органы государственного управления не всегда учитывают взаимосвязь экономической, экологической и социальной компонент роста в комплексных программах развития субъектов РФ и отдельных муниципальных образований.

В подтверждение вышеизложенного тезиса можно привести ряд работ отечественных и зарубежных авторов (см. [18; 19]), в которых показано, что экономический рост и рациональное использование природных ресурсов связаны между собой. Несбалансированный экономический рост ведет к истощению природных ресурсов, которое, в свою очередь, приводит к социальным и экономическим проблемам. Кроме того, делая основной упор в экономическом росте на добычу полезных ископаемых, некоторые страны столкнулись с проблемой зависимости макроэкономических показателей от конъюнктуры цен на сырьевых рынках.

Таким образом, первой и основной предпосылкой нашего исследования является предположение о том, что экономическая, экологическая и социальная сферы человеческой деятельности составляют открытую систему, в которой каждая компонента взаимосвязана с остальными составляющими системы. При этом на каждый из ее элементов оказывают воздействие экзогенные факторы (рис.).



Схематическое изображение социо-эколого-экономической системы
 Diagram of a social, ecological, and economic system

Описав основную предпосылку нашего исследования, необходимо определиться с показателями, которые характеризуют каждый из элементов указанной системы, – экономическим, экологическим и социальным. Учитывая то, что развитие страны определяется развитием ее регионов, выбор показателей осуществлялся в региональном разрезе.

Бесспорно, основным показателем, отражающим объем экономической деятельности региона, является его валовый региональный продукт (далее ВРП). Ввиду этого для отражения динамики экономической сферы нами было принято решение использовать прирост ВРП.

Если рассматривать экологическую сферу, то в настоящее время в отечественной статистике присутствует целый набор показателей, отражающих степень загрязненности окружающей среды. На наш взгляд, основными из них являются объем неуполученных отходов производства и потребления, объем сброса загрязненных сточных вод и объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Ввиду этого нами был введен показатель «суммарный объем загрязнений», вычисляемый по следующей формуле (условно принимая плотность воды равной 1 г/см^3):

$$Z = Z_0 + Z_w + Z_e, \quad (1)$$

где Z – суммарный объем загрязнений, тыс. тонн; Z_0 – объем неуполученных отходов производства и потребления, тыс. тонн; Z_w – объем сброса загрязненных сточных вод, тыс. м^3 ; Z_e – объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. тонн.

Для характеристики социальной сферы и отражения качества жизни населения нами рассчитывался специальный интегральный индикатор «Индекс социального благополучия» на основе пяти групп показателей, оценивающих состояние здоровья населения; уровень материального благополучия и социальные отношения; возможность самореализации; семейные отношения и духовную сферу; качество и безопасность условий проживания (всего – 15 показателей) [19].

Таким образом, второй предпосылкой модели является предположение, что три указанных элемента социо-эколого-экономической системы можно описать с помощью трех указанных выше показателей.

Теперь определимся с экзогенными факторами, которые указаны на рис. 1. На основе обобщения и систематизации трудов отечественных авторов определены следующие показатели, влияющие на рост ВРП, – темп прироста инвестиций в основной капитал, доля занятых с высшим образованием, индекс потребительских цен в регионе.

Для экологической составляющей выбраны следующие факторы: темп прироста инвестиций в охрану окружающей среды и количество организаций в регионе.

Экзогенными факторами для социальной составляющей выступили показатели, характеризующие негативные последствия проявления социальных проблем, влияющие на уровень социального благополучия населения, такие как количество больных наркоманией и алкоголизмом и количество ВИЧ-инфицированных.

В связи с положениями, описанными выше, третьей предпосылкой нашего исследования является предположение о том, что внешнюю среду социо-эколого-экономической системы региона можно охарактеризовать описанными выше экзогенными факторами.

Описав основные предположения построения моделей, перейдем к результатам экономико-математического моделирования.

Построение модели и сбор статистических данных

Опираясь на схематическое изображение экономической, экологической и социальной составляющих человеческой жизнедеятельности как открытой системы, для моделирования социо-эколого-экономических взаимосвязей развития регионов выбрана модель открытой векторной авторегрессии с тремя объясняемыми переменными. Выбор типа модели основывается на том, что открытая векторная авторегрессия учитывает взаи-

мосвязи между эндогенными переменными (в нашем случае это элементы системы) и также учитывает влияние экзогенных факторов (в нашем случае это воздействие внешней среды выбранной системы). Данная модель имеет вид $Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B_{1,1} X_{1,t} + B_{1,2} X_{2,t-1} + \dots + B_{1,k-1} X_{1,t-k-1} + B_{2,1} X_{2,t} + \dots + B_{7,k-1} X_{7,t-k-1} + \varepsilon_t$, где $Y_t = (y_{1,t}, y_{2,t}, y_{3,t})^T$ – вектор эндогенных переменных; $X_{i,t} = (x_{i,t}, x_{i,t}, x_{i,t})^T$ – вектор одной из экзогенных переменных; $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}, \varepsilon_{3,t})^T$ – вектор случайных возмущений.

В нашем случае $y_{1,t}$ – темп прироста ВРП в годовой период t в реальном выражении (*GRP*); $y_{2,t}$ – темп прироста суммарного объема загрязнений в годовой период t (*POL*); $y_{3,t}$ – индекс социального благополучия в годовой период t (*ISB*).

Для улучшения качества модели выбран максимально большой объем вы-

борки. Основой для выборки послужили панельные данные по регионам РФ за период с 2005 по 2017 гг., сформированные на основе официальной статистики Росстата. Общий объем выборки составил 814 наблюдений.

При этом все стоимостные показатели были приведены к ценам 2005 г. по формуле:

$$\bar{Y}_{i,t} = \frac{Y_{i,t}}{\prod_{j=1}^t DI_{i,t}}, \quad (3)$$

где $\bar{Y}_{i,t}$ – стоимостный показатель i -го региона (ВРП, инвестиции в основной капитал и др.) в ценах базисного года в период времени t ; $Y_{i,t}$ – стоимостный показатель i -го региона (ВРП, инвестиции в основной капитал и др.) в текущих ценах в период времени t ; $DI_{i,t}$ – индекс-дефлятор ВРП i -го региона.

Описание переменных представлено в табл. 1.

Таблица 1. Описание переменных модели (2)

Table 1. Description of variables of the model (2)

Эндогенная переменная	Экзогенная переменная	Обозначение
Темп прироста ВРП в реальном выражении (<i>GRP</i>)	Темп прироста инвестиций в основной капитал в реальном выражении, %	<i>INV</i>
	Доля занятых с высшим образованием, %	<i>L_HE</i>
	Индекс потребительских цен в данном регионе, %	<i>CPI</i>
Темп прироста суммарного объема загрязнений почвы, воздуха и воды (<i>POL</i>)	Темп прироста инвестиций в охрану окружающей среды, %	<i>INV_PR</i>
	Количество организаций в регионе, шт.	<i>C_COM</i>
Индекс социального благополучия (<i>ISB</i>)	Количество лиц, состоящих на учете в наркологических отделениях на 100 тыс. населения, шт.	<i>ALC_H</i>
	Количество лиц, зараженных ВИЧ-инфекцией на 100 тыс. населения, шт.	<i>IN_H</i>

Перед построением регрессионных уравнений все показатели были нормированы по минимаксному методу по следующей формуле:

$$N_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (4)$$

где N_i – нормированное значение показателя для i -го региона; X_i – значение показателя для i -го региона; X_{\max} – максимальное значение показателя среди регионов

России в данный период времени; X_{\min} – минимальное значение показателя среди регионов России в данный период времени.

Нормирование показателей было произведено ввиду того, что экономический рост, рост загрязнений и качество жизни людей частично определяется институциональными показателями (доля теневого сектора экономики, экологическое законодательство, культура здорового образа жизни), которые с одной стороны

вливают на эндогенные показатели нашей модели для всех регионов, а с другой – плохо формализуемы для эконометрических моделей. Подобный подход был применен Е.Г. Анимицей, Н.В. Новиковой, В.А. Сухих для оценки качества жизни в регионах РФ (см. [20]).

Таким образом, наша система уравнений, описанная в формуле (2), моделирует отклонение траектории развития регионов России от так называемого «эталонного» региона.

Описав процесс сбора и преобразования данных, перейдем к обоснованию спецификаций уравнений. Факторы первого уравнения системы соответствуют классическим экономическим представлениям о производственной функции. Однако вместо капитала берутся инвестиции в основной капитал. Подобный переход был сделан в работе [21]. Связано это с тем, что увеличение капитала происходит за счет инвестиций в основной капитал.

Фактор «труд» заменен на показатель «доля занятых с высшим образованием», так как в современной инновационной экономике, для которой характерна отно-

сительно стабильная численность населения, решающим фактором экономического роста является не количество занятых, а качество кадров [18].

Для второго уравнения системы в качестве одного из факторов был выбран показатель «инвестиции в охрану окружающей среды». Выбор данного фактора был обусловлен в том числе по причине того, что М.Ю. Дьяковым было показано, что инвестиции в охрану окружающей среды и объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в Камчатском крае имеют коэффициент корреляции, близкий к -1 [22].

Детерминанты третьего уравнения системы являются отражением общего количества девиантных состояний в российском обществе (алкоголизм, наркомания, инфицирование ВИЧ), которые, на наш взгляд, характеризуют уровень остроты проблем в социальной сфере.

Обосновав спецификацию модели, перейдем к описанию процесса её построения. Прежде всего приведем описательные статистики объясняемых переменных за 2006–2016 гг. Данные статистики представлены в табл. 2.

Таблица 2. Описательные статистики объясняемых переменных модели (2)

Table 2. Descriptive statistics for the variables of the model under analysis (2)

Показатель	Среднее	Ст. отклонение	Коэффициент вариации
Нормированный темп прироста ВРП	0,44	0,22	0,50
Нормированный темп прироста загрязнений	0,05	0,13	2,60
Нормированный индекс социального благополучия	0,51	0,21	0,41

Исходя из данных, представленных в табл. 2, можно сделать вывод, что регионы РФ отличаются небольшим разбросом по характеристикам качества жизни, но значительной дифференциацией по динамике загрязнений почвы, воздуха и воды.

Далее необходимо определить величину лага для модели векторной авторегрессии. В табл. 3 приведено соответствие величины лага (лет) и значения информационного критерия Акаике.

Как видно из табл. 3, при величине лага больше 2 лет критерий Акаике уменьшается незначительно. Зато падает объем выборки. Ввиду этого нами было принято решение ограничиться лагом в 2 года.

Таблица 3. Определение максимальной величины лага

Table 3. Maximum lag value

Максимальная величина лага	AIC
Модель без лагов	-2,43
1 год	-8,86
2 года	-9,17
3 года	-9,28

Далее определимся с причинностью по Грейнджеру для каждого набора эндогенных переменных. Проверка причинности по Грейнджеру приведена в табл. 4. Тест на причинность проводился при наличии лага в два года.

Согласно табл. 4 почти все объясняемые переменные по Грейнджеру являются причиной друг для друга. Далее была произведена оценка неизвестных параметров. Результат оценки приведен в табл. 5.

Лаги у экзогенных переменных были взяты с учетом экономических соображений для увеличения коэффициента детерминации соответствующего уравнения.

Таблица 4. Проверка на причинность по Грейнджеру для эндогенных переменных с величиной лага в два года

Table 4. Granger causality for the endogenic variables with a 2-year lag

Объясняемая переменная	Объясняющая переменная	F-статистика	p-значение
GRP	POL	54,63	0,00
POL	GRP	24,73	0,00
ISB	POL	3,69	0,02
POL	ISB	3,41	0,03
ISB	GRP	0,98	0,37
GRP	ISB	12,41	0,00

Таблица 5. Результат оценки неизвестных параметров модели (2)

Table 5. Evaluation of unknown model parameters (2)

Переменная	GRP	POL	ISB
GRP(-1)	-0,04 (0,04)	-0,13*** (0,01)	0,01 (0,01)
GRP(-2)	-0,13*** (0,04)	0,01 (0,01)	-0,005 (0,01)
POL(-1)	0,29*** (0,08)	0,42*** (0,03)	-0,02 (0,02)
POL(-2)	-0,47*** (0,08)	0,36*** (0,03)	-0,05** (0,02)
ISB(-1)	-0,27* (0,12)	-0,01 (0,02)	0,69*** (0,04)
ISB(-2)	0,32** (0,13)	-0,001 (0,03)	0,24** (0,03)
Const	0,37*** (0,05)	0,16*** (0,02)	0,08*** (0,02)
INV	0,29*** (0,04)	0,14*** (0,01)	-0,04*** (0,01)
L_HE(-2)	0,07** (0,02)	-0,21*** (0,01)	0,03** (0,01)
CPI(-1)	0,09** (0,03)	0,01 (0,01)	-0,04*** (0,01)
INV_PR	-0,03* (0,02)	-0,03** (0,01)	0,003 (0,01)
C_COM	-0,06* (0,04)	0,01 (0,02)	-0,04* (0,02)
ALC_H	-0,07* (0,04)	-0,01 (0,01)	-0,04** (0,01)
IN_H	-0,1** (0,05)	-0,01 (0,02)	-0,04** (0,01)
R ²	0,61	0,76	0,91
Объем выборки	666	666	666

Примечание: в скобках указаны стандартные отклонения соответствующих переменных. Символом «*» отмечены переменные, значимые на уровне значимости 10%, символом «**» – переменные, значимые на уровне значимости 5%, символом «***» – переменные, значимые на уровне значимости 1%.

Как видно из табл. 5, не все переменные являются значимыми, тем не менее гипотеза о взаимосвязи трех эндогенных переменных подтверждается.

Таким образом, нами была построена модель векторной авторегрессии, описывающая взаимосвязи социальной, экономической и экологической сфер жизнедеятельности. Далее перейдем к интерпретации результатов построения модели.

Интерпретация результатов оценки неизвестных параметров и построение инструментария прогнозирования устойчивого развития регионов

В настоящем разделе мы попытались дать экономическую интерпретацию построенной модели. Начнем с описания первого уравнения.

Во-первых, динамика ВРП отрицательно коррелирует с авторегрессионной компонентой второго порядка. Коэффициент при данной переменной значим на уровне значимости 1%. На наш взгляд, данный факт можно связать с теорией делового цикла. Так, в статье [23] отмечается, что деловые циклы в России часто связаны с изменением институциональной среды и внешними шоками. Согласно нашей модели, длительность малого цикла составляет 3–4 года. Так, можно выделить дно рецессии в 2009 г. в связи с мировым финансовым кризисом и пик экономической активности в 2012 г. с переходом к дну рецессии в 2015 г., связанной с шоками внешней среды.

Во-вторых, индекс социального благополучия значимо воздействует на ВРП с лагом в два года. На наш взгляд, данную зависимость можно связать с динамикой качества кадров в отечественной экономике. В статье [24] говорится, что увеличение доли сферы наукоемких услуг (информационные технологии, финансовый сектор, аудиторская деятельность и др.) в структуре численности занятых ведет к повышению требований к качеству кадров. При этом термин «качество кадров» частично включает в себя показатели индекса социального благополучия (уровень образования, здоровый образ жизни,

наличие автомобиля, стабильные семейные отношения и др.). Следовательно, инвестиции в человеческий капитал могут являться хорошим драйвером ускорения экономического развития России.

В-третьих, зависимость экономического роста от инвестиций в основной капитал значима на уровне 1%. В настоящее время популярным является положение о том, что низкая доля инвестиций в основной капитал в структуре ВВП замедляет экономический рост [16]. Ввиду этого высокая значимость указанной зависимости является, на наш взгляд, вполне обоснованной.

В-четвертых, доля занятых с высшим образованием оказывает влияние на ВВП с лагом в 2 года. На наш взгляд, наличие лага может быть связано с освоением выпускниками вузов практических навыков своей профессии и повышением их квалификации до уровня, достаточного для полноценного выполнения своих функций.

В-пятых, индекс потребительских цен положительно влияет на региональный экономический рост. Данный вопрос является дискуссионным для отечественного научного сообщества. Так, С.Ю. Глазьев подверг критике представления монетаристов о положительном влиянии низкой инфляции на экономическое развитие [25]. В подтверждение данной идеи можно привести следующий факт: в период с 2006 по 2008 гг. в России наблюдалась высокая инфляция вместе с ускоренным экономическим ростом, в то же время низкая инфляция в 2017–2018 гг. сопровождалась замедлением темпов экономического роста.

Последним фактором, значимо влияющим на рост ВРП регионов, является заболеваемость ВИЧ-инфекцией. Зависимость отрицательная. На наш взгляд, данный вопрос ещё не до конца изучен. Данный вид заболевания, скорее всего, характерен для людей с низким уровнем целенаправленного, характеризующихся низкой производительностью труда, что может объяснить характер выявленной зависимости.

Перейдем к описанию второго уравнения системы. Динамика загрязнений почвы, воздуха и воды характеризуется значимой авторегрессионной компонентой.

Во-первых, рост ВРП с лагом в один год отрицательно влияет на динамику загрязнений. На наш взгляд, это связано с тем, что отечественные компании в большинстве своем верно прогнозируют финансовые показатели на следующий год и сокращают непроизводственные расходы (в том числе на охрану окружающей среды) уже за год до начала кризиса.

Во-вторых, значительное влияние на уровень загрязнений оказывает динамика инвестиций в основной капитал. Это может быть связано с тем, что они сопровождаются строительными работами, которые способствуют усилению загрязнения окружающей среды.

В-третьих, была выявлена отрицательная взаимосвязь между объемом загрязнений и инвестициями в охрану окружающей среды. Данный факт кажется нам тривиальным.

В-четвертых, доля занятых с высшим образованием отрицательно влияет на объем загрязнений. Это может быть связано с тем, что развитие наукоемких отраслей экономики (информационных технологий, исследовательской деятельности, здравоохранения, образования и др.), требующее высокообразованных специалистов, сопровождается меньшим загрязнением, чем добывающая и обрабатывающая промышленность, которые характеризуются меньшей долей занятых с высшим образованием.

Далее перейдем к интерпретации оценки неизвестных параметров третьего уравнения. Анализ полученных результатов оценивания позволяет сделать несколько выводов.

Во-первых, индекс социального благополучия значимо зависит от авторегрессионной компоненты. Это говорит о том, что процесс относительно стабилен.

Во-вторых, загрязнение окружающей среды отрицательно влияет на индекс социального благополучия. На наш взгляд, это связано с тем, что плохая экологическая обстановка ведет к увеличению заболеваемости, что негативно влияет на характеристики качества жизни населения.

В-третьих, инвестиции в основной капитал отрицательно влияют на исследу-

емый индекс. По нашему мнению, данная зависимость может быть связана с тем, что увеличение доли инвестиций в ВВП ведет к снижению уровня потребления домашних хозяйств (так как источником инвестиций являются их сбережения), что негативно отражается на качестве их жизни в целом.

В-четвертых, доля занятых с высшим образованием положительно воздействует на качество жизни населения. Это может быть связано с тем, что человек, получивший более высокий уровень образования, может более рационально использовать имеющиеся финансовые ресурсы и вести здоровый образ жизни.

В-пятых, ускорение инфляции негативно влияет на качество жизни российских граждан. Это может быть связано с тем, что стабильно низкий рост цен позволяет повысить горизонт планирования доходов и расходов российских граждан, что положительно сказывается на качестве жизни.

В-шестых, распространение социально значимых заболеваний (алкоголизма, наркомании) отрицательно влияет на индекс социального благополучия. Данный факт кажется нам тривиальным.

В целом можно констатировать четыре основных вывода, являющихся результатом построения модели:

1. Экономический рост, загрязнение окружающей среды и качество жизни населения динамически взаимосвязаны между собой и составляют единую социо-эколого-экономическую систему.

2. Рост инвестиций в основной капитал ускоряет экономический рост, но негативно влияет на экологическую обстановку и практически не воздействует на улучшение качества жизни населения.

3. Рост доли занятых с высшим образованием благоприятно воздействует на все три элемента социо-эколого-экономической системы.

4. В современных экономических условиях, сложившихся в России, низкий уровень инфляции замедляет экономический

рост, но положительно влияет на характеристики качества жизни российских граждан.

Экономическая интерпретация результатов оценки неизвестных параметров модели (2) позволяет перейти к описанию механизма прогнозирования трех ее зависимых переменных.

Первым шагом к построению указанного механизма является удаление переменных, не значимых на уровне 5%.

На основе данной модели может быть составлен инструментарий для прогнозирования нормированных значений трех показателей социо-эколого-экономического развития регионов РФ. Нам представляется возможным составление прогнозной оценки на основе трех сценариев социально-экономического развития регионов РФ, составленных в результате анализа статистики за последние 10 лет.

1) Оптимистичный сценарий: рост инвестиций в основной капитал на 5% в год, снижение уровня заболеваемости алкоголизмом и наркоманией на 10% в год и сохранение текущего уровня ВИЧ-инфицированных.

2) Реалистичный сценарий: рост инвестиций в основной капитал на 2% в год, снижение уровня заболеваемости алкоголизмом и наркоманией на 5% в год и увеличение числа ВИЧ-инфицированных на 5% в год.

3) Пессимистичный сценарий: снижение инвестиций в основной капитал на 1% в год, сохранение уровня заболеваемости алкоголизмом и наркоманией на прежнем уровне и увеличение числа ВИЧ-инфицированных на 10% в год.

Практическая реализация данного инструментария требует создания специализированного программного продукта, способного периодически загружать данные в базу данных имеющихся показателей. Однако разработка данного продукта выходит за рамки статьи. Приведем пример прогноза трех исследуемых показателей на 2018–2019 гг. для Пермского края. Вычисления были произведены в *MS Excel*. Результаты вычислений представлены в табл. 6.

Таблица 6. Сценарная прогнозная оценка социально-экономического развития Пермского края на 2018–2019 гг.

Table 6. Scenario forecasting evaluation of the social and economic development for Perm region for 2018–2019

Сценарий	Показатель	2018 г.	2019 г.
Оптимистичный	Нормированное значение роста ВРП	0,64	0,63
	Нормированное значение индекса социального благополучия	0,33	0,37
	Нормированное значение роста загрязнений почвы, воздуха и воды	0,062	0,056
Реалистичный	Нормированное значение роста ВРП	0,61	0,60
	Нормированное значение индекса социального благополучия	0,32	0,36
	Нормированное значение роста загрязнений почвы, воздуха и воды	0,065	0,059
Пессимистичный	Нормированное значение роста ВРП	0,59	0,58
	Нормированное значение индекса социального благополучия	0,31	0,35
	Нормированное значение роста загрязнений почвы, воздуха и воды	0,067	0,061

Следует заметить, что публикация статистики по ВРП осуществляется с лагом приблизительно в 1,5 года после окончания отчетного периода. Следовательно, прогноз на текущий год вполне оправдан и может представлять практическую значимость для органов государственного управления.

Из табл. 6 можно сделать вывод, что положительной стороной текущих тенденций в социально-экономическом развитии Пермского края является высокий экономическим рост, который практически не сопровождается ростом загрязнений. Отрицательной характеристикой текущего развития региона является то, что рост ВРП не приводит к значительному

улучшению качества жизни (что частично связано с относительно высоким уровнем безработицы, низким уровнем потребления белкосодержащих мясопродуктов и относительно высоким уровнем преступности).

Далее мы оценили качество полученного прогноза с помощью вычисления его абсолютной ошибки (*MAPE*), определяемой по следующей формуле:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\hat{y}_i - y_i|}{y_i}, \quad (5)$$

Таблица 7. Среднее значение *MAPE* для 74 регионов России за 2018 г. по прогнозируемым показателям

Table 7. Average *MAPE* for 74 regions in Russia for 2018 by the forecasted indicators

Показатель	Средняя ошибка прогноза, %
Нормированное значение роста ВРП	8,12
Нормированное значение индекса социального благополучия	7,11
Нормированное значение роста загрязнений почвы, воздуха и воды	5,22

Исходя из данных, представленных в табл. 7, полученный инструментальный прогнозирования дает прогноз хорошего качества, что дает основания применять полученные результаты для формирования траекторий устойчивого развития регионов России.

В заключение отметим, что проведенное исследование создает предпосылки для обеспечения устойчивого развития региональных систем на основе учета взаимобратных связей социальной, экологической и экономической сфер человеческой жизнедеятельности.

Заключение

Результаты проведенного исследования демонстрируют, что экономическая, социальная и экологическая сферы жизнедеятельности человека взаимосвязаны между собой. Экономический рост ведет к увеличению загрязнений, что приводит к ухудшению некоторых характеристик качества жизни населения. Следовательно, рост ВРП не может являться главной целью развития общества. Более важной целью является устойчивое развитие субъектов РФ, которое сочетает в себе рост ВРП, повышение качества жизни, а также внедре-

где *MAPE* – средняя абсолютная процентная ошибка прогноза; \hat{y}_i – прогнозное значение показателя для *i*-го региона; y_i – фактическое значение показателя для *i*-го региона; *n* – количество регионов, включенных в модель.

В табл. 7 приведены значения *MAPE* для трех прогнозируемых показателей за 2018 г.

ние «зеленых» и ресурсосберегающих технологий.

Переходя к описанию способов достижения устойчивого развития регионов РФ, можно подчеркнуть, что результаты исследования показывают наличие следующих закономерностей: ускорение экономического роста путем стимулирования инвестиций в основной капитал ведет к ухудшению экологической обстановки, что может привести к падению уровня жизни населения. В то же время инвестиции в человеческий капитал (увеличение доли занятых с высшим образованием, создание комфортных социальных условий для здорового образа жизни) ведут как к ускорению экономического роста, так и повышению качества жизни населения. Таким образом, главным стимулом к устойчивому развитию регионов России должно стать наращивание инвестиций в человеческий, а не физический капитал.

Резюмируя изложенное, можно констатировать, что рост экономики не всегда ведет к улучшению качества жизни населения, часто сопровождается ростом загрязнений и нерациональным использованием природных ресурсов. Так, анализ статистических показателей за период с 2006 по 2018 гг. демонстрирует, что дан-

ные процессы характерны для некоторых регионов России и нуждаются в пристальном внимании. Например, Магаданская область по среднегодовому росту ВРП занимает за указанный период лишь 59-е ранговое место, в то время как по росту загрязнений – семьдесят второе. Следовательно, при разработке стратегий социально-экономического развития регионов РФ необходимо обеспечить баланс между эко-

номическим ростом, качеством жизни и улучшением экологической обстановки. Решению этой задачи будет способствовать совершенствование математического инструментария идентификации и прогнозирования социо-эколого-экономических взаимосвязей для формирования оптимальных траекторий устойчивого развития регионов России.

Список литературы

1. Mumtaz R., Zaman K., Sajjad F., Lodhi M.S., Irfan M., Khan I., Naseem I. Modeling the causal relationship between energy and growth factors: Journey towards sustainable development // *Renewable Energy*. 2014. № 63. P. 353–365. doi: 10.1016/j.renene.2013.09.033.
2. Yanase A. Pollution control in open economies: Implications of within-period interactions for dynamic game equilibrium // *Journal of Economics*. 2005. № 84. P. 277–311. doi: 10.1007/s00712-005-0120-3.
3. He C., Mao X., Zhu X. Industrial dynamics and environmental performance in urban China // *Journal of Cleaner Production*. 2018. № 195. P. 1512–1522. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.142.
4. Tantau A.D., Maassen M.A., Fratila L. Models for analyzing the dependencies between indicators for a circular economy in the European Union // *Sustainability*. 2018. № 10. P. 2141. doi: 10.3390/su10072141.
5. Половян А.В., Вишневецкая Е.Н. Регулирование коэволюции экономико-экологических популяций в контексте устойчивого развития // *Экономика и математические методы*. 2017. Т. 53, № 2. С. 101–117.
6. Третьякова Е.А., Осипова М.Ю. Оценка показателей устойчивого развития регионов РФ // *Проблемы прогнозирования*. 2018. № 2 (167). С. 24–35.
7. Pîrvu R., Badîrcea R., Manta A., Lupanescu M. The effects of the cohesion policy on the sustainable development of the development regions in Romania // *Sustainability*. 2018. № 10. P. 2577. doi: 10.3390/su10072577.
8. Lotfi M., Yousefi A., Jafari S. The effect of emerging green market on green entrepreneurship and sustainable development in knowledge-based companies // *Sustainability*. 2018. № 10. P. 2308. doi: 10.3390/su10072308.
9. Rajapaksa D., Islam M., Managi S. Pro-environmental behavior: The role of public perception in infrastructure and the social factors for sustainable development // *Sustainability*. 2018. № 10. P. 937. doi: 10.3390/su10040937.
10. Hirvilammi T., Helne T. Changing paradigms: A sketch for sustainable wellbeing and ecosocial policy // *Sustainability*. 2014. № 6. P. 2160–2175. doi: 10.3390/su6042160.
11. Sanwal M. Global sustainable development goals are about the use and distribution, not scarcity of natural resources: will the middle class in the USA, China and India save the climate as its incomes grow? // *Climate and Development*. 2015. № 2. P. 97–99. doi: 10.1080/17565529.2014.934778.
12. Wu H., Yu Y., Li S., Huang K. An empirical study of the assessment of green development in Beijing, China: Considering resource depletion, environmental damage and ecological benefits simultaneously // *Sustainability*. 2018. № 10. P. 719. doi: 10.3390/su10030719.
13. Вдовин С.М., Гуськова Н.Д., Неретина Е.А., Иванова И.А. Прогнозирование устойчивости развития региона на основе экономико-математического моделирования // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2016. № 9. С. 18–27.
14. Meyer B. Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment: report. Osnabrück: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforshung mbH, 2011. 89 p.
15. Jiao L., Shen L., Shuai C., He B. A Novel approach for assessing the performance of sustainable urbanization based on structural equation modeling: A China case study // *Sustainability*. 2016. № 8. P. 910. doi: 10.3390/su8090910.

16. Bocken N.M.P., Short S.W. Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities // *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2016. № 18. P. 41–61. doi: 10.1016/j.eist.2015.07.010.
17. Mayer A. Democratic institutions and the energy intensity of well-being: A cross-national study // *Sustainability and Society*. 2017. № 7. P. 36.
18. Аганбегян А.Г. Инвестиции в основной капитал и вложения в человеческий капитал – два взаимосвязанных источника экономического роста // *Проблемы прогнозирования*. 2017. № 4 (163). С. 17–20.
19. Tret'yakova E.A., Shimanovskii D.V. Social welfare and eco-economic dynamics: An analytical model // *Studies on Russian Economic Development*. 2020. Vol. 31, № 1. P. 108–112.
20. Анимца Е.Г., Новикова Н.В., Сухих В.А. Качество жизни как комплексный показатель социального развития региона // *Журнал экономической теории*. 2009. № 1. С. 14–35.
21. Петров А.Н. Производственная функция экономики региона // *Экономический анализ: теория и практика*. 2011. № 19 (226). С. 53–60.
22. Дьяков М.Ю. О зависимости между инвестициями в охрану окружающей среды и динамикой ее загрязнения в Камчатском крае // *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XVII междунар. науч. конф., посвящ. 25-летию организации Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН, 16–17 ноября 2016 г. Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2016. С. 203–206.*
23. Грицак Л.Е. Специфика цикличности экономического развития современной России // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2013. № 5 (49). С. 15–19.
24. Рассадудина А.К. Кадровое обеспечение инновационной экономики. Опыт экономически развитых стран // *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*. 2011. № 1. С. 109–120.
25. Глазьев С.Ю. Нищета и блеск российских монетаристов. Ч. 1 // *Экономическая наука современной России*. 2015. № 2 (69). С. 7–21.

Статья поступила в редакцию 10.06.2020, принята к печати 16.09.2020

Сведения об авторах

Шимановский Дмитрий Викторович – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.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.pnru@yandex.ru).

References

1. Mumtaz R., Zaman K., Sajjad F., Lodhi M.S., Irfan M., Khan I., Naseem I. Modeling the causal relationship between energy and growth factors: Journey towards sustainable development. *Renewable Energy*, 2014, no. 63, pp. 353–365. doi: 10.1016/j.renene.2013.09.033.
2. Yanase A. Pollution control in open economies: Implications of within-period interactions for dynamic game equilibrium. *Journal of Economics*, 2005, no. 84, pp. 277–311. doi: 10.1007/s00712-005-0120-3.
3. He C., Mao X., Zhu X. Industrial dynamics and environmental performance in urban China. *Journal of Cleaner Production*, 2018, no. 195, pp. 1512–1522. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.142.
4. Tantau A.D., Maassen M.A., Fratila L. Models for analyzing the dependencies between indicators for a circular economy in the European Union. *Sustainability*, 2018, no. 10, pp. 2141. doi: 10.3390/su10072141.
5. Polovyan A.V., Vishnevskaya E.N. Regulirovanie koevol'yutsii ekonomiko-ekologicheskikh populyatsii v kontekste ustoichivogo razvitiya [Regulating co-evolution of the economic and environmental

populations in the context of sustainable development]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 2017, vol. 53, iss. 2, pp. 101–117. (In Russian).

6. Tret'yakova E.A., Osipova M.Yu. Otsenka pokazatelei ustoichivogo razvitiya regionov RF [Evaluation of the indicators for the sustainable development in the RF regions]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2018, no. 2 (167), pp. 24–35. (In Russian).

7. Pîrvu R., Badîrcea R., Manta A., Lupanescu M. The effects of the cohesion policy on the sustainable development of the development regions in Romania. *Sustainability*, 2018, no. 10, pp. 2577. doi: 10.3390/su10072577.

8. Lotfi M., Yousefi A., Jafari S. The effect of emerging green market on green entrepreneurship and sustainable development in knowledge-based companies. *Sustainability*, 2018, no. 10, pp. 2308. doi: 10.3390/su10072308.

9. Rajapaksa D., Islam M., Managi S. Pro-environmental behavior: The role of public perception in infrastructure and the social factors for sustainable development. *Sustainability*, 2018, no. 10, pp. 937. doi: 10.3390/su10040937.

10. Hirvilammi T., Helne T. Changing paradigms: A sketch for sustainable wellbeing and ecosocial policy. *Sustainability*, 2014, no. 6, pp. 2160–2175. doi: 10.3390/su6042160.

11. Sanwal M. Global sustainable development goals are about the use and distribution, not scarcity of natural resources: will the middle class in the USA, China and India save the climate as its incomes grow? *Climate and Development*, 2015, no. 2, pp. 97–99. doi: 10.1080/17565529.2014.934778.

12. Wu H., Yu Y., Li S., Huang K. An empirical study of the assessment of green development in Beijing, China: Considering resource depletion, environmental damage and ecological benefits simultaneously. *Sustainability*, 2018, no. 10, p. 719. doi: 10.3390/su10030719.

13. Vdovin S.M., Gus'kova N.D., Neretina E.A., Ivanova I.A. Prognozirovanie ustoichivosti razvitiya regiona na osnove ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya [Region's sustainable development prediction on the basis of economic-mathematical modelling]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National Interests: Priorities and Security], 2016, no. 9, pp. 18–27. (In Russian).

14. Meyer B. *Macroeconomic modeling of sustainable development and the links between the economy and the environment: Report*. Osnabrück, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforshung mbH, 2011. 89 p.

15. Jiao L., Shen L., Shuai C., He B. A Novel approach for assessing the performance of sustainable urbanization based on structural equation modeling: A China case study. *Sustainability*, 2016, no. 8, p. 910. doi: 10.3390/su8090910.

16. Bocken N.M.P., Short S.W. Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2016, no. 18, pp. 41–61. doi: 10.1016/j.eist.2015.07.010.

17. Mayer A. Democratic institutions and the energy intensity of well-being: A cross-national study. *Sustainability and Society*, 2017, no. 7, p. 36.

18. Aganbegyan A.G. Investitsii v osnovnoi kapital i vlozheniya v chelovecheskii kapital – dva vzaimosvyazannykh istochnika ekonomicheskogo rosta [Investments in the main capital and investments into human capital – two interconnected sources of economic growth]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2017, no. 4 (163), pp. 17–20. (In Russian).

19. Tret'yakova E.A., Shimanovskii D.V. Social welfare and eco-economic dynamics: An analytical model. *Studies on Russian Economic Development*, 2020, vol. 31, no. 1, pp. 108–112.

20. Animitsa E.G., Novikova N.V., Sukhikh V.A. Kachestvo zhizni kak kompleksnyi pokazatel' sotsial'nogo razvitiya regiona [The life quality as a complex indicator of social development of the region]. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii* [Journal of Economic Theory], 2009, no. 1, pp. 14–35. (In Russian).

21. Petrov A.N. Proizvodstvennaya funktsiya ekonomiki regiona [Manufacturing function of the region's economy]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2011, no. 19 (226), pp. 53–60. (In Russian).

22. D'yakov M.Yu. O zavisimosti mezhdu investitsiyami v okhranu okruzhayushchei sredy i dinamikoi ee zagryazneniya v Kamchatskom krae [On dependence between the investments into the environment protection and its pollution dynamics in Kamchatka Territory]. *Sokhranenie bioraznoobraziya Kamchatki i priliegayushchikh morei: materialy KhVII mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 25-letiyu organizatsii Kamchatskogo instituta ekologii i prirodopol'zovaniya DVO RAN, 16–17 noyabrya 2016 g.* [Preservation of biodiversity on Kamchatka and neighboring seas: Proceedings of XVII International Scientific Conference devoted to 25th anniversary of Kamchatka Institute of Ecology and

Nature Management Far East Federal Area RAS, 16–17 November 2016]. Petropavlovsk-Kamchatskii, Kamchatskii filial Tikhookeanskogo instituta geografii DVO RAN Publ., 2016, pp. 203–206. (In Russian).

23. Gritsak L.E. Spetsifika tsiklichnosti ekonomicheskogo razvitiya sovremennoi Rossii [Cyclical economic development of modern Russia]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Saratov State Socio-Economic University], 2013, no. 5 (49), pp. 15–19. (In Russian).

24. Rassadulina A.K. Kadrovoe obespechenie innovatsionnoi ekonomiki. Opyt ekonomicheskii razvitykh stran [Peopleware of innovation economy. Experience of advanced economies]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika* [Moscow University Economics Bulletin], 2011, no. 1, pp. 109–120. (In Russian).

25. Glaz'ev S.Yu. Nishcheta i blesk rossiiskikh monetaristov. Ch. 1 [Misery and prosperity of the Russian monetarists. Part 1]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii* [Economics of Contemporary Russia], 2015, no. 2 (69), pp. 7–21. (In Russian).

Received June 10, 2020; accepted September 16, 2020

Information about the Authors

Shimanovsky Dmitriy Viktorovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University (15, Bukirev st., Perm, 614990, Russia; e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru).

Tretiakova Elena Andreevna – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor at the Department of the World and Regional Economy, Economic Theory, Perm State University (15, Bukirev st., Perm, 614990, Russia; e-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:
Шимановский Д.В., Третьякова Е.А. Моделирование социо-эколого-экономических взаимосвязей как способ оценки устойчивого развития регионов РФ // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 369–384.
doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-369-384

Please cite this article in English as:

Shimanovsky D.V., Tretiakova E.A. Modeling social ecological economic relations as an assessment method for sustainable development of regions in the Russian Federation. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 369–384. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-369-384

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-385-404

УДК 338.45:634

ББК 65.305.5

JEL Code L52, C02

АЛГОРИТМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ИЗ РЕГИОНОВ РОССИИ: СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ

Родион Сергеевич Рогулин

ORCID ID: [0000-0002-3235-6429](https://orcid.org/0000-0002-3235-6429), Researcher ID: [ABA-2071-2020](https://orcid.org/ABA-2071-2020), e-mail: rafassiaofusa@mail.ru

Лев Соломонович Мазелис

ORCID ID: [0000-0001-7346-3960](https://orcid.org/0000-0001-7346-3960), Researcher ID: [W-2799-2017](https://orcid.org/W-2799-2017), e-mail: lev.mazelis@vvsu.ru

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
(Россия, 690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41)

Процесс формирования устойчивых цепочек поставок сырья является актуальной задачей управления современными промышленными предприятиями. Для ее решения сегодня успешно применяются нелинейные стохастические модели, позволяющие находить оптимальные и эффективные решения этой задачи. Ограниченность существующих универсальных моделей предопределила необходимость разработки авторского метода нахождения эффективного решения проблем класса *Supply Chain Management*, сформулированных как задачи стохастического смешанно-целочисленного нелинейного программирования. В качестве целевой функции авторской модели используется величина суммарных затрат на закупку сырья на товарно-сырьевой бирже на заданном горизонте планирования, а оптимизация проводится по бинарным переменным, характеризующим включенность той или иной заявки в план закупок. Часть параметров ограничений модели являются стохастическими и позволяют учитывать фактор неопределенности и риски процесса обеспечения производства необходимым сырьем. В разработанном эвристическом алгоритме на отдельных шагах используется метод ветвей и границ и генетический алгоритм. Апробация алгоритма и применение модели проведены на одном из крупных лесоперерабатывающих предприятий Приморского края. Сравнение эффективности работы предложенного алгоритма с отдельным применением генетического алгоритма или метода ветвей и границ проведено на четырех видах процессоров на трех горизонтах планирования в рамках рассматриваемой модели. Анализ результатов работы алгоритмов показал, что авторский алгоритм по сравнению с генетическим является более устойчивым с точки зрения неопределенности входных параметров в сравнении с методом ветвей и границ. Он позволяет успешно осуществлять поиск решения моделей со значительно большим количеством переменных. Показано, что алгоритм является универсальным для дальнейшей его модификации при решении более сложных задач этого же класса, содержащих значительно большее количество вероятностных параметров, описывающих другие неопределенности процесса поставок сырья. К перспективам будущих исследований можно отнести развитие предложенного алгоритма в направлении увеличения скорости сходимости, что позволит повысить его эффективность.

Ключевые слова: цепочки поставок, лесная биржа, регионы России, поставки сырья, лесопромышленное предприятие, математическая модель, математическое программирование, стохастические процессы, генетический алгоритм, эвристический алгоритм.



ALGORITHM AND MATHEMATICAL MODEL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FOR RAW WOOD FROM THE REGIONS IN RUSSIA: COMPARISON AND ANALYSIS

Rodion S. Rogulin

ORCID ID: [0000-0002-3235-6429](https://orcid.org/0000-0002-3235-6429), Researcher ID: [ABA-2071-2020](https://orcid.org/ABA-2071-2020), e-mail: rafassiaofusa@mail.ru

Lev S. Mazelis

ORCID ID: [0000-0001-7346-3960](https://orcid.org/0000-0001-7346-3960), Researcher ID: [W-2799-2017](https://orcid.org/W-2799-2017), e-mail: lev.mazelis@vvsu.ru

Vladivostok State University of Economics and Service
(41, Gogolya st., Vladivostok, 690014, Russia)

Supply chain management is a burning issue for modern industrial enterprises. To handle this issue, non-linear stochastic models are successfully applied to find the reasonable and efficient solutions. A need to develop a unique method to find the solutions to supply chain management tasks defined as stochastic mixed-integer non-linear programming tasks is determined by the limitations imposed by the general models. The sum of the total raw procurement costs from the Commodity Exchange over the defined planning horizon is taken to be the target function of the unique model, while the binary variables which show whether a purchasing order is included into the procurement plan are used for optimization purposes. Some parameters of model's limitations are stochastic and consider the uncertainty factor and risks in supplying the required raw materials to the manufacturing site. Branch-and-bound and genetic algorithms are applied at some steps in the developed heuristic algorithm. The algorithm and the model are tested at a major timber processing enterprise in Primorsky Area. Four types of processors over three planning horizons were applied to compare the efficiency of the proposed algorithm with partial application of the genetic algorithm or branch-and-bound method. The findings analysis shows that, unlike the genetic algorithm, the unique one is more stable in terms of uncertainty of the input parameters in comparison with the branch-and-bound method. It provides the solutions in the models with a great number of variables. The algorithm is shown to be universal enough for its further modification in solving more complicated problems of the same class, containing a significantly larger number of probabilistic parameters that describe other uncertainties in the supply of raw materials. Further research is seen to include the development of the proposed algorithm to increase the rate of convergence for its better efficiency.

Keywords: supply chains, forest exchange, regions of Russia, raw materials supply, timber processing enterprise, mathematical model, mathematical programming, stochastic processes, genetic algorithm, heuristic algorithm.

Введение

Формирование устойчивых цепочек поставок сырья является базовой и серьезной проблемой любого предприятия. В лесопромышленной отрасли этот процесс усложнен тем, что выращивание леса до требуемых кондиций на арендованных у государства землях представляет собой растянутый во времени и трудоемкий процесс. В связи с этим, а также из-за сложности получения в аренду земель многие лесоперерабатывающие предприятия не имеют собственной сырьевой базы. Для их устойчивой работы без экономических потерь менеджменту предприятий необходимо принимать обоснованные управленческие решения по формированию устойчивых цепочек поставок сырья (*Supply Chain Management*, далее *SCM*) с внутреннего рынка региона, страны или международ-

ных товарно-сырьевых бирж. При формировании на заданном горизонте планирования устойчивой цепочки поставок сырья необходимо учитывать фактор неопределенности и возможные риски. Это обуславливает стохастическую природу части параметров модели.

Как правило, при решении задач класса *SCM* используются различные модели. Так, например, для решения частного случая задач класса *SCM* – транспортных задач – часто используются линейные модели, которые, как известно, требуют большого объема оперативной памяти. Если свести интересующую проблему к задаче выпуклого программирования, то можно подобрать алгоритм, позволяющий находить оптимальное решение. Однако в случае с задачами класса формирования цепочек поставок сырья не всегда удается свести задачу к классу выпуклого про-

граммирования [1] и необходимо разрабатывать авторский алгоритм и / или модифицировать уже имеющийся. Для решения общей задачи *SCM* с включением вероятностных процессов производства или транспортировки сырья используют нелинейные стохастические модели.

Процесс формирования цепочек поставок сырья усложняется еще и тем, что отсутствуют универсальные точные алгоритмы по поиску оптимального решения задач невыпуклого программирования. Более того, в [1–3] утверждается, что такого рода решений не существует, так как функционирование предприятий имеет большое количество вероятностных процессов, которые трудно учесть. Поэтому принято искать эффективное решение, которое отличается от оптимального тем, что для большинства вероятностных исходов такое решение является наилучшим из всех допустимых.

Отсюда вытекает еще одна трудность, с которой сталкивается предприятие при формировании плана поставок, – выбор метода по поиску решения модели. Другими словами, на практике не всегда удается выбрать алгоритм из известных методов, поэтому требуется разработка авторского инструментария моделирования устойчивых цепочек поставок сырья. При модификации системы ограничений может оказаться, что алгоритм неприменим, и потребуются снова инициировать процесс подборки или разработки алгоритма поиска эффективного решения.

Исходя из вышесказанного цель исследования заключается в разработке метода нахождения эффективного решения проблем класса *SCM*, сформулированных как задачи стохастического смешанно-целочисленного нелинейного программирования. Для достижения цели поставлены следующие задачи: 1) разработать алгоритм поиска эффективного решения задач класса *SCM*, являющийся устойчивым с точки зрения неопределенности входных параметров и приемлемым по количеству переменных и времени работы; 2) разработать модификацию модели поставок сырья на примере лесоперерабатывающего предприятия, учитывая неопределенности и риски сро-

ков поставки; 3) сравнить результаты работы авторского алгоритма с известными методами и алгоритмами по поиску оптимального или эффективного решения в задачах формирования устойчивых цепочек поставок сырья лесоперерабатывающего предприятия.

Далее представим краткий обзор алгоритмов и методов по решению задачи формирования устойчивых цепочек поставок сырья.

Обзор методов и моделей решения задач формирования цепочек поставок сырья

В работе [1] показано, что в большинстве рассмотренных исследований разрабатываются модели смешанно-целочисленного линейного программирования (*Mixed-integer Linear Programming*, далее *MILP*) для проектирования и планирования цепочек поставок. Поиск решений в таких моделях осуществляется с использованием коммерческих солверов¹. В наше время существует возможность находить оптимальное решение линейных задач большой размерности, но время получения таких решений быстро увеличивается при добавлении целочисленных переменных. Поиск решений для нелинейных моделей еще более сложный и долгий, поскольку, как правило, представляется возможным достигнуть только локального оптимума при условии, что не сохраняются свойства выпуклости. Однако многие нелинейные выражения системы ограничений могут быть линеаризованы (например, в виде кусочно-линейных функций), в том числе за счет ввода дополнительных двоичных переменных.

J.S. Cundiff, N. Dias, H.D. Sherali работали для системы доставки сырья линейную модель (*Linear Programming*, далее *LP*) [2]. Если модифицировать эту *LP* в двухэтапную задачу, основанную на сценариях, то появится возможность устранить неопределенность уровней производства и погодных условий. С помощью модели с применением сценариев были сведены к

¹ Образовано от английского *solver* – аппарат для решения задач.

минимуму общие затраты, включая затраты на транспортировку, расширение склада, штрафы за нарушение пропускной способности.

Смешанно-целочисленное *LP* (*Mixed-integer Linear Programming*, далее *MILP*) используется в случаях, когда ставится задача достичь оптимального распределения объектов. Наиболее распространены однопериодные модели, в то время как большинство реальных процессов производства и/или транспортировки являются многопериодными. Так, в работе [3] разработана модель *MILP* для размещения складов, промежуточных пунктов хранения между небольшими внутрихозяйственными складами и более крупными централизованными пунктами хранения. Целевая функция состоит из затрат на транспортировку сырья с производственных площадок в централизованный пункт хранения и затрат на пребывание сырья в нем. Авторская модель *MILP* в работе [4] описывает процесс формирования цепочек поставок сырья. В этой задаче используются пять видов лесного сырья для обеспечения работы установки по пиролизу. Конечная продукция пиролиза может использоваться на месте для производства энергии или отправляться на конверсионную установку для получения бензина и биодизеля. Результатом использования модели явилось оптимальное по максимизации прибыли распределение двух заводов в рассматриваемой области.

Зачастую поиск решений больших моделей рассчитывается в несколько периодов. *Y. Huang, C.W. Chen, Y. Fan* [5] предложили стратегическую многоступенчатую модель *MILP*, включающую десять периодов в одном году, для развертывания и настройки мощностей биоперерабатывающих заводов и определения источников сырья для минимизации общих издержек. Задача другой модели *MILP* [6] – переработать в котлах древесные отходы в производственном районе так, чтобы максимизировать общую прибыль за 52 периода, каждый из которых равен неделе. Имеющиеся или докупаемые котлы могут быть соединены между собой, и их мощность регулируется каждую неделю, чтобы

удовлетворить кривые спроса на тепло и электроэнергию. Недавно *A. De Meyer, D. Cattryse, V.O. Jos* [7] предложили модель *MILP*, включающую пять периодов на одногодичном горизонте планирования с учетом временной доступности и регенерации биомассы для определения оптимальных периодов сбора урожая. Модель направлена на оптимизацию чистой прибыли, глобальной эмиссии парниковых газов (*Greenhouse Gas*, далее *GHG*) или комбинации этих двух критериев. Это исследование включает в себя анализ чувствительности с учетом неопределенности погодных условий и наличия сырья.

Модели формирования цепочек поставок сырья в рамках *MILP* могут быть очень большими по количеству как переменных, так и ограничений. Например, одну из таких моделей сформулировал коллектив авторов в работе [8] для определения расположений пунктов отправки конверсионных единиц в 99 округов. Одна итерация – это один месяц работы предприятия. Горизонт планирования составляет 30 лет. Для решения такой задачи требуется 145 000 переменных (в том числе 400 бинарных) и 219 000 ограничений. Цель модели заключается в том, чтобы минимизировать общие годовые затраты, включая транспортировку биомассы, конверсию и транспортировку биотоплива, а также стоимость сырья и штрафы, вызванные его нехваткой.

Нелинейные модели находят применение в производстве и проектировании сетей. *M. Bruglieri* и *L. Liberti* [9] разработали сложную модель по формированию цепочек поставок биосырья, в которой ведется учет местоположения энергетических установок, производственных мощностей и весов дуг в сети для минимизации суммарных затрат. В модели учитываются транспортные расходы, производственные затраты и затраты на поставку товаров. Модель сформулирована как задача смешанно-целочисленного нелинейного программирования (*MINLP*), небольшие части которой могут быть решены с помощью специальной процедуры ветвления с гарантией сходимости к оптимуму. Модель

MINLP также приводится в [10] и посвящена оптимальному проектированию цепочки поставок сырья для минимизации общих ежегодных затрат и общих годовых выбросов *GHG*. *Shabani* переформулировал модель многопериодного нелинейного программирования (*Multi-period Nonlinear Programming*, далее *MPNP*) для оптимизации цепочек поставок лесного биотоплива в виде модели линейного программирования, где целевая функция направлена на максимизацию показателя суммарной прибыли. Разработанная модель впоследствии расширяется до двухэтапной стохастической модели *LP* для учета неопределенности возникновения у поставщиков некоторого объема сырья [11].

Если прямое решение математической модели коммерческим солвером занимает слишком много времени, можно использовать эвристику [12]. Эвристические алгоритмы позволяют за приемлемое и более короткое, чем точные алгоритмы, время находить некоторое решение задачи, но эвристические методы не дают гарантий оптимальности [13]. Существуют исследования в области формирования цепочек поставок сырья, оперирующие метаэвристикой и семейством эвристик, в которых реализованы различные механизмы, позволяющие избегать попадания решения в локальный оптимум [14]. В отличие от математических моделей, которые могут быть быстро реализованы с использованием специальных языков, близких к математическому синтаксису, метаэвристика должна быть адаптирована к рассматриваемой проблеме и реализована на низкоуровневом языке программирования [15].

Методика поиска решения с использованием модификаций генетического алгоритма (*Genetic Algorithms*, далее *GA*) заключается в выполнении повторяющейся последовательности операций размножения (многократное копирование полученного на прошлом шаге решения¹), мутации

(случайные изменения каких-либо элементов каждого размноженного решения), селекции (отбор допустимых решений, которые доставляют лучшее значение целевой функции) подобно тому, как эти процессы протекают у живых организмов в природе [16–18]. *H.D. Venema* и *P.H. Calamai* [16] применяют эту схему для поиска оптимального расположения объектов в сельском регионе. Задача состоит в том, чтобы минимизировать общие транспортные расходы, которые вычисляются как скалярное произведение вектора спроса на вектор расстояний и приводят к модифицированной задаче о *p*-медиане. Одна из модификаций *GA* разработана учеными *N. Ayoub* и *N. Yuji* [17]. Они описывают гибкую структуру для моделирования строительной сети (*B-NET*) – сложных цепочек поставок сырья. *B-NET* определяется авторами как группа зависимых и взаимосвязанных процессов, использующих один или несколько типов ресурсов, что приводит к производству одного или нескольких видов продукции. Оптимизация цепочки поставок может быть выполнена путем решения *MILP*, полученной из *B-NET*. Если же размерность задачи достаточно велика, то в этом случае авторами заложена возможность ее решения посредством использования *GA* за заданное время.

Сразу в двух работах [18; 19] рассматриваются подходы к энергоснабжению жилых помещений с использованием нескольких видов сырья, а также электричества, отопления и охлаждения. Их особенностью является игнорирование сегментов производства и транспортировки сырья: предполагается, что любое количество может быть приобретено по известной цене. Для удовлетворения потребностей в энергии при максимизации чистой приведенной стоимости были предложены нелинейные модели. Поскольку поиск решений в моделях нелинейного программирования является вычислительно сложным, то для вычисления начального допустимого решения была разработана модификация генетического алгоритма. В работе изложена модификация генетического алгоритма путем его скрещивания с мето-

¹ Здесь стоит отметить, что на момент начала работы алгоритма необходимо определить начальное решение. Осуществить это можно также с использованием *GA* [16–20].

дом последовательного квадратичного программирования (*SQP*) для поиска оптимального решения.

Метаэвристика, основанная на роевом интеллекте¹, также ставит своей целью поиск решений, но подчиняется другим принципам. Подобно поведению косяков рыб и стай птиц, они основаны на поисковых агентах, которые перемещаются в пространстве решений и «сотрудничают», чтобы найти наилучшие. В работе [20] выбрана «оптимизация роя бинарных частиц» (*BPSO*), чтобы найти и подключить электростанции, работающие на лесном биотопливе, в сельской местности. *BPSO* используется для максимизации прибыли при нелинейных ограничениях, таких как профили напряжения. По сравнению с генетическим алгоритмом он показывает более быструю конвергенцию, и с его применением, как утверждают авторы, можно получить лучшие решения [22]. Другой алгоритм на основе роевого интеллекта, *Binary Honey Bee Foraging (BHBF)*, представлен в работе [23] и применяется к аналогичной проблеме, в которой сырье состоит из остатков оливковых деревьев. *BHBF* превосходит *BPSO* и *GA* (две предыдущие работы) в некоторых случаях.

В недавнем исследовании [24] эвристический подход, основанный на структуре адаптивного поиска большого соседства (*ALNS*), применяется для решения проблемы выбора поставщика и планирования закупок для биоэлектростанции с учетом временных окон и ограничений по уровню запасов сырья.

К категории подходов, относящихся к гибридным методам, которые сочетают процедуры точного решения с эвристикой или метаэвристикой, можно отнести работу *M. Marufuzzaman, S.D. Eksioglu, Y. Huang* [25], в которой предложен синтез инструментов лагранжевой релаксации и *L*-образного алгоритма для решения двухэтапной стохастической смешанно-целочисленной модели линейного программирования, которая позволяет проектировать цепи поставок сырья и управлять

ими. *M.S. Roni, S.D. Eksioglu, E. Searcy, K. Jha* [26] разработана модель проектирования цепочек поставок биомассы для ее сжигания на угольных электростанциях. В качестве алгоритма поиска решения использовался *GA*. Целевая функция направлена на минимизацию общих расходов на транспортировку и штрафы.

Проведенный обзор показывает отсутствие единого мнения и подхода к решению задач класса *SCM*. Актуальной проблемой поиска решения задач формирования устойчивых цепочек поставок сырья большой размерности является отсутствие алгоритма, который был бы приемлемым по времени работы и гибким с точки зрения возможности его применения к различным по степени включенности стохастическим параметрам.

Далее представлен авторский подход к решению этой задачи.

Математическая модель формирования устойчивых цепочек поставок сырья с учетом вероятностного характера параметров доставки

Модель по формированию устойчивых цепочек поставок сырья на склад предложена в работе², однако в ней не учитываются риски, связанные с неопределенностью выполнения поставщиками договорных обязательств по качеству сырья и времени доставки. Модель ориентирована на поиск оптимального³ или эффективного⁴ решения задачи формирования цепочек поставок сырья из регионов на основе работы с товарно-сырьевой биржей России с учетом ежедневной нормы потребления сырья предприятием. Особенность работы данного сектора биржи за-

² Рогулин Р.С. Модель оптимизации плана закупок сырья из регионов России лесоперерабатывающим комплексом // Бизнес-информатика. 2020. № 4. (В печати).

³ Оптимальное решение – это лучшее решение для отдаленно взятого конкретного вероятностного исхода.

⁴ Эффективное решение – это решение, наилучшее на множестве сгенерированных допустимых вероятностных исходов. Отметим, что значение целевой функции у оптимального решения не может быть хуже, чем у эффективного.

¹ Определение понятия роевого интеллекта см. в [21].

ключается в том, что лот можно купить только целиком¹.

Введем следующие обозначения:

M – рассматриваемый горизонт планирования (дни), называемый текущим периодом;

\dot{M} – дополнительный период, который наступает после M . В этот период покупки не рассматриваются, но необходимо спланировать закупки на горизонте M так, чтобы и в этот период была возможность производственной деятельности;

I – количество заявок, которые были куплены в предыдущий период (до $m = 0$) и поступят на склад уже на горизонте $[0, M]$;

R – количество регионов, откуда поступают предложения по продаже;

c_{ir} – цена покупки i -й заявки в r -м регионе (руб.), включая стоимость доставки;

v_{ir} – объем сырья в заявке i из региона r (m^3);

\dot{v}_{ir} – объем сырья в заявке i из региона r , купленной в предыдущий период (m^3);

s_{irm} – расстояние, пройденное заявкой i из региона r в день m в текущем периоде (км);

\dot{s}_{irm} – расстояние, пройденное заявкой i из региона r в день m в дополнительном периоде (км);

u_m – запас сырья на складе в день m (m^3);

u^{max} – максимальная вместимость склада (m^3);

u^{min} – неприкосновенный запас сырья на складе (m^3);

L_r – расстояние от региона r до склада по железной дороге (км);

\tilde{u} – количество сырья, потребляемого производством каждый день (m^3);

ξ – случайная величина непрерывного типа, имеющая нормальное распределение $\mathcal{N}(\mathcal{M}, \mathcal{D})$, где \mathcal{M} – математическое ожидание, \mathcal{D} – дисперсия.

Математическая модель F имеет вид

$$\sum_{i,r} c_{ir} \max_{m=1:M+\dot{M}} (\lambda_{irm}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$u_{m+1} = u_m - \tilde{u} + \sum_{i,r} (\dot{\lambda}_{irm1} - \dot{\lambda}_{ir(m-1)1}) \dot{v}_{ir} + \sum_{i,r} (\lambda_{irm1} - \lambda_{ir(m-1)1}) v_{ir}, \quad (2)$$

$$u_m \leq u^{max}, m = 1: M + \dot{M}, \quad (3)$$

$$u_m \geq u^{min}, m = 1: M + \dot{M}, \quad (4)$$

$$y_{irm} = \begin{cases} 1, & \text{если куплена заявка } i \text{ в регионе } r \\ & \text{ко дню } m \text{ в текущем периоде} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (5)$$

$$\dot{y}_{irm} = \begin{cases} 1, & \text{если куплена заявка } i \text{ в регионе } r \\ & \text{ко дню } m \text{ в предыдущий период} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (6)$$

$$u_0 = const, \quad (7)$$

$$\lambda_{irm1} = \begin{cases} 1, & \text{если купленная в текущем} \\ & \text{периоде заявка } i \text{ в регионе } r \\ & \text{доставлена ко дню } m, \text{ иначе} \end{cases} \quad (8)$$

$$\dot{\lambda}_{irm1} = \begin{cases} 1, & \text{если купленная в прошедшем} \\ & \text{периоде заявка } i \text{ в регионе } r \\ & \text{доставлена ко дню } m, \text{ иначе} \end{cases} \quad (9)$$

$$\lambda_{irm1} L_r + \lambda_{irm2} s_{irm} = s_{ir(m-1)} + y_{irm} * (\xi - \tau_{irm}), \quad (10)$$

$$\dot{\lambda}_{irm1} L_r + \dot{\lambda}_{irm2} \dot{s}_{irm} = \dot{s}_{ir(m-1)} + \dot{y}_{irm} * (\xi - \dot{\tau}_{irm}), \quad (11)$$

$$\lambda_{irm1} + \lambda_{irm2} = 1, \quad (12)$$

$$\dot{\lambda}_{irm1} + \dot{\lambda}_{irm2} = 1, \quad (13)$$

$$\tau_{irm} = \lambda_{irm1} ((s_{irm} + \xi) - L_r) \geq 0, \quad (14)$$

$$\dot{\tau}_{irm} = \dot{\lambda}_{irm1} ((\dot{s}_{irm} + \xi) - L_r) \geq 0, \quad (15)$$

$$0 \leq s_{irm} \leq (L_r - 10^{-17}) y_{irm}, \quad (16)$$

$$0 \leq \dot{s}_{irm} \leq (L_r - 10^{-17}) \dot{y}_{irm}, \quad (17)$$

$$y_{irm} \geq \lambda_{irm1}, \quad (18)$$

$$\dot{y}_{irm} \geq \dot{\lambda}_{irm1}, \quad (19)$$

$$\lambda_{irm2}, \dot{\lambda}_{irm2} \in \{0, 1\}, \quad (20)$$

$$\lambda_{irm1} \geq \lambda_{ir(m-1)1}, \quad (21)$$

$$\dot{\lambda}_{irm1} \geq \dot{\lambda}_{ir(m-1)1}, \quad (22)$$

$$y_{irm} \geq y_{ir(m-1)}, \quad (23)$$

$$\dot{y}_{irm} \geq \dot{y}_{ir(m-1)}, \quad (24)$$

$$s_{ir0} = 0, \quad (25)$$

$$\dot{s}_{ir0} = const. \quad (26)$$

Рассмотрим модель (1–26) подробнее. Целевая функция в (1) равна суммарному объему затраченных средств на закупку сырья на заданном горизонте планирования. Рекуррентная зависимость (2) задает для каждого дня количество сырья на складе, (3) и (4) ограничивают сверху и снизу соответственно объем сырья на складе, (5) и (6) отражают то, какие значения принимают переменные в текущем периоде

¹ В стоимость лота включается доставка до склада покупателя.

в зависимости от принятых решений по покупке заявок в текущем и прошлом периоде планирования соответственно. (7) – начальные запасы сырья на складе. (8) и (9) отражают факт доставки сырья i -й заявки на склад в зависимости от периода, когда та была куплена. (10) и (11) – рекуррентные зависимости пройденного грузом расстояния, если тот был куплен. (12) и (13) описывают то, что товар может быть либо в пути, либо на складе. В случае если груз достиг пункта назначения, предусмотрены ограничения (14) и (15), чтобы значение пройденного заявкой расстояния s_{irm} или \dot{s}_{irm} не росло. Ограничения (16) и (17) задают промежуток изменения, пройденного купленной заявкой расстояния.

Кроме того, (16) и (17) предназначены для случая: груз прошел расстояние ξ и $s_{ir(m-1)} + \xi = s_{irm} = L_r$, то есть по (10), (11) он придет в день $(m + 1)$, но на самом деле он пришел в день m . С целью исключения этого крайне маловероятного, но возможного события в ограничениях (16) и (17) вычитается малое число 10^{-17} .

Пара ограничений (18) и (19) формализует следующее: если заявка не была куплена, то она не может быть доставлена. Ограничения (21) и (22) – формализация утверждения: если заявка не прибыла на склад до момента m , то она и не прибыла до момента $(m-1)$, и наоборот: если она пришла в текущий момент, то в следующий момент она тоже будет считаться доставленной. Аналогичная логика относительно переменных y_{irm}, \dot{y}_{irm} в ограничениях (23) и (24). (25) задает стартовое значение пройденного расстояния заявкой, купленной в текущем периоде M , а (26) – суммарное пройденное заявкой расстояние в «прошедшем» периоде.

В модели случайной величиной является значение пройденного расстояния ξ в любой день на горизонтах планирования M и \dot{M} . Переменными оптимизации выступают y_{irm} , задающие включение заявки в портфель. Таким образом, построенная модель F относится к классу стохастического нелинейного целочисленного программирования.

Входные данные модели задаются на основе анализа потока предложений на официальном сайте Санкт-Петербургской Международной Товарно-сырьевой Биржи¹. В качестве предприятия выбрана одна из крупных лесопромышленных компаний Приморского края. На момент начала поиска оптимального решения у предприятия находится некоторый начальный объем сырья.

Поиск эффективного решения разделим на два этапа – поиск допустимого решения (*Алгоритм А*) и поиск эффективного решения путем улучшения допустимого (*Алгоритм В*).

Алгоритм А представляет собой последовательное построение дерева решений по дням, и для каждого дня выбирается минимальная по стоимости заявок² комбинация. Однако для каждого дня, кратного значению³ k , случайно будет выбираться комбинация заявок. Этот шаг направлен на более быстрое нахождение первого допустимого решения, так как классический метод ветвей и границ очень долго ищет первое допустимое решение. Если на каком-то шаге уровень запаса сырья упал ниже u^{min} , то предстоит вычеркнуть из рассмотрения текущую комбинацию заявок и перейти к следующей по стоимости. Если в текущий день множество комбинаций заявок пусто и выбирать не из чего, то перейти на предыдущий шаг и изменить по этому же правилу решение⁴. Как только будет найдено первое допустимое решение, алгоритм заканчивает работу.

Алгоритм В заключается в последовательном выполнении шагов по тестированию полученного решения на предмет

¹ Официальный сайт Санкт-Петербургской Международной Товарно-сырьевой Биржи (АО «СПбМТСБ»). URL: <https://spimex.com/markets/wood/trades/results> (дата обращения: 01.02.2020).

² Здесь имеется в виду, что можно взять как 0 заявок или все заявки, так и какую-то комбинацию между этими вариантами. Отдельно отметим, что в решение включаются только те заявки, которые впервые появились на бирже.

³ Значение k задается произвольно.

⁴ Для каждого k -го дня набор купленных заявок определяется случайным образом, но сохраняет процедуру вычеркивания.

его устойчивости¹ (**Шаг 3В**), по размножению и случайной мутации (**Шаг 4В**), по селекции (**Шаги 5В–7В**), по направленной модификации (**Шаг 8В**), по селекции (**Шаг 9В**) и по изучению сложившейся ситуации для остановки алгоритма (**Шаги 10В–11В**).

Рассмотрим некоторые шаги *Алгоритма В* подробнее. **Шаг 4В** заключается в классическом размножении полученного решения, а затем в мутации. Процесс мутации заключается в удалении текущей комбинации заявок из решения и замене ее на более дорогую комбинацию заявок² с последующим вызовом *Алгоритма А* для поиска допустимого решения. После отбора лучшего полученного решения по стоимости на **Шагах 5В–7В** предстоит провести модификацию этого решения на **Шаге 8В**. Любое новое полученное решение необходимо тестировать на предмет его допустимости (**Шаг 9В**). Если оно недопустимо, необходимо его отправить на доработку до допустимого (*Алгоритм А*). Если за какое-то время или количество итераций не получается отыскать решение, лучше найденного, то закончить алгоритм.

Рассмотрим подробнее алгоритмы *А* и *В*. Будем искать решения на интервале издержек $ТС(1 \pm \vartheta)$, где ϑ – значение разброса (в процентах от значения минимальных издержек одного из решений *ТС*). Зададим некоторое значение k .

Алгоритм А по поиску допустимого решения модели *F*:

Шаг 1А³: Задаем начальные данные:
 $m = 1, \quad TC = \infty, nodes = nodes.$

Перейти к шагу 2А.

Шаг 2А: Строим дерево решений для m -го дня. Строим все возможные деревья для этого дня⁴. Перейти к шагу 3А.

Шаг 3А: Ранжируем деревья решений по стоимости. Перейти к шагу 4А.

Шаг 4А: Если множество решений для m -го дня равно 0 и $m = 1$, то выйти из алгоритма.

Если множество решений для m -го дня равно 0, тогда $m = m - 1^5$ и текущее решение из $(m - 1)$ -го дня тоже вычеркиваем и переходим к шагу 3А. Забыть все метки с y_{irm} в дни, следующие за днем $(m - 1)$.

Если множество решений для m -го дня не равно 0 и $mod(m, k) \neq 0^6$, то выбираем самое дешевое из имеющихся. Перейти к шагу 5А.

Если множество решений для m -го дня не равно 0 и $mod(m, k) = 0$, то выбираем случайное из имеющихся. Перейти к шагу 5А.

Шаг 5А: Проверяем выполнение всех ограничений модели *F* для построенного вектора закупок.

Если при использовании алгоритма было рассмотрено *nodes* комбинаций решений, и не было найдено допустимых решений, и запуск *Алгоритма А* не первый, то осуществляется выход из алгоритма (должны выполняться все три условия).

Если производство начало простаивать (не выполнилось (4)), вычеркиваем это решение из дерева решений, полученного на шаге 4А, и переходим к шагу 4А без этого решения для дальнейшего ветвления.

Если значение издержек на этом шаге выше, чем значение *ТС*, вычеркиваем это решение из дерева решений из шага 4А и переходим к шагу 4А без этого решения для дальнейшего ветвления.

Если производство не простаивает, значение текущих издержек меньше *ТС* и текущий рассмотренный день m не является последним, то принять $m = m + 1$ и перейти к шагу 2А.

Если производство не простаивает, значение текущих издержек меньше *ТС* и текущий рассмотренный день m является

¹ Полученное решение предстоит прогнать на модели *F* некоторое достаточно большое количество подходов и замерить количество раз, когда предприятие останавливалось. Отношение количества остановов к числу подходов называется устойчивостью решения.

² Как правило, существует прямая зависимость между объемом заявки и ее ценой.

³ Все значения параметров с точкой задаются пользователем при запуске программы (*Алгоритм А*, *Алгоритм В*).

⁴ Отдельно отметим, что в один день можно купить несколько заявок сразу или ни одной.

⁵ Знак «равно» используется как оператор присваивания.

⁶ Остаток от деления m на k не равен 0.

последним, то сохранить данное решение в векторе X , записать показатель TC , вычеркнуть полученное решение в текущем дне из дерева решений. Выход из алгоритма.

Конец алгоритма.

Рассмотрим *Алгоритм В* по поиску решения модели F с применением методики параллельного программирования для шагов 2В–4В и 9В:

Шаг 1В: Задаем начальные данные: $m = 1, TC = [\infty], \hat{U}, k = \hat{k}, s = 1, \{\hat{L}_{irm}\} = 0, \vartheta = \hat{\vartheta}\%, \{\tilde{L}\} = \emptyset, iter = \hat{iter}, a = \hat{a}\%, m_1 = \hat{m}_1, m_2 = \hat{m}_2, \theta = \hat{\theta}$. Перейти к шагу 2В.

Шаг 2В: Получить первое допустимое решение (*Алгоритм А*). Перейти к шагу 3В.

Шаг 3В: Подставить полученное решение $iter$ раз в систему (1–28) и замерить количество случаев, когда предприятие не останавливалось (4).

Если отношение количества случаев, когда предприятие не останавливалось, к $iter$ не превосходит a , то добавить решение в таблицу на шаге 5В. Перейти к шагу 4В с текущим решением.

Если отношение количества случаев, когда предприятие не останавливалось, к $iter$ превосходит a , то продолжаем искать допустимое решение (шаг 2В) – продолжить процесс ветвления.

Шаг 4В: Полученное решение размножить на $m_1 + m_2 * \sum_{irm} \hat{L}_{irm}$ структурно одинаковых решений. Случайно изменить каждое из $m_1 + m_2 * \sum_{irm} \hat{L}_{irm}$ решений следующим образом: изменить в любой день ребро (взять в этот день большую по стоимости заявку). Удалить остатки, идущие после этого дня, от прошлого решения. Использовать *Алгоритм А* для поиска допустимого решения или перебрать $nodes$ комбинаций решений. Перейти к шагу 5В.

Шаг 5В: Дождаться выполнения всех остальных операций из *Алгоритма В*. Сформировать матрицу $(N, \sum_m TC_{mN})$,

$\sum_{irm} v_{irm}, P_N(\text{устойчивости})^1, \{y_{irm}\}_N, P_N(\text{устойчивости})^2, \{y_{irm}\}_N$, где N – номер решения, $\sum_m TC_{mN}$ – суммарные издержки на закупку сырья в решении N , $\sum_{irm} v_{irm}$ – суммарный объем закупленного сырья, $P_N(\text{устойчивости})$ – вероятность устойчивости решения N , $\{y_{irm}\}_N$ – набор заявок в решении N . Добавить в матрицу в качестве строк решения из множества $\{\tilde{L}\}$. Перейти к шагу 6В.

Шаг 6В: Сортировка матрицы по значениям в столбце $\sum_m TC_{mN}$ по убыванию.

В случае если попадутся одинаковые значения $\sum_m TC_{mN}$, сортировать эти элементы по столбцу $P_N(\text{устойчивости})$ по убыванию. Перейти к шагу 7В.

Шаг 7В: Формируем вектор относительных встреч: записываем в матрицу M строки с допустимыми решениями из шага 6В. Сравниваем TC и $\sum_m TC_{m1}$ первого решения из таблицы.

Если выполняется условие $TC(1 + \vartheta) < \sum_m TC_{m1}$, перейти к шагу 8В.

Если выполняется условие $TC(1 - \vartheta) > \sum_m TC_{m1}$, полагаем $TC = \sum_m TC_{m1}$ и обновляем $\{\tilde{L}\}$ текущим решением, отправляем решение на шаг 4В.

Если значение $\sum_m TC_{m1}$ попадает в диапазон $TC(1 \pm \vartheta)$, дополнить $\{\tilde{L}\}$ текущим решением, перейти к шагу 8В.

Шаг 8В: Дождаться выполнения всех остальных операций. Рассчитать значения элементов трехмерного массива \tilde{M} , где $\tilde{M}_{irm} = \left\{ \frac{\sum_N \{y_{irm}\}_N}{N_{max}} \right\}$. Выделим ядро $\hat{L}_{irm} = \begin{cases} \tilde{M}_{irm}, & \text{если } \tilde{M}_{irm} = 1 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$. Рассчитаем значение элементов псевдоядра

$$\hat{L}_{irm} = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{M}_{irm} \geq k \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Если $k + s/1000 > 1$, перейти к шагу 11В.

¹ Оценкой вероятности устойчивости решения N будем считать отношение количества остановок к количеству подходов.

² Оценкой вероятности устойчивости решения N будем считать отношение количества остановок к количеству подходов.

Если $\sum_{irm}\{\dot{L}_{irm}\} = 0 \Rightarrow k = k/2$, перейти заново к шагу 8В.

Если $\sum_{irm}\{\dot{L}_{irm}\} \neq 0 \Rightarrow k = \dot{k}$, перейти к шагу 9В.

Шаг 9В: $s = s + 1$. Прогнать $\{\dot{L}_{irm}\}$ *iter* раз. Производство останавливалось более $a\%$ раз?

Если да, перейти к шагу 2В.

Если нет, то сравнить значения TC и суммарных издержек $\sum_m TC_m$ для решения, полученного на шаге 8В:

если выполняется условие $TC(1+\vartheta) < \sum_m TC_m$, то отправить решение к шагу 3В;

если выполняется условие $TC(1-\vartheta) > \sum_m TC_m$, то перезаписать $TC = \sum_m TC_m$ и обновить $\{\tilde{L}\}$ текущим решением, перейти к шагу 10В.

Если значение попадает в интервал $TC(1 \pm \vartheta)$, то дописать текущее решение в $\{\tilde{L}\}$, если оно структурно не совпадает с другими решениями этого множества. Перейти к шагу 10В.

Шаг 10В:

Если значение TC после попадания на этот шаг не менялось θ раз подряд, то выйти из алгоритма и решением (решениями) является массив $\{\tilde{L}\}$.

Если менялось, то перейти к шагу 5В.

Шаг 11В: выйти из алгоритма, и массив $\{\tilde{L}\}$ есть решение (решения)¹ задачи. Конец алгоритма.

Далее представлены результаты калибровки модели и анализ эффективности работы авторского алгоритма.

Калибровка параметров модели и анализ результатов работы алгоритма

З ададим входные значения. Часть из них приведена в табл. 1. Алгоритму предстоит работать с опубликованными данными биржи. Рассмотрим три разных периода M : с 1 февраля по 31 июня 2017 г. (150 дней), с 1 февраля 2017 г. по 1 февраля 2018 г. (365 дней), с 1 февраля 2017 г. по 15 мая 2019 г. (≈ 800 дней). За весь временной интервал в торгах участвовали Ир-

кутская область ($r = 1$), Республика Удмуртия ($r = 2$), Московская область ($r = 3$) и Пермский край ($r = 4$). За рассматриваемые периоды было 212, 759, 1665 заявок соответственно. В качестве скользящего периода планирования M был взят временной интервал в 1 месяц. Производство расположено в г. Спасск-Дальний, Приморский край, Россия.

Таблица 1. Входные данные для решения тестовой задачи по формированию устойчивых цепочек поставок сырья

Table 1. Input data for a test supply chain management problem

№	Параметры*	Значение
1	$u^{max}, \text{м}^3$	7500
2	$u^{min}, \text{м}^3$	100
3	$\tilde{u}, \text{м}^3$	183
4	$L_r, \text{км}$	[3242, 7232, 8200, 7892]
5	$\dot{M}, \text{месяц}$	M
6	$\xi, \text{км}$	$\sim N(1050, 250^2)**$
7	$k, \text{день}$	4
8	$u_0, \text{м}^3$	6500
9	$\vartheta, \%$	5
10	$nodes, \text{ед.}$	1024
11	\dot{k}	0,8
12	<i>iter</i> , ед.	100
13	$\dot{a}, \%$	5
14	mi_1	5
15	mi_2	10
16	$\dot{\theta}, \text{ед.}$	3

* Параметры (1–4) задаются предприятием, (5–16) – авторами.

** 1050 км – математическое ожидание, 250^2 км – дисперсия.

Считаем, что на начало работы алгоритма поток \dot{v}_{ir} представляет собой 2 заявки суммарным объемом 143 м^3 , следующие из Иркутской области. Кроме того, отметим, что бюджет предприятия не ограничен.

Поясним пункт 5 табл. 1. Алгоритм будет работать из расчета на два месяца планирования, но лишь первый месяц будет записан в вектор решения. Каждый месяц алгоритм будет запускаться заново со сдвигом на один месяц для учета следующих двух месяцев. Так планируется учитывать тенденцию изменения наличия сырья на бирже в каждый отдельный месяц.

¹ Данный алгоритм не исключает возможности получения сразу нескольких эффективных решений.

Максимальное время поиска решения составляет 3 ч.

Оценка эффективности работы авторского алгоритма (далее АА) проведена сравнением с методом ветвей и границ (далее МВиГ) [1–3] и генетическим алгоритмом (далее ГА) [4; 5; 15]. Были выбраны 4 разных процессора (табл. 2). Оперативная память компьютера 16 Гб. Для реализации

процесса распараллеливания использовался аппарат *MPI*¹, встроенный в *Matlab*.

В табл. 2 приведены значения лучшего решения для каждого алгоритма. Для адекватности оценки эффективности работы АА и ГА каждый был запущен по 25 раз для каждого значения горизонта планирования.

Таблица 2. Сравнение результатов работы алгоритмов*

Table 2. Comparison of the algorithms' results

Критерий эффективности работы алгоритма	Алгоритм	Горизонт планирования, дней	Процессоры и их характеристики (ядра – потоки, шт., частота – ГГц)			
			AMD Ryzen 9 3950X BOX (16 (32), 3,5)	AMD Ryzen 7 3700X BOX (8 (16), 3,2)	AMD Ryzen 5 3600 BOX (6 (12), 3,2)	AMD Athlon 240GE OEM (2 (4), 2,7)
Значение целевой функции, млн руб.	МВиГ	150	1,45	1,61	2,22	3,01
		365	NaN**	NaN	NaN	NaN
		800	NaN	NaN	NaN	NaN
	АА	150	1,62	2,11	2,32	3,53
		365	4,62	4,89	5,29	9,82
		800	9,81	11,21	15,72	18,49
	ГА	150	2,1	2,31	2,56	3,67
		365	4,98	6,21	7,32	10,19
		800	11,02	12,31	18,99	21,39
Количество изменений эффективного решения, раз	МВиГ	150	12	8	7	2
		365	NaN	NaN	NaN	NaN
		800	NaN	NaN	NaN	NaN
	АА	150	13	12	10	2
		365	15	13	13	2
		800	17	18	17	2
	ГА	150	6	19	2	1
		365	18	12	19	2
		800	27	11	20	3
Время работы алгоритма до срабатывания критерия остановки, мин	МВиГ	150	180	180	180	180
		365	180	180	180	180
		800	180	180	180	180
	АА	150	128,21	151,98	179,12	180
		365	178,32	180	180	180
		800	180	180	180	180
	ГА	150	180	180	180	180
		365	180	180	180	180
		800	180	180	180	180

* В таблице округление некоторых значений проводится до второго знака после запятой; ** NaN – нет значения.

Сост. по источнику: *AMD Ryzen*. Processors. URL: <https://www.amd.com/ru/ryzen> (дата обращения: 01.02.2020).

¹ *mpiSettings*. Documentation. MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/help/parallel-computing/mpisettings.html> (дата обращения: 01.02.2020).

Элементы табл. 2 и рис. 1–3 отражают показатели найденного лучшего решения из 25 реализаций алгоритма с одинаковыми начальными данными. При реализации МВиГ было получено решение для горизонта планирования в 150 дней. Однако на больших горизонтах планирования этот алгоритм показал себя слабоэффективным, в то время как АА и ГА показали себя лучше, и в процессе их работы удалось отыскать эффективные решения.

Рассмотрим количество изменений вектора закупок при нахождении эффективного решения. АА показал себя с лучшей стороны относительно МВиГ, потому что в процессе работы алгоритма удалось отыскать больше допустимых решений, а последнее означает, что на более сложных

задачах в процессе его работы можно перебрать больше промежуточных решений, что скажется на качестве конечного эффективного решения. При рассмотрении результатов работы пары алгоритмов ГА и АА в разрезе любого горизонта планирования стоит отметить, что ГА является более нестабильным по количеству изменений вектора закупок в зависимости от типа процессора и горизонта планирования.

Рассмотрим время работы алгоритмов. Из всех трех алгоритмов лишь АА выходил из цикла раньше. Более того, результаты его работы были лучше, чем у ГА, однако хуже, чем у МВиГ. Последнее объясняется тем, что МВиГ – это алгоритм, который сходится к оптимальному решению [11]¹, в то время как у ГА [1–3] и АА нет таких гарантий.

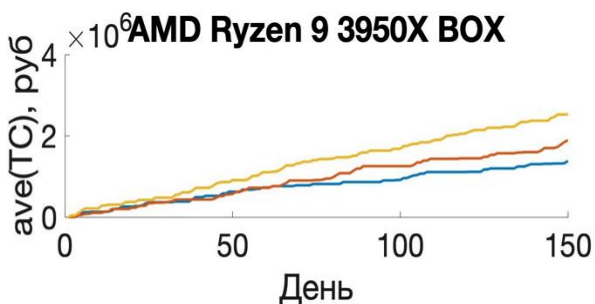


Рис. 1.1.

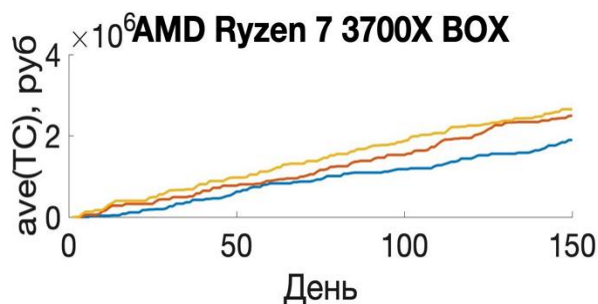


Рис. 1.2

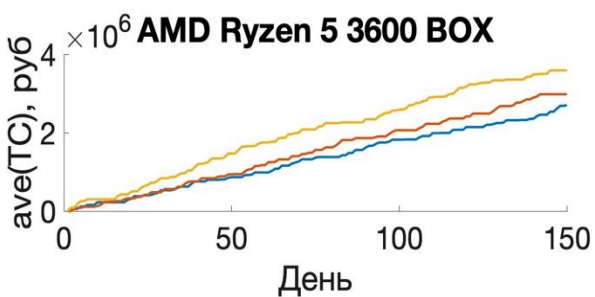


Рис. 1.3.

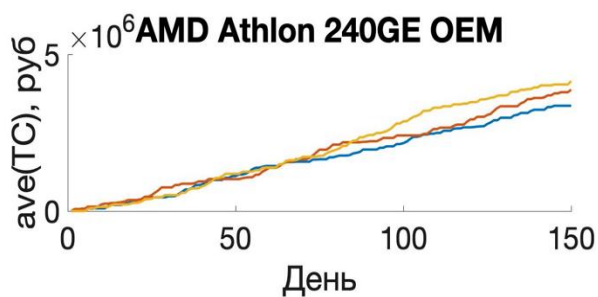


Рис. 1.4

— МВиГ
— АА
— ГА

Рис. 1. Визуализация поведения накопленных издержек для горизонта планирования в 150 дней

Fig. 1. Visualization of accumulated costs behavior for a 150-day planning horizon

¹ *Розулин Р.С.* Модель оптимизации плана закупок сырья из регионов России лесоперерабатывающим комплексом // Бизнес-информатика. 2020. № 4. (В печати).

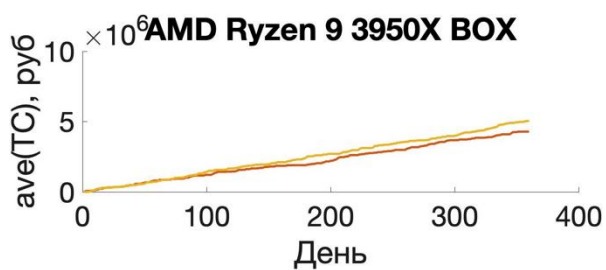


Рис. 2.1.

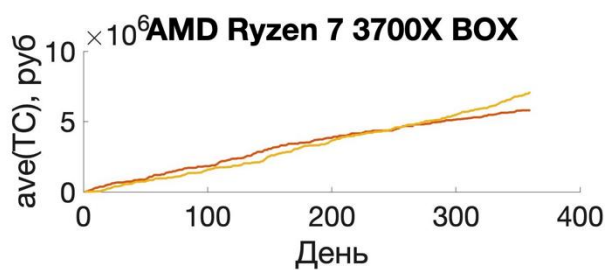


Рис. 2.2

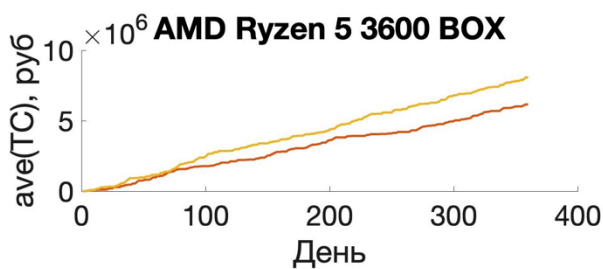


Рис. 2.3.

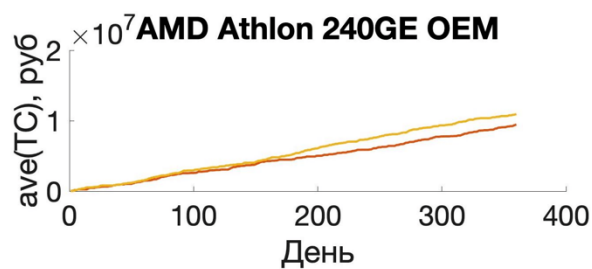


Рис. 2.4

— МВиГ
— АА
— ГА

Рис. 2. Визуализация поведения накопленных издержек для горизонта планирования в 365 дней

Fig. 2. Visualization of accumulated costs behavior for a 365-day planning horizon

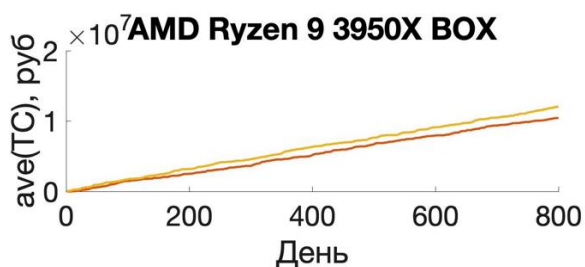


Рис. 3.1.

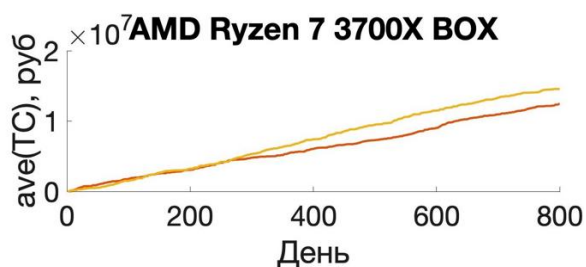


Рис. 3.2

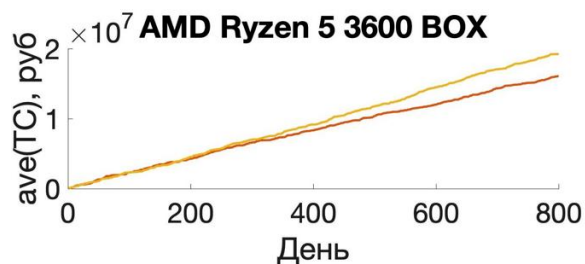


Рис. 3.3.

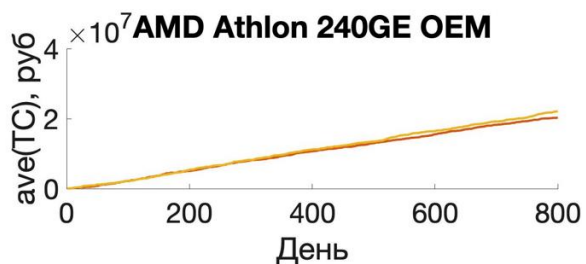


Рис. 3.4

— МВиГ
— АА
— ГА

Рис. 3. Визуализация поведения накопленных издержек для горизонта планирования в 800 дней

Fig. 3. Visualization of accumulated costs behavior for an 800-day planning horizon

На рис. 1–3 изображена динамика величины издержек для разных алгоритмов, горизонтов планирования и процессов. Для определенности будем вести нумерацию подрисунков с верхнего левого угла, слева направо последовательно.

На рис. 1 видно, что в краткосрочной перспективе планирования (150 дней), как и было отмечено ранее, по конечному значению целевой функции лидирует МВиГ, при этом на рис. 1.4 есть промежуток, когда АА находит решение с меньшим значением издержек. Меньшее значение издержек на интервале достигается лишь в краткосрочной перспективе в то время, как в долгосрочном периоде МВиГ показывает меньшее значение конечных издержек.

Исходя из рис. 1.2 можно сделать вывод, что ГА и АА ведут себя примерно одинаково. Это связано с тем, что эти два алгоритма плохо себя показывают на небольших выборках, так как АА основан на скрещивании ГА и МВиГ, а, в свою очередь, ГА, как известно, не является эффективным на такой размерности выборок [1–3]. Не исключено, что при увеличении числа входных параметров и/или периода планирования ГА и АА продемонстрируют лучшие результаты.

Последнее предположение отчетливо отражается на рис. 2 и 3. На этих рисунках видно, что МВиГ не показал видимых результатов в то время, как удалось отыскать решение задачи с применением алгоритмов АА и ГА. На рис. 2.2 так же, как и на рис. 1.2, можно увидеть, что существует интервал, на котором ГА показывает себя лучше, однако в конечном итоге АА отыскивает решение по стоимости ниже.

По данным рис. 2 и 3 результаты работы АА лучше, чем ГА.

Рассмотрим перспективы развития предложенной модели и алгоритма.

Одной из главных проблем лесопромышленного производства является своевременность доставки сырья на склад. В противном случае покупатель имеет право отказаться от сырья и потребовать ком-

пенсацию¹. Но такой сценарий не является однозначно приемлемым ни для продавца сырья, ни для покупателя. Последнему это невыгодно, потому что предприятие будет простаивать и придется искать сырье по более высокой цене в кратчайшие сроки в малой окрестности пункта производства. Поэтому желательно ввести функцию вероятности отказа от заявки по факту невыполнения договора в части срока доставки и изменения качества сырья.

Кроме того, предприятие не каждый день использует одинаковое количество сырья. Это связано с несколькими факторами – структурой и объемами выпуска продукции каждого вида в динамике, типом используемого сырья и нормами ресурсозатрат на каждый вид выпускаемой продукции. В совокупности эти факторы могут значительно влиять на необходимый суточный объем сырья, поэтому имеет смысл добавить в модель зависимости, связанные с учетом выпуска различных видов продукции.

Наряду с закупками сырья предприятия лесопромышленной отрасли в основном сами занимаются транспортировкой конечного вида продукции до покупателя. Поэтому желательно выстраивать модель, объединяющую три подпроцесса и позволяющую комплексно находить оптимальные планы закупки сырья, объемов выпуска продукции и путей доставки ее до конечного потребителя.

Следовательно, модернизация алгоритма возможна по следующим направлениям:

а) в случае если удастся, исходя из практики транспортировки сырья, заменить серию ограничений с пройденным расстоянием на общее время в пути, то поиск допустимого решения (*Алгоритм А*) можно заменить на задачу линейного программирования, что, несомненно, позволит уменьшить время поиска эффективного / оптимального решения;

¹ Этот фактор связан с падающей ликвидностью (качеством) сырья между моментами вырубки и поступления на склад, т. е. в процессе доставки.

б) доказать выпуклость допустимого множества решений, что даст возможность подобрать точный алгоритм поиска оптимального решения в некоторой окрестности.

Отметим, что авторский алгоритм имеет достаточно широкое применение, так как с его использованием можно решать различные стохастические *SCM* и нестохастические модификации данного класса задач большой размерности.

Заключение

Задача формирования устойчивых цепочек поставок сырья является базовой проблемой для любого предприятия. Отсутствие единого подхода к решению такого рода задач открывает широкие возможности по построению алгоритмов и моделей. В работе предложен базовый алгоритм, позволяющий находить эффективное решение некоторого класса задач стохастического нелинейного программирования. Алгоритм относится к классу эвристических и на отдельных шагах использует метод ветвей и границ и генетический алгоритм. Тестирование алгоритма показало хорошую результативность его работы на больших выборках с точки зрения затрачиваемого времени с использованием относительно немощных процессоров, например *AMD Ryzen 5 3600 BOX* и *AMD Athlon 240GE OEM*. На четырех видах процессоров, включая и более производительные (*AMD Ryzen 9 3950X BOX* и *AMD Ryzen 7 3700X BOX*), для различных вариантов модели функционирования поставок технологического сырья для промышленного предприятия проведено сравнение алгоритма с отдельным применением генетического алгоритма и метода ветвей и границ. Алгоритм является более устойчивым с точки зрения неопределенности входных параметров по сравнению с генетическим и в отличие от метода ветвей и границ позволяет успешно находить эффективные решения моделей со значительно большим количеством переменных. Универсальность алгоритма для рассматриваемого класса задач позволяет при необходимости модификации расширить возможность его применения к большему количеству веро-

ятностных параметров, описывающих неопределенности процесса поставок сырья.

Разработанный алгоритм используется при моделировании процесса по формированию устойчивых цепочек поставок сырья на производственные предприятия с учетом неопределенности. Модель представляет собой задачу смешанно-целочисленного нелинейного программирования, целевой функцией которой является величина суммарных затрат на закупку сырья на товарно-сырьевой бирже на заданном горизонте планирования. Решением модели является план закупок сырья, обеспечивающего технологические потребности лесоперерабатывающего предприятия. Неопределенности и риски, связанные с отклонениями от договорного времени поставки, моделируются представлением некоторых параметров в виде случайных величин. Оптимизация проводится по бинарным переменным, характеризующим включенность той или иной заявки в план закупок. Апробация работы алгоритма и применение модели проведены на одном из крупных лесоперерабатывающих предприятий Приморского края.

Рассмотрены возможности по модификации математической модели и разработанного алгоритма. Отмечено, что если преобразовать алгоритм так, чтобы были гарантии его сходимости, то алгоритм станет более эффективным. В качестве одной из главных характерных черт лесопромышленной отрасли является вероятность отказа от сырья, если оно слишком долго находится в пути. Отмечено, что представленную модель можно модифицировать для учета этого важного для отрасли риска. Кроме того, имеет смысл добавить в модель форму учета норм затрат сырья на производство каждой единицы продукции, что скажется на ежедневных потребляемых объемах сырья на предприятии и тем самым изменит структуру вектора закупок сырья на каждый день. Также имеет значение добавление в модель аналога транспортной задачи по доставке конечной продукции до потребителя, что существенно расширяет границы ее применения.

Благодарности

В части разработки алгоритма нахождения решения задачи стохастической нелинейной оптимизации работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-010-01010.

Список литературы

1. *Zandi Atashbar N., Labadie N., Prins C.* Modelling and optimisation of biomass supply chains: A review // *International Journal of Production Research*. 2018. Vol. 56, Iss. 10. P. 3482–3506. doi: 10.1080/00207543.2017.1343506.
2. *Cundiff J.S., Dias N., Sherali H.D.* A linear programming approach for designing a herbaceous biomass delivery system // *Bioresource Technology*. 1997. № 59 (1). P. 47–55.
3. *Judd J., Sarin S., Cundiff J.S., Grisso R.D.* An optimal storage and transportation system for a cellulosic ethanol bio-energy plant // 2010 ASABE Annual International Meeting. Pittsburgh. USA. 2010. № 0300 (10). P. 1–15. doi: 10.13031/2013.29901.
4. *Kim J., Realff M.J., Lee J.H., Whittaker C., Furtner L.* Design of biomass processing network for biofuel production using an MILP model // *Biomass and Bioenergy*. 2011. № 35 (2). P. 853–871. doi: 10.1016/j.biombioe.2010.11.008.
5. *Huang Y., Chen C.W., Fan Y.* Multistage optimization of the supply chains of biofuels // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2010. № 46 (6). P. 820–830.
6. *Chinese D., Meneghetti A.* Optimisation models for decision support in the development of biomass-based industrial district-heating networks in Italy // *Applied Energy*. 2005. № 82 (3). P. 228–254. doi: 10.1016/j.apenergy.2004.10.010
7. *Meyer A. de, Catrysse D., Jos V.O.* Considering biomass growth and regeneration in the optimisation of biomass supply chains // *Renewable Energy*. 2016. № 87. P. 990–1002. doi: 10.1016/j.renene.2015.07.043.
8. *Zhang L., Hu G.* Supply chain design and operational planning models for biomass to drop-in fuel production // *Biomass and Bioenergy*. 2013. № 58. P. 238–250. doi: 10.1016/j.biombioe.2013.08.016
9. *Bruglieri M., Liberti L.* Optimal running and planning of a biomass-based energy production process // *Energy Policy*. 2008. № 36. P. 2430–2438. doi: 10.1016/j.enpol.2008.01.009.
10. *Akgul O., Mac Dowell N., Papageorgiou L.G., Shah N.* A mixed integer nonlinear programming (MINLP) supply chain optimisation framework for carbon negative electricity generation using biomass to energy with CCS (BECCS) in the UK // *International Journal of Greenhouse Gas Control* 78. P. 346–355. doi: 10.1016/j.energy.2014.10.019.
11. *Flynn B., Pagell M., Fugate B.* From the editors: Introduction to the emerging discourse incubator on the topic of emerging approaches for developing supply chain management theory // *Journal of Supply Chain Management*. 2020. Vol. 56, Iss. 2. P. 3–6. doi:10.1111/jscm.12227.
12. *Touboulic A., McCarthy L., Matthews L.* Re-Imagining supply chain challenges through critical engaged research // *Journal of Supply Chain Management*. 2020. Vol. 56, Iss. 2. P. 36–51. doi: 10.1111/jscm.12226.
13. *Bansal T., Gualandris J., Kim N.* Theorizing supply chains with qualitative Big Data and Topic Modeling // *Journal of Supply Chain Management*. 2020. Vol. 56, Iss. 2. P. 7–18. doi: 10.1111/jscm.12224.
14. *Parast M.M.* A learning perspective of supply chain quality management: empirical evidence from US supply chains // *Supply Chain Management*. 2019. Vol. 25, Iss. 1. P. 17–34. doi: 10.1108/SCM-01-2019-0028.
15. *Venema H.D., Calamai P.H.* Bioenergy systems planning using location – allocation and landscape ecology design principles // *Annals of Operations Research*. 2003. № 123. P. 241–264.
16. *Ayoub N., Yuji N.* Demand-driven optimization approach for biomass utilization networks // *Computers and Chemical Engineering*. 2012. № 36 (1). P. 129–139. doi: 10.1016/j.compchemeng.2011.09.005
17. *Rentizelas A.A., Tatsiopoulou I.P.* Locating a bioenergy facility using a hybrid optimization method // *International Journal of Production Economics*. 2010. № 123 (1). P. 196–209. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.08.013.
18. *Rentizelas A.A., Tatsiopoulou I.P., Tolis A.* An optimization model for multi-biomass tri-generation energy supply // *Biomass and Bioenergy*. 2009. № 33 (2). P. 223–233. doi: 10.1016/j.biombioe.2008.05.008.
19. *Reche López P., Jurado F., Ruiz Reyes N., García Galán S., Gómez M.* Particle swarm optimization for biomass-fuelled systems with technical constraints // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2008. № 21 (8). P. 1389–1396. doi: 10.1016/j.engappai.2008.04.013.

20. Гусев А.А. Поиск эффективного набора взаимодействующих компонентов программных систем на основе роевого интеллекта // *Cloud of Science*. Т. 6, № 3. С. 475–487.
21. Reche López P.R., Galán S.G., Reyes N.R., Jurado F. A method for particle swarm optimization and its application in location of biomass power plants // *International Journal of Green Energy*. 2008. № 5 (3). P. 199–211. doi: 10.1080/15435070802107165.
22. Vera D., Carabias J., Jurado F., Ruiz-Reyes N. A honey bee foraging approach for optimal location of a biomass power plant // *Applied Energy*. 2010. № 87 (7). P. 2119–2127.
23. Kumar K., Clavijo Lopez C., Sanchez O.T., Gupta A., Péton O., Yeung T., Vanuxem A. Integrated strategic and tactical optimization of animal-waste sourced biopower supply chains // *Proceedings of 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IEEE IESM 2015*. 2016. Seville, Spain. P. 1367–1373. doi: 10.1109/IESM.2015.7380330
24. Marufuzzaman M., Eksioglu S. D., Huang Y. Two-stage stochastic programming supply chain model for biodiesel production via wastewater treatment // *Computers and Operations Research*. 2014. № 49. P. 1–17. doi: 10.1016/j.cor.2014.03.010.
25. Roni M.S., Eksioglu S.D., Searcy E., Jha K. A supply chain network design model for biomass co-firing in coal-fired power plants // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2014. № 61(C). P. 115–134. doi: 10.1016/j.tre.2013.10.007.

Статья поступила в редакцию 17.04.2020, принята к печати 16.09.2020

Сведения об авторах

Рогулин Родион Сергеевич – аспирант кафедры математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (Россия, 690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; e-mail: rafassiaofusa@mail.ru).

Мазелис Лев Соломонович – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (Россия, 690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41; e-mail: lev.mazelis@vvsu.ru).

Acknowledgements

The development of the algorithm for the stochastic non-linear optimization task is funded by a Russian Foundation for Basic Research scientific project No. 18-010-01010.

References

1. Zandi Atashbar N., Labadie N., Prins C. Modelling and optimisation of biomass supply chains: A review. *International Journal of Production Research*, 2018, vol. 56, iss. 10, pp. 3482–3506. doi: 10.1080/00207543.2017.1343506.
2. Cundiff J.S., Dias N., Sherali H.D. A linear programming approach for designing a herbaceous biomass delivery system. *Bioresource Technology*, 1997, no. 59 (1), pp. 47–55.
3. Judd J., Sarin S., Cundiff J.S., Grisso R.D. *An optimal storage and transportation system for a cellulosic ethanol bio-energy plant*. 2010 ASABE Annual International Meeting, Pittsburgh, USA, 2010, no. 0300 (10), pp. 1–15. doi: 10.13031/2013.29901.
4. Kim J., Realff M.J., Lee J.H., Whittaker C., Furtner L. Design of biomass processing network for biofuel production using an MILP model. *Biomass and Bioenergy*, 2011, no. 35 (2), pp. 853–871. doi: 10.1016/j.biombioe.2010.11.008.
5. Huang Y., Chen C.W., Fan Y. Multistage optimization of the supply chains of biofuels. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2010, no. 46 (6), pp. 820–830.
6. Chinese D., Meneghetti A. Optimisation models for decision support in the development of biomass-based industrial district-heating networks in Italy. *Applied Energy*, 2005, no. 82 (3), pp. 228–254. doi: 10.1016/j.apenergy.2004.10.010.
7. Meyer A. de, Cattrysse D., Jos V.O. Considering biomass growth and regeneration in the optimisation of biomass supply chains. *Renewable Energy*, 2016, no. 87, pp. 990–1002. doi: 10.1016/j.renene.2015.07.043.

8. Zhang L., Hu G. Supply chain design and operational planning models for biomass to drop-in fuel production. *Biomass and Bioenergy*, 2013, no. 58, pp. 238–250. doi: 10.1016/j.biombioe.2013.08.016.
9. Bruglieri M., Liberti L. Optimal running and planning of a biomass-based energy production process. *Energy Policy*, 2008, no. 36, pp. 2430–2438. doi: 10.1016/j.enpol.2008.01.009.
10. Akgul O., Mac Dowell N., Papageorgiou L.G., Shah N. A mixed integer nonlinear programming (MINLP) supply chain optimisation framework for carbon negative electricity generation using biomass to energy with CCS (BECCS) in the UK. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 2014, no. 28, pp. 189–202. doi: 10.1016/j.ijggc.2014.06.017.
11. Shabani N., Sowlati T., Ouhimmou M., Rönnqvist M. Tactical supply chain planning for a forest biomass power plant under supply uncertainty. *Energy*, 2014, no. 78, pp. 346–355. doi: 10.1016/j.energy.2014.10.019.
12. Flynn B., Pagell M., Fugate B. From the editors: Introduction to the emerging discourse incubator on the topic of emerging approaches for developing supply chain management theory. *Journal of Supply Chain Management*, 2020, vol. 56, iss. 2, pp. 3–6. doi:10.1111/jscm.12227.
13. Touboulic A., McCarthy L., Matthews L. Re-Imagining supply chain challenges through critical engaged research. *Journal of Supply Chain Management*, 2020, vol. 56, iss. 2, pp. 36–51. doi: 10.1111/jscm.12226.
14. Bansal T., Gualandris J., Kim N. Theorizing supply chains with qualitative Big Data and Topic Modeling. *Journal of Supply Chain Management*, 2020, vol. 56, iss. 2, pp. 7–18. doi: 10.1111/jscm.12224.
15. Parast M.M. A learning perspective of supply chain quality management: Empirical evidence from US supply chains. *Supply Chain Management*, 2019, vol. 25, iss. 1, pp. 17–34. doi: 10.1108/SCM-01-2019-0028.
16. Venema H.D., Calamai P.H. Bioenergy systems planning using location – allocation and landscape ecology design principles. *Annals of Operations Research*, 2003, no. 123, pp. 241–264.
17. Ayoub N., Yuji N. Demand-driven optimization approach for biomass utilization networks. *Computers and Chemical Engineering*, 2012, no. 36 (1), pp. 129–139. doi: 10.1016/j.compchemeng.2011.09.005.
18. Rentizelas A.A., Tatsiopoulos I.P. Locating a bioenergy facility using a hybrid optimization method. *International Journal of Production Economics*, 2010, no. 123 (1), pp. 196–209. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.08.013.
19. Rentizelas A.A., Tatsiopoulos I.P., Tolis A. An optimization model for multi-biomass tri-generation energy supply. *Biomass and Bioenergy*, 2009, no. 33 (2), pp. 223–233. doi: 10.1016/j.biombioe.2008.05.008.
20. Reche López P., Jurado F., Ruiz Reyes N., García Galán S., Gómez M. Particle swarm optimization for biomass-fuelled systems with technical constraints. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2008, no. 21 (8), pp. 1389–1396. doi: 10.1016/j.engappai.2008.04.013.
21. Gusev A.A. Poisk effektivnogo nabora vzaimodeistvuyushchikh komponentov programmnykh sistem na osnove roevogo intellekta [Swarm intelligence search for an effective set of interactive software components]. *Cloud of Science*, vol. 6, no. 3, pp. 475–487. (In Russian).
22. Reche López P.R., Galán S.G., Reyes N.R., Jurado F. A method for particle swarm optimization and its application in location of biomass power plants. *International Journal of Green Energy*, 2008, no. 5 (3), pp. 199–211. doi: 10.1080/15435070802107165.
23. Vera D., Carabias J., Jurado F., Ruiz-Reyes N. A honey bee foraging approach for optimal location of a biomass power plant. *Applied Energy*, 2010, no. 87 (7), pp. 2119–2127.
24. Kumar K., Clavijo Lopez C., Sanchez O.T., Gupta A., Péton O., Yeung T., Vanuxem A. Integrated strategic and tactical optimization of animal-waste sourced biopower supply chains. *Proceedings of 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IEEE IESM 2015*, 2016, Seville, Spain, pp. 1367–1373. doi: 10.1109/IESM.2015.7380330.
25. Marufuzzaman M., Eksioğlu S.D., Huang Y. Two-stage stochastic programming supply chain model for biodiesel production via wastewater treatment. *Computers and Operations Research*, 2014, no. 49, pp. 1–17. doi: 10.1016/j.cor.2014.03.010.
26. Roni M.S., Eksioğlu S.D., Searcy E., Jha K. A supply chain network design model for biomass co-firing in coal-fired power plants. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2014, no. 61(C), pp. 115–134. doi: 10.1016/j.tre.2013.10.007.

Information about the Authors

Rogulin Rodion Sergeevich – Postgraduate Student at the Department of Mathematics and Modeling, Vladivostok State University of Economics and Service (41, st. Gogolya, Vladivostok, 690014, Russia; e-mail: rafassiaofusa@mail.ru).

Mazelis Lev Solomonovich – Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Modeling, Vladivostok State University of Economics and Service (41, st. Gogolya, Vladivostok, 690014, Russia; e-mail: lev.mazelis@vvsu.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Рогулин Р.С., Мазелис Л.С. Алгоритм и математическая модель формирования устойчивых цепочек поставок древесного сырья из регионов России: сравнение и анализ // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 385–404. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-385-404

Please cite this article in English as:

Rogulin R.S., Mazelis L.S. Algorithm and mathematical model of supply chain management for raw wood from the regions in Russia: Comparison and analysis. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 385–404. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-385-404

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

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-405-422

УДК 338.45:621.38:004

ББК 65.505.142+32.973-018.2

JEL Code O14, P 18

**СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
РОССИИ: ОЦЕНКА И МЕЖСТРАНОВЫЕ СРАВНЕНИЯ****Валерий Васильевич Карпов**ORCID ID: [0000-0002-1472-4873](https://orcid.org/0000-0002-1472-4873), Researcher ID: [C-3801-2017](https://orcid.org/C-3801-2017), e-mail: adm@oscsbras.ru**Роман Игоревич Чупин**ORCID ID: [0000-0002-8904-1380](https://orcid.org/0000-0002-8904-1380), Researcher ID: [O-4534-2017](https://orcid.org/O-4534-2017), e-mail: roman-chupin@ya.ru**Мария Сергеевна Харламова**ORCID ID: [0000-0003-4144-5893](https://orcid.org/0000-0003-4144-5893), Researcher ID: [P-8691-2017](https://orcid.org/P-8691-2017), e-mail: hms2020@mail.ruОмский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
(Россия, 644024, г. Омск, Карла Маркса пр-т, 15)

По сравнению с мировыми трендами в российских стратегических документах «структурно и качественно новое состояние энергетики» не имеет за собой точного определения и показателей, а также содержит ряд противоречий, в то время как отчетные показатели и технологические достижения в энергетической отрасли носят несистемный характер. В связи с этим целью данного исследования является спецификация условия и показателей позитивного исхода реструктуризации для энергетической отрасли РФ, а также их сравнение со странами – лидерами производства электроэнергии для определения тенденций и стратегических приоритетов энергетического перехода, основанного на широком использовании возобновляемых источников энергии и вытеснении ископаемых видов топлива. Методологическую основу исследования составил модифицированный с учетом отраслевых особенностей и методов оценки структурных сдвигов концептуальный подход О.С. Сухарева к оценке структурных изменений в национальной экономике. Информационная база исследования – данные Международного энергетического агентства. Для реализации методики исследования количественная оценка структурных изменений энергетического баланса РФ производилась на основе идентификации желаемого вектора развития (условия позитивного исхода реструктуризации) и применения существующих методов измерения структурных сдвигов, обеспечивающих сопоставимую оценку общего эффекта изменения структуры и ее элементов. Выполнена проверка условия позитивной трансформации структуры баланса энергоресурсов России. Посредством расчета коэффициентов структурных различий получены количественные оценки общего эффекта изменения структуры энергоресурсов. Проанализированы показатели структурных изменений по статьям энергетического баланса и использования энергии в США, странах ЕС, Китае и РФ. Для получения оценки существенности структурных изменений в энергетической отрасли РФ относительно мировых трендов проведен сравнительный анализ показателей изменения структуры российских энергоресурсов с аналогичными показателями для США, Европы и Китая. Оценка изменений структуры ресурсов тепло- и электроэнергии в России показала, что динамика долей невозобновляемых и альтернативных источников не соответствует условию позитивного исхода реструктуризации, где общий эффект изменения энергетического баланса за семнадцать лет сопоставим с изменениями, произошедшими в американском балансе за последние семь лет. При этом, несмотря на общее дестимулирующее воздействие ковидного кризиса на развитие энергетической отрасли, опыт развитых стран показывает, что сегодня происходит пересмотр приоритетов в стратегическом развитии мировой энергетики и формируются устойчивые предпосылки для внедрения и развития «зеленых» технологий. Следовательно, перспективными направлениями исследований являются прогнозирование динамики структуры энергетического баланса национальной экономики с учетом тенденций энергетического перехода, разработка механизмов и определение инструментов стимулирования использования альтернативных источников энергии, а также оценка эффективности их практического внедрения.

Ключевые слова: структурные изменения, структурные сдвиги, реструктуризация, позитивный исход реструктуризации, энергетический баланс, энергетическая стратегия, энергоресурсы, показатели структурных изменений, коэффициенты структурных изменений, ковидный кризис.

© Карпов В.В., Чупин Р.И., Харламова М.С., 2020

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

STRUCTURAL CHANGES IN THE ENERGY INDUSTRY OF RUSSIA: ASSESSMENT AND INTERNATIONAL COMPARISONS

Valeriy V. Karpov

ORCID ID: [0000-0002-1472-4873](https://orcid.org/0000-0002-1472-4873), Researcher ID: [C-3801-2017](https://orcid.org/C-3801-2017), e-mail: adm@oscsbras.ru

Roman I. Chupin

ORCID ID: [0000-0002-8904-1380](https://orcid.org/0000-0002-8904-1380), Researcher ID: [O-4534-2017](https://orcid.org/O-4534-2017), e-mail: roman-chupin@ya.ru

Maria S. Kharlamova

ORCID ID: [0000-0003-4144-5893](https://orcid.org/0000-0003-4144-5893), Researcher ID: [P-8691-2017](https://orcid.org/P-8691-2017), e-mail: hms2020@mail.ru

Omsk Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
(15, prospekt Karla Marksa, Omsk, 644024, Russia)

Unlike the global trends, the Russian strategic documents do not contain any precise definition and indicators for a “structurally and qualitatively new status of the energy sector” and also include a number of contradictions, while the reporting indicators and technological achievements are ad hoc. In this regard, this study specifies the conditions and the indicators for a positive outcome of the RF energy industry restructuring, as well as their comparison with the leading countries in electric energy generation to determine the trends and strategic priorities of the energy transition, which is based on a widespread use of renewable energy sources and the displacement of fossil fuels. Modified, industry and assessment method determined Sukharev’s conceptual approach to the structural changes in the national economy is used as the methodological basis for the research. Data from the International Energy Agency is the information database for the study. To implement the methodology of the study, structural changes in the RF energy balance were quantitatively assessed with regard to the identification of the required development vector (conditions for the positive restructuring outcome) and to the application of the existing measurement methods for the structural changes which provide a comparable assessment of the overall effect of changes in the structure and its elements. The conditions for a positive structural transformation of energy have been tested. The coefficients of structural differences were calculated to find the quantitative assessment of the overall effect from the changes in the energy resource structure. The indicators of the structural changes for the energy balance items and energy use in the USA, EU member-states, China, and the RF were analyzed. To assess the structural changes in the RF energy sector against the global trends, the indicators for the changes in the structure of the Russian energy resources were compared with the similar indicators for the US, Europe, and China. Assessment of changes in the structure of heat and electricity resources in Russia shows that the dynamics of the non-renewable and alternative sources shares does not meet the condition for a positive restructuring outcome, with the overall effect of the balance change over seventeen years being comparable with the changes in the American balance over the past seven years. Against the overall discouraging impact of the COVID crisis on the energy industry development, the experience of the developed countries shows that current priorities in the strategic development of the global energy industry are reviewed, and the sustainable prerequisites for the introduction and development of green technologies are being prepared. Hence, the potential areas of the study could cover forecasting of the dynamics in the structure of the national energy balance against the trends in the energy transition, the development of the mechanisms and tools to stimulate the alternative energy sources, as well as to assess the efficiency of their introduction.

Keywords: structural changes, structural shifts, restructuring, positive outcome of restructuring, energy balance, energy strategy, energy resources, indicators of structural changes, structural differences coefficients, COVID crisis.

Введение

Неблагоприятная экономическая ситуация, обусловившая, в частности, сокращение спроса на энергоресурсы, приводит к смене приоритетов и направлений развития отраслей, в том числе энергетических. Кроме того, карантинные меры также показали, насколько острыми являются экологические проблемы в промышленных

центрах¹ [1], актуализировав вопросы структурных изменений в энергетике.

¹ Air pollution falls as UK goes into coronavirus lockdown. Evening Standard. URL: <https://www.standard.co.uk/news/uk/pollution-falling-uk-coronavirus-lockdown-a4396051.html> (дата обращения: 15.07.2020); Pollution made COVID-19 worse. Now, lockdowns are clearing the air. National Geographic. URL: <https://www.nationalgeographic.com/science/2020/04/pollution-made-the-pandemic-worse-but-lockdowns-clean-the-sky/> (дата обращения: 15.08.2020).

Анализу структурных изменений посвящено множество исследований. Так, например, разработаны различные методические подходы к выявлению и оценке структурных изменений, включающие широкий перечень индексов и количественных показателей, определяющих массу, скорость, интенсивность структурного сдвига и т. д. На взгляд авторов, несмотря на то, что в современной научной литературе понятие структурного изменения имеет различные трактовки, наблюдается «сближение» в ключевых аспектах определения структурных изменений¹. Если ранее акцент ставился на количественном изменении пропорций [6, с. 7–8], то в дальнейшем неотъемлемым аспектом стали также качественные изменения взаимосвязей.

Теоретики реиндустриализации в последние годы произвели существенную работу по сбору и систематизации показателей структурных изменений, что положило начало формированию системы ключевых показателей для анализа структурных изменений в экономике регионов [7]. Приведем обобщающее определение структурных изменений: это «соотношение между элементами системы, которое приводит к ощутимому изменению качества их взаимодействия и меняет характер их взаимосвязей» [8, с. 21; 9, с. 123; 10, с. 45]². Данное определение согласуется с Энергетической стратегией РФ до 2035 г.³ Так, согласно комментарию Министерства энергетики РФ к новой Энергетической стратегии ее целью является «достижение структурно и качественно нового состояния энергетики, максимально содействующего динамичному социально-экономическому развитию и

обеспечению национальной безопасности Российской Федерации»⁴.

При этом в Энергетической стратегии не представлено ни одного целевого показателя, характеризующего развитие возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ). Некоторые из них представлены в направлениях государственной политики в сфере повышения энергоэффективности электроэнергетики на основе ВИЭ⁵, которые в России почти полностью сформированы гидроэнергетикой. При этом приложение с целевыми показателями ожидаемых объемов производства электрической энергии на основе ВИЭ в новой редакции утратило силу. Несмотря на отмечающиеся в стратегии новые «низкоуглеродные» тренды, стратегия и ее сценарии строятся при допущении сохранения ресурсно-сырьевого уклада мировой энергетики, в котором Российская Федерация занимает уникальное место одного из крупнейших производителей, потребителей и экспортеров всех видов углеродных энергетических ресурсов. Данное положение, на взгляд авторов, не совсем согласуется с отечественными аналитическими обзорами. В частности, Институт энергетических исследований РАН и Центр энергетики Московской школы управления «Сколково» отмечают, что мировая энергетика находится на 4-м этапе энергетического перехода, состоящем в широком использовании ВИЭ и вытеснении ископаемых видов топлива [13, с. 14–16]⁶.

Более того, на основе предложений климатической конференции ООН COP-21 106 из 162 принятых национальных планов делают особый акцент на ускоренном развитии ВИЭ. 45 государств и 25 отдельных регионов (в частности, некоторые штаты США) планируют либо уже запустили

¹ Схожие определения можно проследить и в зарубежной литературе [2–4]. С подробным обзором существующих подходов и определений понятия структурного изменения, сдвига и трансформации можно ознакомиться, например, в статье [5].

² Отметим, что зарубежные ученые в трактовке структурных изменений делают особый акцент на институциональные и технологические инновации [11; 12].

³ Энергетическая стратегия России на период до 2035 г.: распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 06.08.2020).

⁴ Утверждена Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2035 года. Министерство энергетики Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/18038> (дата обращения: 20.06.2020).

⁵ На период до 2024 г. устанавливается целевой показатель объема производства и потребления электрической энергии с ВИЭ (кроме гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт) на уровне 4,5 % (последняя редакция от 2015 г.).

⁶ Подробнее об этапах и содержании энергетического перехода можно ознакомиться в указанном источнике.

национальную систему торговли выбросами CO₂ и прочие «углеродные сборы». Уже имеются подтвержденные практикой позитивные изменения энергобалансов, обусловленные влиянием «углеродных сборов»¹ [13, с. 18; 14]. В странах Азии, напротив, значение имеют, скорее, проблемы локального качества воздуха, особенно в промышленных центрах. Здесь существенную роль играет Китай, будучи крупнейшей по выбросам CO₂ экономикой², которая в последние годы принимает серьезные меры по их сокращению. Главными приоритетами энергетической стратегии Китая являются рост доли неископаемой энергии в общем потреблении первичной энергии до 20 % к 2030 г., увеличение установленной мощности возобновляемой энергии и закрытие части мощностей по добыче угля, не удовлетворяющих техническим и экологическим требованиям. В то же время в российских стратегических документах целевые показатели по ВИЭ весьма размыты и противоречивы: отмечаются одновременно сохранение ресурсно-сырьевого уклада с постепенным увеличением доли ВИЭ и необходимость ускоренного перехода (модернизационного рывка), тогда как неразвитость институтов замедляет технологические инновации [15]. В связи с этим необходимо для начала определить «желаемый» вектор развития энергетической отрасли России и его показатели.

Обобщение имеющихся разработок в определении позитивного исхода реструктуризации с его интегральной количественной оценкой на основе показателей структурных изменений, а также балансовым анализом изменения ключевых элементов структуры во временном и пространственном сопоставлении, по нашему мнению, позволит сформировать ком-

плексную оценку структурных изменений в энергетической отрасли. Для этого необходимо специфицировать условие позитивного исхода реструктуризации для данной отрасли экономики, произвести его интегральную количественную оценку на основе анализа показателей структурных изменений для обеспечения сопоставимой оценки общего эффекта изменения структуры, а также элементов, сформировавших ее трансформацию.

Спецификация условия позитивного исхода реструктуризации для энергетической отрасли и методы его количественной оценки

О твету на вопрос о приобретаемом качестве изменяющейся системы посвящено множество работ О.С. Сухарева. По мнению многих российских исследователей, при изучении процессов индустриализации необходимо сопоставлять фактические последствия экономической политики с эталонной моделью реструктуризации. Так, в концепции, предложенной О.С. Сухаревым, позитивный исход реструктуризации экономики предполагает условие структурных изменений, при котором временная производная разности долей добывающего сектора (II) и перерабатывающей промышленности (I) принимает значение ниже нуля для ресурсного типа экономики [16]. Если разрыв, показанный на рис. 1, «сокращается, при том, что кривая II символизирует доминирование нежелательного сектора, а кривая I – желательного сектора, то это будет означать позитивный исход реструктуризации системы, а к случаю несырьевого развития – индустриализацию»; «... по сути, постановка задачи реструктуризации – это выбор стратегии движения» [16, с. 7–8]. Так, адаптированное условие для энергетического сектора будет выражаться в разности между производством энергии на основе ископаемых ресурсов и альтернативных (возобновляемых и более экологических) и визуально может быть представлено следующим образом (см. рис. 1).

¹ World Bank Group. 2019. State and trends of carbon pricing 2019. Washington, DC: World Bank. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755> (дата обращения: 25.05.2020).

² CO₂ Emissions by country 2020. World population review. URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/co2-emissions-by-country> (дата обращения: 19.07.2020).

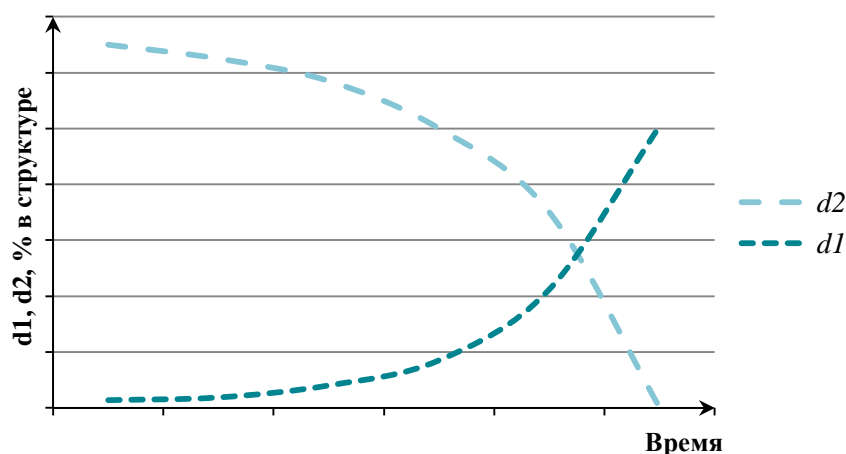


Рис. 1. **Позитивный исход реструктуризации в энергетической отрасли***

Fig. 1. **Positive restructuring outcome in energy industry**

* dI – доля альтернативных и dII – доля ископаемых источников энергии в структуре энергоресурсов.
Сост. по источнику [16, с. 6–10].

Выполнение условия позитивного исхода реструктуризации позволяет сформировать понимание желаемой траектории развития и проанализировать динамику ее достижения. Однако предложенная на рисунке модель не может дать интегральную количественную оценку структурным изменениям для временных и пространственных (межстрановых и межрегиональных) сопоставлений, тогда как факт выполнения условия позитивного исхода реструктуризации не отвечает на вопросы о том, изменение каких именно элементов структуры определили полученный результат.

Таким образом, количественная оценка структурных изменений должна отталкиваться от понимания того, какой исход реструктуризации считать позитивным, или, в самом общем понимании, желаемого вектора развития. Для комплексной оценки и анализа показателей структурных изменений представляется необходимым: во-первых, проверить условие позитивного исхода реструктуризации за счет сравнения динамики долей невозобновляемых и альтернативных источников; во-вторых, оценить общий эффект изменения структуры, что позволяют сделать коэффициенты структурных различий; в-третьих, рассмотреть основные показатели изменения уровня ряда, что позволит оценить прирост величины каждого из элементов во времени и затем показатели структурных изменений,

которые определяют изменение доли каждого элемента в структуре. Реализация обозначенных этапов производится на основе как общеизвестных балансовых методов и показателей, характеризующих абсолютные и относительные изменения рядов, так и специальных показателей структурных различий, на которых следует остановиться подробнее.

Количественно оценить структурные изменения позволяют специальные показатели (характеризуют изменение доли определенного элемента в структуре) и коэффициенты (характеризуют общий накопленный эффект изменения структуры в целом), которые строятся на отношениях частей к целому и соотношениях между частями. В данном подходе оценкой структурного изменения считается величина, определяющая различия структуры совокупности в разные моменты. Кроме того, используются показатели темпа прироста (индекс структурного сдвига), цепного и базисного темпа роста (относительный показатель структурного сдвига) [17] или среднего темпа роста (скорость структурных сдвигов) [18], рассчитанные для долей, а также коэффициенты, основанные на сравнении структур как векторов (коэффициент косинуса) [19]. Таким образом, структурные изменения означают различные соотношения между элементами целого, которые определяют новые качественные свойства совокупности.

Имеется множество научных работ, вызванных в том числе возросшим интересом к проблеме реструктуризации экономики, которые систематизировали и расширили перечень данных показателей. Подробно ознакомиться с содержанием и формулами расчета можно, например, в работах [17–22]. Здесь акцентируем внимание лишь на некоторых критических замечаниях.

Так, несмотря на широкий перечень показателей, они часто похожи или различаются лишь названием. К примеру, интенсивность структурного сдвига [18] совпадает с линейным коэффициентом относительных структурных сдвигов [17], который в s раз больше линейного коэффициента абсолютных структурных сдвигов. Последний, в свою очередь, при наличии структуры из двух элементов, в точности равен индексу различий [19, с. 66], в то время как масса структурного сдвига в различных источниках либо в точности равна индексу различий [20], либо рассчитывается для каждого слагаемого индекса различий отдельно [23]. Интегральные коэффициенты также имеют свои недостатки, связанные с отсутствием ограничения «сверху», а следовательно, трудностями интерпретации, как, например, квадратичный коэффициент относительных структурных сдвигов, который, кроме того, зависит от величины минимальной доли в структуре и несимметричен. Данных недостатков не лишены и современные модификации коэффициентов. Например, модифицированный коэффициент Перстеновой [21], где перестановка местами значений долей в период t и $t+1$ приводит к различным значениям коэффициента. Предложенная модификация также похожа на известный коэффициент Салаи, который не умножается на $1/d_0$, как предыдущий коэффициент, т. е. не изменяется при перестановках, а зависит от числа разбиений $1/s$. Несимметричность также нивелируется, например, в коэффициенте структурных сдвигов Гатева [21], который предложил нормировать квадратический коэффициент. Существует множество других коэффициентов, лишенных указанных недостатков, однако они показывают схожие

результаты, в связи с чем коэффициент Гатева был выбран в качестве репрезентативного для целей настоящего исследования. Дополнительным критерием отбора является еще и сама изучаемая структура энергетических ресурсов. Так, одни из них ограничены в применении для структур с множеством элементов, особенно при наличии большого числа элементов с малой долей в структуре. Так, например, коэффициент Салаи, Перстеновой и прочие, использующие в расчете сумму частных от деления различных соотношений долей, существенно завышают значение показателя за счет деления на малые числа и затем их суммирования, тогда как показатели, построенные на частном от деления суммы соотношений долей, лишены данного недостатка. Отметим, что коэффициент Гатева можно встретить под другим названием – интегральный коэффициент структурных различий¹, однако в разных источниках под данным названием может иметься в виду и другой коэффициент [18, с. 192].

Таким образом, исходя из обозначенных выше методологических предпосылок далее будет произведена проверка условия позитивной трансформации структуры и оценка изменения структуры энергетических ресурсов России в целом, а также сопоставление с аналогичными показателями для США, Европы и Китая.

Оценка структурных изменений ресурсов энергобаланса России: межстрановые сравнения

Позитивный исход реструктуризации характеризуется сокращением разности долей невозобновляемых и альтернативных ресурсов в структуре энергетического баланса страны. Таким образом, в принятых ранее обозначениях через d_2 обозначена доля невозобновляемых ресурсов в энерге-

¹ Для интегрального коэффициента структурных различий авторами также приводится шкала, однако интервалы по ней представляются завышенными, что служит аргументом против расчета коэффициента, его сравнения со шкалой и построения выводов на этой основе. См. Зарова Е.В., Чудилин Г.А. Региональная статистика: учебник. М.: Финансы и статистика, 2006. С. 68–75.

тическом балансе – угольных, нефтяных, ядерных и природного газа. Также отдельно представлена доля невозобновляемых источников без учета природного газа – $d2^*$. Через $d1$ обозначена доля альтернативных источников и мусора в энергетическом балансе – солнечная, ветровая, геотермальная, гидроэнергетика, биотопливо, отходы и прочие ресурсы. Переменная X представляет собой разность долей $d2$ и $d1$, а через dX обозначено изменение X , т. е. прирост разности долей невозобновляемых и возобновляемых источников, который, согласно условиям позитивного исхода реструктуризации, должен принимать отрицательные значения: $dX=(d2-d1)_t - (d2-d1)_{t-1}$.

На рис. 2 представлена динамика расшифрованных выше долей невозобновляемых ($d2$) и альтернативных ($d1$) источ-

ников в структуре энергетического баланса России по электроэнергии и теплоэнергии. За рассматриваемый период динамика долей невозобновляемых и альтернативных источников в ресурсах электроэнергии имеют форму, приближенную к прямой линии. Схождения или расхождения, которые позволяют охарактеризовать исход реструктуризации, по рисунку не наблюдаются. Доля невозобновляемых источников возросла с 80 % в 2000 г. до 82 % в 2017 г., тогда как альтернативных – сократилась с 18,9 % до 17,3 %. До 2015 г. dX лежало в положительной области, что означает, что $d2$ и $d1$ расходились, однако в 2017 г. намечилась позитивная тенденция в виде сокращения превышения доли невозобновляемых источников над альтернативными на 2,3 %.

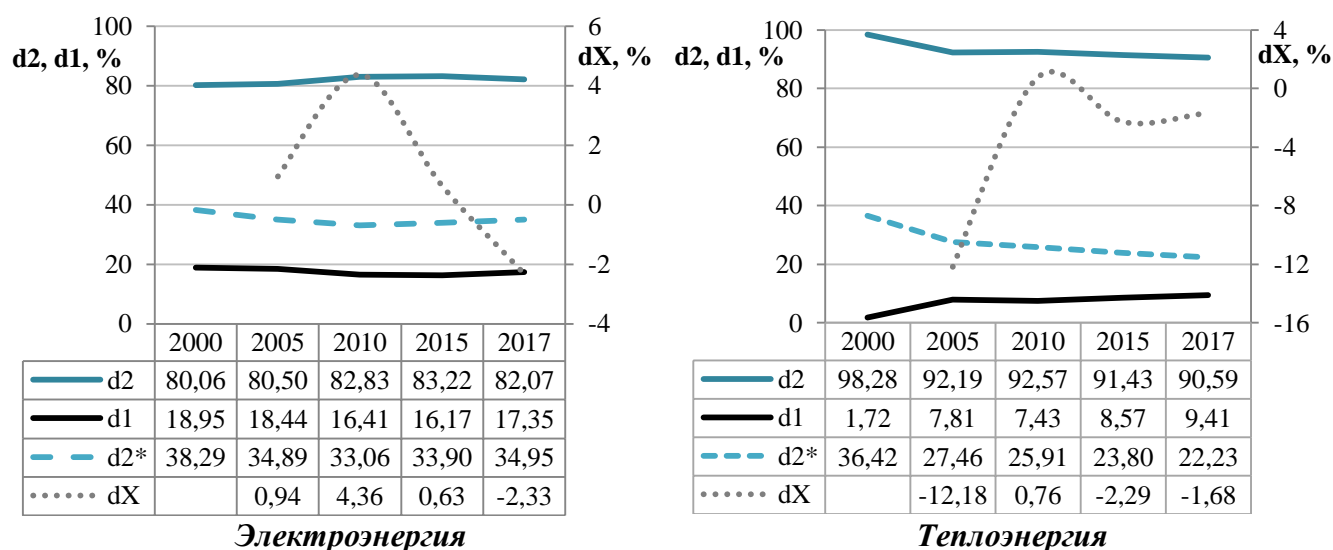


Рис. 2. Динамика доли невозобновляемых ($d2$) и альтернативных ($d1$) ресурсов в структуре энергетического баланса России*

Fig. 2. Dynamics of the non-renewable ($d2$) and alternative ($d1$) resources shares in the structure of Russia energy balance

* Рассчитано по источнику: International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/databales?country=RUSSIA&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 20.01.2020).

Ресурсы теплоэнергии показывают более позитивную динамику: доля невозобновляемых источников в структуре ресурсов сократилась с 98,3 % в 2000 г. до 90,6 % в 2017 г. В это время доля альтернативных источников возросла с 1,7 % в 2000 г. до 9,4 % в 2017 г., что обусловило нахождение кривой dX преимущественно в

отрицательной области, что соответствует условию позитивной реструктуризации. Без учета природного газа ($d2^*$) соответствие данному условию выполняется в более строгом и наглядном виде.

По аналогии с проведенным анализом на рис. 3 представлена динамика долей невозобновляемых и альтернативных ре-

сурсов в структуре энергетического баланса США. Здесь в первую очередь стоит отметить нисходящие кривые dX как по электроэнергии, так и по теплоэнергии, что означает постоянное сокращение превышения доли невозобновляемых источников над альтернативными. Сходящаяся динамика наблюдается как по электроэнергии, так и по теплоэнергии после 2005 г. Также интересно отметить, что доля альтернативных источников электроэнергии в США и России сравнялась к 2017 г. на уровне 17 %. В России эта доля почти полностью сформирована за счет гидроисточников, однако

в США этот уровень был достигнут с 9,1 % в 2000 г., тогда как в России почти не изменился.

Условие позитивного исхода реструктуризации особенно заметно, если рассматривать $d2^*$ (без учета природного газа). По электроэнергии наблюдается ускоренная сходимост кривых $d2^*$ и $d1$, тогда как по теплоэнергии данные кривые почти пересеклись, т. е. доли невозобновляемых источников без учета природного газа (12,9 %) и альтернативных источников (12,4 %) практически сравнялись.

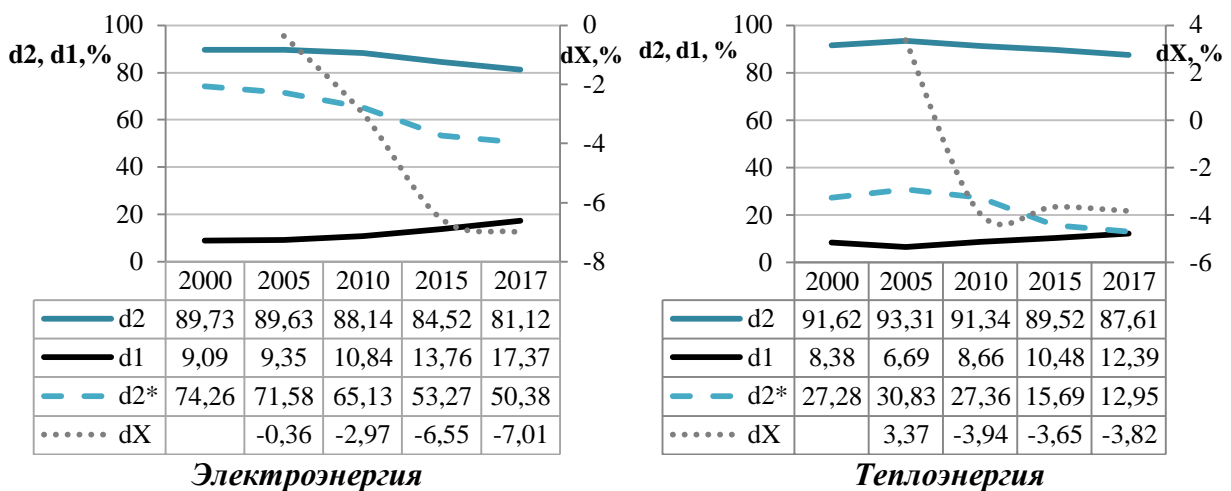


Рис. 3. Динамика доли невозобновляемых ($d2$) и альтернативных ($d1$) ресурсов в структуре энергетического баланса США*

Fig. 3. Dynamics of the non-renewable ($d2$) and alternative ($d1$) resources shares in the structure of the USA energy balance

* Рассчитано по источнику: International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=USA&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 20.01.2020).

Аналогичный график по Европе (28 стран) в наибольшей степени соответствует тому, что иллюстрирует позитивный исход реструктуризации в теории (рис. 4). За рассматриваемый период доля невозобновляемых источников в ресурсах электроэнергии сократилась с 78 % в 2000 г. до 61 % в 2017 г. При этом доля альтернативных источников возросла с 14 до 28 %. По теплоэнергии также наблюдаются существенные структурные изменения: доля невозобновляемых источников сократилась с 87 % в 2000 г. до 66 % в 2017 г., тогда как альтернативных – возросла с 13 до 34 % и превысила долю невозобновляемых без учета природного газа на 3,5 %.

На рис. 4 отражена сходимост кривых $d2$ и $d1$, однако также можно отметить стагнацию этого процесса с 2015 г. Кривая dX как по электроэнергии, так и по теплоэнергии находится в отрицательной плоскости, однако после 2015 г. происходит замедление темпов сокращения разрыва между $d2$ и $d1$, что отразилось в перегибе кривой dX , принявшей форму параболы.

Похожий сходящийся график по ресурсам электроэнергии можно увидеть и в Китае (рис. 5). Однако здесь исключение природного газа почти не меняет сформировавшегося тренда в отличие от других стран. Согласно рисунку 5 доля природного газа в ресурсах электроэнергии возросла с 1,3 % в

2000 г. до 2,9 % в 2017 г. При этом, забегаая вперед, можно сказать, что соответствующая условию позитивного исхода реструктуризации динамика достигнута за счет снижения доли угля с 77 % в 2000 г. до 67 % в 2017 г. и роста доли альтернативных источников с 0,2 % в 2000 г. до 7,8 % в 2017 г. преимущественно за счет энергии солнца и ветра.

Стоит подчеркнуть, что теплоэнергия в Китае почти на 100 % обеспечивается за счет ископаемых источников, и за 17-летнюю ре-

троспективу мало что изменилось в этой области. В то же время некоторую позитивную динамику можно проследить при исключении из $d2$ природного газа ($d2^*$). За рассматриваемый период в Китае произошло замещение нефтяных ресурсов теплоэнергии природным газом в соответствии с мировыми тенденциями. Доля нефтепродуктов в ресурсах теплоэнергии сократилась с 10,2 % в 2000 г. до 3,3 % в 2017 г. Тогда как доля природного газа возросла с 3,1 % в 2000 г. до 11 % в 2017 г.

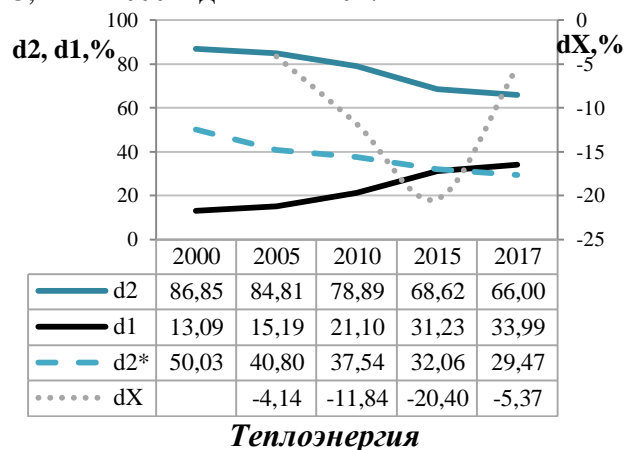
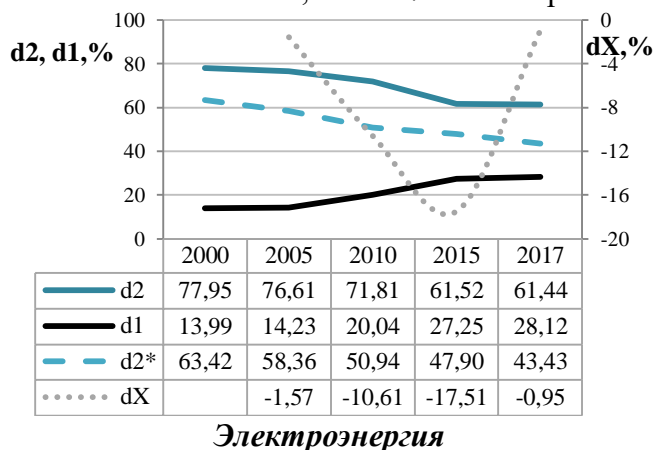


Рис. 4. Динамика доли невозобновляемых ($d2$) и альтернативных ($d1$) ресурсов в структуре энергетического баланса Европы*

Fig. 4. Dynamics of the non-renewable ($d2$) and alternative ($d1$) resources shares in the structure of Europe energy balance

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=EU28&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 07.02.2020).

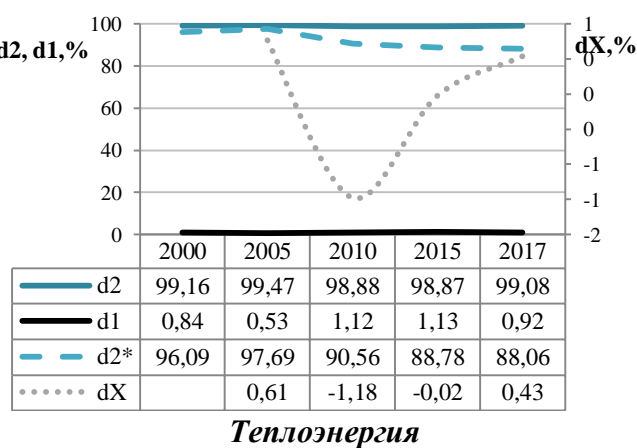
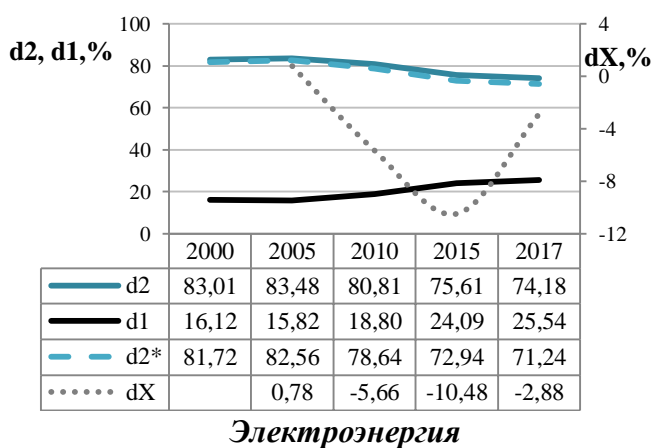


Рис. 5. Динамика доли невозобновляемых ($d2$) и альтернативных ($d1$) ресурсов в структуре энергетического баланса Китая*

Fig. 5. Dynamics of the non-renewable ($d2$) and alternative ($d1$) resources shares in the structure of China energy balance

* Рассчитано авторами по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=CHINAREG&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 07.02.2020).

Проверка выполнения условия позитивного исхода реструктуризации на данном этапе исследования позволяет сформировать содержательное представление о произошедших изменениях. Однако соответствие условию и рассмотрение

динамики показателей необходимо дополнить анализом коэффициента Гатева, который позволяет охарактеризовать структурные изменения удельных весов элементов совокупности.

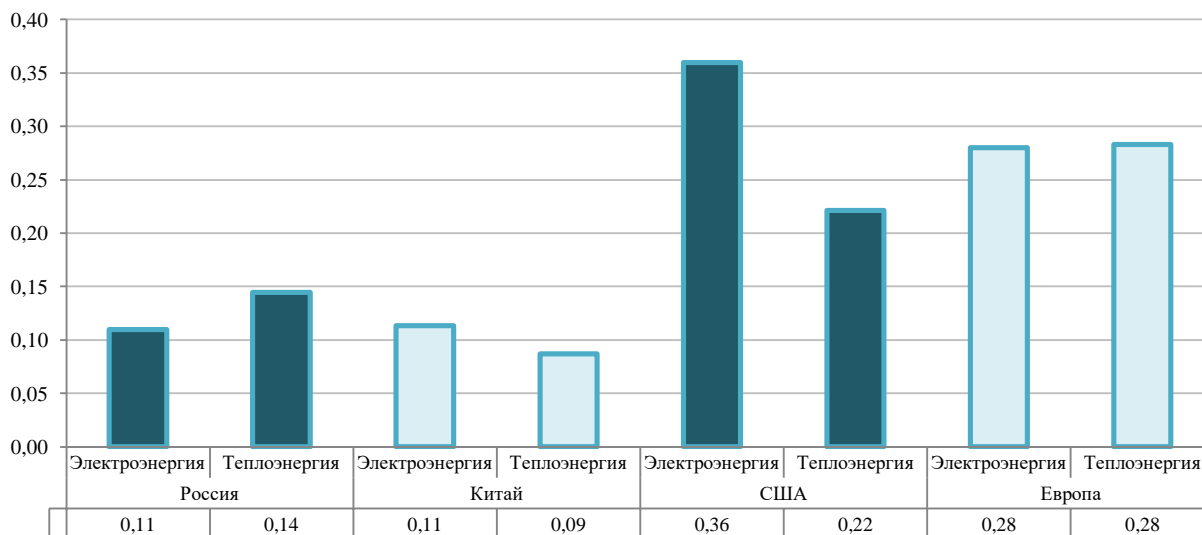


Рис. 6. Интегральный коэффициент структурных сдвигов Гатева (2017 г. к 2000 г.)*

Fig. 6. Integral coefficient of Gatev structural shifts (2017 vs 2000)

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 07.02.2020).

Согласно рис. 6 за рассматриваемый период коэффициенты структурных сдвигов выступают индикаторами весьма низких изменений структуры энергоресурсов в России и Китае. Наибольшим изменениям из рассматриваемых территорий подвергся баланс ресурсов электроэнергии США, для которого коэффициент Гатева находится на уровне 0,36 при максимально возможном значении, равном единице, что содержательно является индикатором полностью противоположной структуры энергетического баланса. Значительные изменения произошли в структуре энергоресурсов в Европе (28 стран), где была перестроена треть структуры энергоресурсов.

Реструктуризация баланса энерго- и теплоресурсов в России происходит крайне низкими темпами. Если сравнить структуру энергоресурсов почти за тридцать лет (рассчитываем аналогичный коэффициент 1990 г. к 2017 г.), то коэффициент составит 0,18 и 0,16 по энерго- и теплоресурсам соответственно, что существенно меньше

аналогичных показателей Европы и США за рассматриваемый период. Кроме того, в США за последние семь рассматриваемых лет (2010 к 2017 г.) значение коэффициента составило 0,22 и 0,17 по энерго- и теплоресурсам соответственно, что превышает показатели изменения структуры российского баланса за тридцать лет. При этом в Китае, где также отмечаются низкие коэффициенты структурных сдвигов, как видно из дальнейших расчетов (табл. 4), аналогичные показатели достигаются за счет наращивания ресурсов одновременно по множеству элементов структуры, преобладающим источником по-прежнему остается уголь, однако также интенсивно развиваются возобновляемые источники.

Вместе с тем проведенные расчеты не позволяют оценить структурные сдвиги в энергоресурсах России с точки зрения качественных изменений. Получив общую оценку структурных изменений, необходимо рассмотреть, за счет каких элементов она была достигнута (табл. 1).

Таблица 1. Показатели структурных изменений по укрупненным статьям баланса энергоресурсов и использования энергии в России (2017 к 2000 г.)*

Table 1. Indicators of structural changes in larger energy resource balance items and energy use in Russia (2017 vs 2000)

Вид ресурса и направление использования	Масса структурного сдвига, %		Индекс структурного сдвига		Относительный показатель сдвига		Абсолютный прирост		Темп прироста, %	
	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-
Уголь	-3,95	-8,90	-0,20	-0,32	0,80	0,68	-1047	-795245	-0,60	-44,34
Нефтепродукты	-3,10	-5,33	-0,83	-0,62	0,17	0,38	-26115	-383293	-78,92	-69,13
Природный газ	5,34	6,50	0,13	0,11	1,13	1,11	148288	-372600	40,04	-9,29
Ядерная и гидро	2,06	0,05	0,06	0,20	1,06	1,20	94184	-212	31,81	-1,43
Другие	0,05	7,69	0,18	4,48	1,18	5,48	1213	389699	46,69	349,61
Импорт	-0,41	0,00	-0,41	-	0,59	-	-2385	0	-27,12	-
Экспорт	-1,03	0,00	-0,40	-	0,60	-	5843	0	-25,57	-
Внутреннее потребление	2,10	2,45	0,12	0,37	1,12	1,37	60245	52548	39,24	12,08
Потери	-1,90	2,39	-0,17	0,48	0,83	1,48	3620	69422	3,56	21,40
Конечное потребление	-1,16	-7,53	-0,02	-0,09	0,98	0,91	152359	-1283622	25,04	-22,41

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=RUSSIA&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 07.02.2020).

Согласно показателю массы структурного сдвига почти за 20 лет ни один из элементов в структуре ресурсов и использования электроэнергии не изменился более чем на 5 % без учета знака (по структуре ресурсов изменение в среднем составило около 2,5 % без учета знака, а по структуре использования на 1,5 %). По теплоэнергии изменения более заметны: доля элементов в структуре ресурсов изменилась в среднем на 5,7 %, максимально на минус 8,9 % по углю, тогда как в структуре использования – в среднем на 4,1 % без учета знака. Так, в целом в структуре энергоресурсов можно отметить сокращение доли угля и нефтепродуктов, рост доли ядерной и гидроэнергии, а также прочих источников, доля которых, однако, остается на низком уровне.

Анализируя основные показатели изменения уровня ряда, можно отметить существенное сокращение электроэнергии и теплоэнергии, получаемой за счет нефтепродуктов на 78,9 % и 69,1 % соответственно, что является закономерным в связи с неэффективным использованием этого источника для данных целей; рост использования для получения электроэнергии более дешевого природного газа, а также со-

кращение теплоэнергии, получаемой за счет угля на 44,34 %. Наблюдается также существенный рост альтернативных источников энергии: на 46 % по электроэнергии и в 4,5 раза по теплоэнергии, однако в структуре ресурсов доля данного элемента выросла с 1,7 % до 9,4 %. При этом не представляется возможным определить, за счет каких именно источников получен данный прирост, так как из этих 9,4 % не специфицированы 7,3 % (обозначены как «другие ресурсы»). В это время в США использование альтернативных источников по электроэнергии возросло в 4,7 раза, а по теплоэнергии – в 2 раза (табл. 2).

Детализировав структуру альтернативных источников, можно увидеть, что энергия ветра в 2000 г. в США обеспечивала 0,1 % ресурсов электроэнергии, тогда как в 2017 г. 5,9 %. Солнечная энергия в 2000 г. обеспечивала 0,004 %, а в 2017 – 1,6 %, доля энергии воды возросла с 6,8 % до 7,8 %. По соответствующим статьям в России энергия ветра в 2000 г. составляла 0,0002 % ресурсов электроэнергии, тогда как в 2017 г. – 0,01 %, солнечные батареи в 2000 г. обеспечивали 0 %, а в 2017 – 0,05 %, доля энергии воды сократилась на 1,7 %.

Таблица 2. Показатели структурных изменений по укрупненным статьям баланса энергоресурсов и использования энергии в США (2017 к 2000 г.)*
Table 2. Indicators of structural changes in larger energy resource balance items and energy use in the USA (2017 vs 2000)

Вид ресурса и направление использования	Масса структурного сдвига, %		Индекс структурного сдвига		Относительный показатель сдвига		Абсолютный прирост		Темп прироста, %	
	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-
Уголь	-21,56	-19,14	-0,42	-0,76	0,58	0,24	-808077	-54310	-37,95	-66,58
Нефтепродукты	-2,14	4,81	-0,74	2,31	0,26	3,31	-86070	24317	-72,64	360,41
Природный газ	15,27	10,31	0,99	0,16	1,99	1,16	703413	127847	110,90	61,36
Ядерная и гидро	0,47	0,00	0,02	-	1,02	-	86271	0	8,01	-
Другие	7,64	4,02	3,38	0,48	4,38	1,48	338224	28696	364,89	105,82
Импорт	0,32	0,00	0,27	-	1,27	-	17093	0	35,18	-
Экспорт	-0,14	0,00	-0,40	-	0,60	-	5307	0	-36,16	-
Внутреннее потребление	-0,45	16,84	-0,05	1,01	0,95	2,01	2519	96970	0,70	179,38
Потери	0,02	-3,03	0,00	-0,20	1,00	0,80	14988	5326	6,54	10,97
Конечное потребление	0,68	-13,66	0,01	-0,20	1,01	0,80	238654	24255	6,82	10,97

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=USA&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 20.02.2020).

В Европе темп прироста альтернативных источников за рассматриваемый период составил 837 % и 195,2 % по электроэнергии и теплоэнергии соответственно. В структуре ресурсов в 2000 г. альтернативные источники обеспечивали 2,3 % и 13,1 % по электроэнергии и теплоэнергии

соответственно, тогда как в 2017 г. уже 19,1 % и 34 % (разность приведенных долей отражена в массе структурного сдвига (табл. 3), который составил 16,8 % и 20,9 % по электроэнергии и теплоэнергии соответственно).

Таблица 3. Показатели структурных изменений по укрупненным статьям баланса энергоресурсов и использования энергии в Европе (28 стран, 2017 к 2000 г.)*
Table 3. Indicators of structural changes in larger energy resource balance items and energy use in Europe (28 countries, 2017 vs 2000)

Вид ресурса и направление использования	Масса структурного сдвига, %		Индекс структурного сдвига		Относительный показатель сдвига		Абсолютный прирост		Темп прироста, %	
	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-
Уголь	-10,05	-13,18	-0,34	-0,34	0,66	0,66	-258186	-212401	-26,68	-25,20
Нефтепродукты	-3,84	-7,42	-0,70	-0,65	0,30	0,35	-120636	-150461	-66,54	-60,54
Природный газ	3,48	-0,29	0,24	-0,01	1,24	0,99	183752	103033	38,32	12,79
Ядерная и гидро	-8,82	0,04	-0,22	0,24	0,78	1,24	-170843	1328	-12,83	41,49
Другие	16,85	20,90	7,40	1,60	8,40	2,60	629363	558857	836,96	195,16
Импорт	2,38	0,00	0,30	-	1,30	-	118636	116	44,58	80,56
Экспорт	2,80	0,00	0,38	-0,35	1,38	0,65	-131458	75	54,08	-26,50
Внутреннее потребление	-1,58	2,71	-0,17	0,49	0,83	1,49	-22390	83703	-7,22	69,74
Потери	-0,97	1,71	-0,15	0,24	0,85	1,24	-10794	63558	-4,97	41,39
Конечное потребление	-0,46	-1,85	-0,01	-0,02	0,99	0,98	271773	133760	10,76	7,05

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=EU28&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 20.02.2020).

Анализ структуры прочих ресурсов показывает, что в Европе с 2000 по 2017 гг. доля биотоплива возросла с 0,8 % до 4,4 % по электроэнергии и с 6,4 % до 19,8 % по теплоэнергии. Доля отходов в ресурсах электроэнергии увеличилась с 0,6 % до 1,3 %, а теплоэнергии – с 4,5 % до 10,1 %. Энергия солнечных батарей составляла 0,00003 %, тогда как в 2017 г. обеспечила 3,1 % ресурсов электроэнергии.

В контексте мировых трендов по сокращению использования энергии, получаемой из угля и нефтепродуктов, росту использования природного газа и развитию альтернативных источников энергии особо интересен опыт Китая, экономика которого в последнее десятилетие развивалась ускоренными темпами, в результате чего страна стала мировым лидером в производстве и, соответственно, потреблении энергии (табл. 4).

Таблица 4. Показатели структурных изменений по укрупненным статьям баланса энергоресурсов и использования энергии в Китае (2017 к 2000 г.)*
Table 4. Indicators of structural changes in larger energy resource balance items and energy use in China (2017 vs 2000)

Вид ресурса и направление использования	Масса структурного сдвига, %		Индекс структурного сдвига		Относительный показатель сдвига		Абсолютный прирост		Темп прироста, %	
	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-	Электро-	Тепло-
Уголь	-9,75	-1,15	-0,13	-0,01	0,87	0,99	3429258	2482414	317,73	197,69
Нефтепродукты	-3,24	-6,88	-0,95	-0,68	0,05	0,32	-37143	-3829	-78,33	-2,58
Природный газ	1,65	7,95	1,28	2,59	2,28	3,59	178387	441152	990,32	981,73
Ядерная и гидро	4,40	0,00	0,26	-	1,26	-	1198759	0	501,26	-
Другие	7,53	0,08	33,18	0,09	34,18	1,09	515598	28144	16244,42	230,24
Импорт	-0,56	0,00	-0,66	-	0,34	-	7250	0	61,70	-
Экспорт	-0,48	0,00	-0,61	-	0,39	-	-9752	0	88,18	-
Внутреннее потребление	-4,21	-13,69	-0,27	-0,53	0,73	0,47	541116	155020	248,65	41,22
Потери	-2,18	-0,11	-0,31	-0,09	0,69	0,91	223605	30555	228,82	173,41
Конечное потребление	2,90	6,31	0,04	0,09	1,04	1,09	4508194	2940452	420,19	275,41

* Рассчитано по источнику: *International Energy Agency*. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=CHINAREG&energy=Balances&year=2017> (дата обращения: 20.02.2020).

По данным табл. 4 видно, что ускоренный рост экономики Китая легко обнаруживает себя в ее энергетическом балансе: за рассматриваемый период потребление основного ресурса в производстве энергии – угля – возросло в 4,2 раза для электроэнергии и в 2,97 раза для теплоэнергии. Таким образом, в 2017 г. производство электроэнергии по данному ресурсу в 2,1 раза превысило российский, европейский и американский показатели вместе взятые, а по теплоэнергии – в 1,8 раза. Уголь по-прежнему является основным источником энергии для экономики Китая (67,4 % ресурсов электроэнергии и 84,8 % ресурсов теплоэнергии), однако, несмотря на почти семикратное увеличение получаемых из него электричества и тепла, его

доля в структуре энергоресурсов сократилась за рассматриваемый период. В соответствии с показателем массы структурного сдвига доля угля в ресурсах электроэнергии сократилась на 9,8 %, а теплоэнергии – на 1,2 %.

В это время производимая за счет альтернативных источников электроэнергия возросла в 163 раза. Относительно изменения структуры доля «других» источников в производстве электроэнергии возросла на 7,5 %: доля биотоплива возросла с 0,2 % в 2000 г. до 1,2 % в 2017 г., доля отходов с 0 % до 0,2 %, тогда как в ресурсах теплоэнергии до 0,7 %, доля солнечных батарей с нуля до 2 %, ветра – с 0,04 % до 4,4 %. Кроме того, на 2 % возросли доли ядерных и гидроисточников.

Заключение

Несмотря на достаточно консервативную позицию Международного энергетического агентства, ее исполнительный директор Ф. Бироль призывает активно развивать «чистую» энергетику как основу мер борьбы с кризисом, вызванным коронавирусом¹. По его мнению, в текущих условиях, несмотря на эпидемиологическую ситуацию и нестабильность на мировых рынках, сосредоточиться на этом не только необходимо, но и экономически выгодно. Сейчас стоимость ключевых возобновляемых технологий, таких как солнечная энергия и энергия ветра, намного ниже, чем в предыдущие периоды, технологии более развиты, а инвестиционные ресурсы дешевле на фоне общего снижения ставок. При этом требуется активная поддержка государств, которые могут сделать «чистую» энергию еще более привлекательной для частных инвесторов, предоставляя гарантии и контракты, минимизирующие финансовые риски в условиях высокой неопределенности, являясь при этом единственным сценарием перехода к концепции «устойчивого развития» как для развитых, так и для развивающихся стран [24; 25]. К лидерам в развитии ВИЭ присоединились Китай, Бразилия и Индия несмотря на то, что на территории последней находятся 22 из 30 самых загрязненных городов мира, а новость о том, что из-за улучшения качества воздуха вследствие введенного карантина жители штата Пенджаб впервые за 30 лет снова увидели Гималаи, стала сенсацией во всех мировых СМИ².

В то время как в Энергетической стратегии России по-прежнему имеется ряд противоречий, особую актуальность приобретает операционализация «желае-

мого» вектора развития энергетической отрасли России и показателей для оценки его достижения. В связи с этим на основе методики оценки структурных изменений О.С. Сухарева была произведена спецификация условия позитивного исхода реструктуризации энергетической отрасли РФ как сокращения разности долей невозобновляемых и альтернативных ресурсов в структуре энергетического баланса страны и проведен ее анализ в сравнении с данными США, Европы и Китая. На основе данных Международного энергетического агентства произведена количественная оценка общего эффекта изменения структуры энергетического баланса анализируемых стран, которая дополнена расчетом коэффициентов структурных различий. Совершенствование комплексной методики анализа структурных сдвигов в национальной экономике за счет включения в анализ показателей и коэффициентов структурных изменений, а также уточнение условия позитивного исхода позволили обеспечить применение методики О.С. Сухарева к исследованию структурных изменений на отраслевом уровне.

Количественная оценка показала, что реструктуризация баланса энерго- и теплоресурсов в России происходит крайне низкими темпами. Так, например, в США показатели изменения структуры за семь лет (2010 к 2017 г.) превышают аналогичные по российскому балансу за тридцать лет. При этом в Китае, где также отмечаются низкие коэффициенты структурных сдвигов, несмотря на резкий прирост используемого угля в абсолютном выражении, в структуре ресурсов электроэнергии Китая доля угля сократилась на 10 %, тогда как доля других источников – ветра, солнца и пр. – в структуре возросла на 7,5 %, а темп роста показал увеличение в 163 раза. По данным *S&P Global Platts* сокращение потребления энергии в Китае даже на 1 % обеспечит снижение выбросов углекислого газа на 96 млн т, что соответствует ежегодным выбросам экономики Франции. Тем не менее даже в Китае сокращение генерируемой энергии в текущий кризис производится преимуществен-

¹ Put clean energy at the heart of stimulus plans to counter the coronavirus crisis. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/commentaries/put-clean-energy-at-the-heart-of-stimulus-plans-to-counter-the-coronavirus-crisis> (дата обращения: 15.03.2020).

² The Himalayas are visible from India for the first time in 30 years because of Covid-19 lockdown. Esquire. URL: <https://www.esquire.com/content/45334-the-himalayas-are-visible-from-india-for-the-first-time-in-30-years-because-of-covid-19-lockdown> (дата обращения: 30.04.2020).

но за счет ископаемых источников. В январе – феврале 2020 г. ветровая генерация осталась почти на прежнем уровне (минус 0,2 %), тогда как солнечная возросла на 12 % на фоне стремительного сокращения доли ископаемых источников. В марте доли ядерной, ветровой и солнечной энергии в энергетическом балансе возросли на 6,9; 18,1 и 8,6 % соответственно¹.

Таким образом, проведенный анализ показал, что в условиях российской действительности не сформировались тенденции ускоренного энергетического перехода, отсутствует четко определенный вектор увеличения доли возобновляемых источников и целевые показатели, долгосрочные сценарии строятся из предпо-

лок сохранения ресурсно-сырьевого уклада мировой экономики, тогда как развитые страны исходят из предпосылок устойчивых преимуществ, которые связаны с внедрением зеленых технологий.

На основе полученных результатов представляется перспективным построение прогнозной модели динамики структуры энергетического баланса России, разработка механизмов стимулирования использования альтернативных ресурсов и сокращения невозобновляемых источников энергии, а также формирование предложений по актуализации целей Энергетической стратегии России до 2035 г. с учетом кризиса 2020 г., обусловленного эпидемией коронавирусной инфекции.

Благодарность

Работа выполнена по государственному заданию ОНЦ СО РАН в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013–2020 гг. (№ гос. рег. АААА-А17-117041210229-2).

Список литературы

1. Wu X., Nethery R., Sabath M.B., Braun D., Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. MedRxiv: The preprint server for health sciences, 2020. 36 p. doi: 10.1101/2020.04.05.20054502.
2. Chenery H.B. Structural change and development policy. Oxford: Oxford University Press for the World Bank, 1979. 528 p.
3. Fagerberg J. Technological progress, structural change and productivity growth: A comparative study // Structural Change and Economic Dynamics. 2000. Vol. 11, № 4. P. 393–411. doi: 10.1016/S0954-349X(00)00025-4.
4. Rodrik D. Structural change, fundamentals, and growth: An overview. Institute for Advanced Study, 2013. 23 p.
5. Шелегеда Б.Г., Шарнопольская О.Н., Погоржельская Н.В. Методологические подходы к исследованию структурных трансформаций в развитии экономических систем // Вестник ПГУ. Серия: Экономика. 2017. № 2. С. 172–188. doi: 10.17072/1994-9960-2017-2-172-188.
6. Сухарев О.С. К разработке комплексной методики анализа структурных сдвигов в национальной экономике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 13 (202). С. 56–64.
7. Буторина О.В. Анализ структурных изменений в экономике региона // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2016. № 4. С. 194–208.
8. Сухарев О.С. Структурный анализ экономики. М.: Финансы и статистика, 2012. 216 с.
9. Сухарев О.С., Малявина А.В. Структурные изменения и методы их исследования в экономической теории // Журнал экономической теории. 2008. № 2. С. 122–139.
10. Тутов В.А. Методологические подходы к анализу структурных преобразований экономики // Транспортное дело России. 2006. № 12-IV. С. 45–47.
11. Breisinger C., Diao X. Economic transformation in theory and practice: What are the messages for Africa? // IFPRI discussion papers 797, International Food Policy Research Institute. URL: <https://www.ifpri.org/publication/economic-transformation-theory-and-practice-what-are-messages-africa> (дата обращения: 21.04.2020).

¹ Energy production in March of 2020. National Bureau of Statistics of China (NBS). URL: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202004/t20200420_1739767.html (дата обращения: 25.04.2020).

12. Lewis W.A. The dual economy revisited // The Manchester School of Economics and Social Studies. 1979. Vol. 47. P. 211–229. doi: 10.1111/j.1467-9957.1979.tb00625.x.
13. *Прогноз развития энергетики мира и России 2019* / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН – Московская школа управления «Сколково». М., 2019. 210 с.
14. Bayer P., Aklin M. The European Union Emissions Trading System reduced CO₂ emissions despite low prices // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Vol. 117 (16). P. 8804–8812. doi: 10.1073/pnas.1918128117.
15. Быковский В.К. Международно-правовое регулирование борьбы с глобальным потеплением и подходы России и стран СНГ к ратификации Парижского соглашения об изменении климата от 12.12.2015 // Международное сотрудничество евразийских государств: политика, экономика, право. 2017. № 1 (10). С. 100–108.
16. Сухарев О.С. Экономическая стратегия индустриализации: анализ, эмпирика, рекомендации // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 25 (424). С. 2–19.
17. Казинец Л.С. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике (Показатели планирования и статистики). М.: Экономика, 1981. 184 с.
18. Шмидт Ю.И. Показатели оценки структурных сдвигов в аграрном секторе экономики // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. 2013. № 6 (73). С. 190–193.
19. Ковалева Т.Ю. Статистические показатели в анализе структуры социально-экономической системы // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2015. № 4-1. С. 63–71.
20. Шевченко И.К., Развадовская Ю.В. Методы анализа структурных преобразований экономики промышленного сектора в условиях становления нового технологического уклада // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2012. № 2. С. 111–119.
21. Перстенева Н.П. Критерии классификации показателей структурных различий и сдвигов // Фундаментальные исследования. 2012. № 3-2. С. 478–482.
22. Перстенева Н.П. Методология статистического исследования структурно-динамических изменений (на примере экономики Самарской области): дисс. ... канд. экон. наук. Самара, 2003. 141 с.
23. Красильников О.Ю. Структурные сдвиги в экономике. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2001. 164 с.
24. Jung T.Y., La Rovere E.L., Gaj H., Shukla P.R., Zhou D. Structural changes in developing countries and their implication for energy-related CO₂ emissions // Technological forecasting and social change. 2000. Vol. 63, Iss. 2-3. P. 111–136. doi: 10.1016/S0040-1625(99)00052-9.
25. Rauf A., Zhang J., Li J., Amin W. Structural changes, energy consumption and carbon emissions in China: Empirical evidence from ARDL bound testing model // Structural Change and Economic Dynamics. 2018. Vol. 47. P. 194–206. doi: 10.1016/j.strueco.2018.08.010.

Статья поступила в редакцию 22.05.2020, принята к печати 17.10.2020

Сведения об авторах

Карпов Валерий Васильевич – доктор экономических наук, профессор, Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, 644024, г. Омск, Карла Маркса пр-т, 15; e-mail: adm@oscsbras.ru).

Чупин Роман Игоревич – кандидат социологических наук, научный сотрудник, Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, 644024, г. Омск, Карла Маркса пр-т, 15; e-mail: roman-chupin@ya.ru).

Харламова Мария Сергеевна – ведущий инженер, Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, 644024, г. Омск, Карла Маркса пр-т, 15; e-mail: hms2020@mail.ru).

Acknowledgements

The study was carried out according to the state assignment in 2013-2020 (state No. Reg. AAAA-A17-117041210229-2).

References

1. Wu X., Nethery R., Sabath M.B., Braun D., Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. *MedRxiv, The preprint server for health sciences*, 2020. 36 p. doi: 10.1101/2020.04.05.20054502.
2. Chenery H.B. *Structural change and development policy*. Oxford, Oxford University Press for the World Bank, 1979. 528 p.
3. Fagerberg J. Technological progress, structural change and productivity growth: A comparative study. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2000, vol. 11, iss. 4, pp. 393–411. doi: 10.1016/S0954-349X(00)00025-4.
4. Rodrik D. *Structural change, fundamentals, and growth: An overview*. Institute for Advanced Study, 2013. 23 p.
5. Shelegeda B.G., Sharnopol'skaya O.N., Pogorzhel'skaya N.V. Metodologicheskie podkhody k issledovaniyu strukturnykh transformatsii v razvitiie ekonomicheskikh sistem [Methodological approaches to the study of structural transformation in the development of economic systems]. *Vestnik PGU. Seriya: Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2017, no. 2, pp. 172–188. (In Russian). doi: 10.17072/1994-9960-2017-2-172-188.
6. Sukharev O.S. K razrabotke kompleksnoi metodiki analiza strukturnykh sdvigo v natsional'noi ekonomike [Development of comprehensive analysis methodology for structural shifts in the national economy]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National Interests: Priorities and Security], 2013, no. 13 (202), pp. 56–64. (In Russian).
7. Butorina O.V. Analiz strukturnykh izmenenii v ekonomike regiona [On structural changes analysis in the economy of the region]. *Vestnik PNIPU. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [PRNPU Sociology and Economics Bulletin], 2016, no. 4, pp. 194–208. (In Russian).
8. Sukharev O.S. *Strukturnyi analiz ekonomiki* [Structural analysis of economy]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2012. 216 p. (In Russian).
9. Sukharev O.S., Malyavina A.V. Strukturnye izmeneniya i metody ikh issledovaniya v ekonomicheskoi teorii [Structural dynamics and the methods of its measurement]. *Zhurnal ekonomicheskoi teorii* [Russian Journal of Economic Theory], 2008, no. 2, pp. 122–139. (In Russian).
10. Titov V.A. Metodologicheskie podkhody k analizu strukturnykh preobrazovaniie ekonomiki [Methodological approaches to the analysis of economy structural transformations]. *Transportnoe delo Rossii* [Transport Business in Russia], 2006, no. 12-IV, pp. 45–47. (In Russian).
11. Breisinger C., Diao X. Economic transformation in theory and practice: What are the messages for Africa? *IFPRI discussion papers 797*, International Food Policy Research Institute. Available at: <https://www.ifpri.org/publication/economic-transformation-theory-and-practice-what-are-messages-africa> (accessed 21.04.2020).
12. Lewis W.A. The dual economy revisited. *The Manchester School of Economics and Social Studies*, 1979, vol. 47, pp. 211–229. doi: 10.1111/j.1467-9957.1979.tb00625.x.
13. *Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii 2019*. Pod red. A.A. Makarova, T.A. Mitrovoi, V.A. Kulagina [2019 World and Russia energy development forecast. Ed. by A.A. Makarov, T.A. Mitrova, V.A. Kulagin]. INEI RAN – Moskovskaya shkola upravleniya «Skolkovo» Publ., Moscow, 2019. 210 p. (In Russian).
14. Bayer P, Aklin M. The European Union Emissions Trading System reduced CO₂ emissions despite low prices. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, vol. 117 (16), pp. 8804–8812. doi: 10.1073/pnas.1918128117.
15. Bykovskii V.K. Mezhdunarodno-pravovoe regulirovanie bor'by s global'nym potepleniem i podkhody Rossii i stran SNG k ratifikatsii Parizhskogo soglasheniya ob izmenenii klimata ot 12.12.2015 g [International legal regulation of combating global warming and the approaches of Russia and CIS countries to ratify the Paris agreement on climate change from G. 12.12.2015]. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo evraziiskikh gosudarstv: politika, ekonomika, pravo* [International Cooperation of Eurasian States: Politics, Economy, Law], 2017, no. 1 (10), pp. 100–108. (In Russian).
16. Sukharev O.S. Ekonomicheskaya strategiia industrializatsii: analiz, empirika, rekomendatsii [Economic strategy of industrialization: Analysis, empiricism, recommendations]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2015, no. 25 (424), pp. 2–19. (In Russian).
17. Kazinets L.S. *Tempy rosta i strukturnye sdvigi v ekonomike (Pokazateli planirovaniya i statistiki)* [Growth and structural changes in economy (Performance Planning and Review)]. Moscow, Ekonomika Publ., 1981. 184 p. (In Russian).

18. Shmidt Yu.I. Pokazateli otsenki strukturnykh sdvigo v agrarnom sektore ekonomiki [Indicators for the structural shifts assessment in agriculture]. *Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya* [Almanac of Modern Science and Education], Tambov, Gramota publishers, 2013, no. 6 (73), pp. 190–193. (In Russian).
19. Kovaleva T.Yu. Statisticheskie pokazateli v analize struktury sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy [Statistical indicators in the analysis of the social economic system structure]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Innovatsionnaya nauka»* [International Academic Journal “Innovative Science”], 2015, no. 4-1, pp. 63–71. (In Russian).
20. Shevchenko I.K., Razvadovskaya Yu.V. Metody analiza strukturnykh preobrazovani ekonomiki promyshlennogo sektora v usloviyakh stanovleniya novogo tekhnologicheskogo uklada [Methods of structural transformations analysis in the industrial economy in the context of new technological regime]. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski SKAGS* [State and Municipal Management. Scholar Notes], 2012, no. 2, pp. 111–119. (In Russian).
21. Persteneva N.P. Kriterii klassifikatsii pokazatelei strukturnykh razlichii i sdvigo v [Criteria of classification of indicators of structural distinctions and shifts]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2012, no. 3-2, pp. 478–482. (In Russian).
22. Persteneva N.P. *Metodologiya statisticheskogo issledovaniya strukturno-dinamicheskikh izmenenii (na primere ekonomiki Samarskoi oblasti)*. Diss. ... kand. ekon. nauk [Methodology of statistic research of structural and dynamic changes (Case study of Samara region economy). Cand. econ. sci. diss.]. Samara, 2003. 141 p. (In Russian).
23. Krasil'nikov O.Yu. *Strukturnye sdvigi v ekonomike* [Structural shifts in economy]. Saratov, Izd-vo Saratovskogo un-ta Publ., 2001. 164 p. (In Russian).
24. Jung T.Y, La Rovere E.L, Gaj H., Shukla P.R., Zhou D. Structural changes in developing countries and their implication for energy-related CO₂emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 2000, vol. 63, iss. 2-3, pp. 111-136. doi: 10.1016/S0040-1625(99)00052-9.
25. Rauf A., Zhang J., Li J., Amin W. Structural changes, energy consumption and carbon emissions in China: Empirical evidence from ARDL bound testing model. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2018, vol. 47, pp. 194–206. doi: 10.1016/j.strueco.2018.08.010.

Received May 22, 2020; accepted October 17, 2020

Information about the Authors

Karpov Valeriy Vasil'evich - Doctor of Economic Sciences, Professor, Chairman of the Omsk Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (15, prospekt Karla Marksa, Omsk, 644024, Russia; e-mail: adm@oscsbras.ru).

Chupin Roman Igorevich - Candidate of Social Sciences, Researcher of the Omsk Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (15, prospekt Karla Marksa, Omsk, 644024, Russia; e-mail: roman-chupin@ya.ru).

Kharlamova Maria Sergeevna – Leading engineer of the Omsk Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (15, prospekt Karla Marksa, Omsk, 644024, Russia; e-mail: hms2020@mail.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Карпов В.В., Чупин Р.И., Харламова М.С. Структурные изменения в энергетической отрасли России: оценка и межстрановые сравнения // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 405–422. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-405-422

Please cite this article in English as:

Karpov V.V., Chupin R.I., Kharlamova M.S. Structural changes in the energy industry of Russia: Assessment and international comparisons. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 405–422. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-405-422

РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БУХГАЛТЕРСКОГО
УЧЕТА, АУДИТА И ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-423-444

УДК 336.71, 657

ББК 65.052

JEL Code G21

**МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ
СТРАТЕГИЧЕСКОГО УЧЕТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
РОССИЙСКИХ БАНКОВ****Ксения Юрьевна Котова**ORCID ID: [0000-0003-0505-7359](https://orcid.org/0000-0003-0505-7359), Researcher ID: [AAN-6977-2020](https://orcid.org/AAN-6977-2020), e-mail: k.kotova@bk.ru**Анастасия Алексеевна Лаптева**ORCID ID: [0000-0002-3412-2335](https://orcid.org/0000-0002-3412-2335), Researcher ID: [AAN-9004-2020](https://orcid.org/AAN-9004-2020), e-mail: nastenkalapteva@yandex.ruПермский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

В условиях нестабильной экономической среды и развития цифровых технологий возрастает актуальность модернизации методов стратегического учета и анализа, направленных на оценку надежности банков и обеспечивающих их устойчивое развитие. В статье систематизированы современные инструменты стратегического учета деятельности банков, применяемые в разных странах для оценки эффективности банковской деятельности надзорными органами и потенциальными инвесторами, идентификации направлений развития и корректировки выбранной банками стратегии, получения объективной информации о кредитоспособности заемщиков. Целью статьи является обоснование перспектив развития методов стратегического учета в деятельности российских банков и разработка показателей, повышающих надежность оценок при принятии управленческих решений. В ходе исследования показано, что проблемы адаптации передовых зарубежных подходов в российскую практику банковской деятельности связаны с существенным различием бизнес-моделей кредитных организаций, отсутствием рейтингов оценки корпоративного управления и репутации банков, неразвитостью подходов к оценке кредитоспособности заемщиков с учетом их отраслевой принадлежности, отсутствием отчетной информации согласно Международным стандартам финансовой отчетности. Модернизация практики стратегического учета деятельности банков предполагает применение цифровых технологий как инструментов моделирования большого числа процессов и снижения количества рутинных операций, повышения точности расчетов, обработки и хранения больших баз данных, осуществления эффективного взаимодействия и обмена информацией. Комплексная рейтинговая оценка должна учитывать как финансовые показатели, так и информацию, характеризующую эффективность деятельности банка, его репутацию, состояние внешней среды и влияние экономической, политической ситуации, экологической и социальной составляющей на банковскую деятельность. Новизна исследования заключается в обосновании перспектив развития методов стратегического учета в банковском секторе и расширении системы показателей оценки финансового состояния и надежности банков, обеспечивающей повышение объективности выводов и предикативных оценок для принятия обоснованных управленческих и инвестиционных решений. Результаты исследования могут быть полезны инвесторам, органам банковского надзора, специалистам по банковскому делу, экспертам в области риск-менеджмента и ученым, заинтересованным в развитии инструментария стратегического учета в банках. Перспективы исследований связаны с необходимостью решения проблемы обеспечения достоверности и однородности информации, используемой при составлении рейтингов банков, а также с разработкой специализированных программ и приложений, позволяющих внешним пользователям проводить сравнительный анализ надежности банков, а менеджменту банка осуществлять мониторинг деятельности и корректировать стратегию развития.

Ключевые слова: стратегический управленческий учет, методы стратегического управленческого учета, оценка надежности банка, оценка кредитоспособности заемщика, оценка финансового состояния банка, перспективы развития стратегического управленческого учета.

© Котова К.Ю., Лаптева А.А., 2020

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

GLOBAL PRACTICES AND PROSPECTS OF STRATEGIC ACCOUNTING METHODS FOR THE RUSSIAN BANKS

Xenia Yu. Kotova

ORCID ID: [0000-0003-0505-7359](https://orcid.org/0000-0003-0505-7359), Researcher ID: [AAN-6977-2020](https://orcid.org/AAN-6977-2020), e-mail: k.kotova@bk.ru

Anastasiya A. Lapteva

ORCID ID: [0000-0002-3412-2335](https://orcid.org/0000-0002-3412-2335), Researcher ID: [AAN-9004-2020](https://orcid.org/AAN-9004-2020), e-mail: nastenkalapteva@yandex.ru

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

Fluctuating economic environment and the development of digital technologies highlight the need to update strategic accounting and analysis methods aimed at assessing the reliability of banks and ensuring their sustainable development. The article systematized modern tools for strategic accounting of banking activities, the tools being globally applied by regulatory authorities and potential investors to assess the efficiency of banking activities, to identify the areas for development and to adjust the strategy chosen by the banks, to obtain comprehensive information on the creditworthiness of credit users. The purpose of the article is to substantiate the prospects for the strategic accounting methods in the activities of the Russian banks and to develop the indicators that increase the assessment reliability in management decision making. The study shows that the challenges faced by the Russian banking practices in adapting the advanced international approaches are related to the significant differences in the business models of credit institutions, the lack of ratings for corporate governance and bank reputation, the underdeveloped assessment approaches to the creditworthiness of credit users with regard to their industry, and the lack of reporting information under IFRS. Practices of strategic accounting for banks activities are upgraded by digital technologies as simulation tools for a large number of processes and as tools aimed to reduce the number of routine operations, to improve the accuracy of calculations, to process and store large databases for effective interaction and information exchange. A comprehensive rating assessment should include both financial indicators and information characterizing the efficiency of the bank performance, its reputation, its external environment and the impact of the economic, political context, environmental and social aspects of banking activities. The novelty of the research is to substantiate the prospects for the development of strategic accounting in the banking sector and to expand the system of indicators to assess the financial condition and reliability of banks, ensuring that findings and predictive assessments are more objective for informed management and investment decision making. The results of the research can be useful for investors, banking supervision authorities, banking specialists, risk management experts, and scientists interested in developing strategic accounting tools in banks. Further research is linked to the need to solve the problem of ensuring reliability and homogeneity of information used in compiling bank ratings, as well as to develop specialized software and applications for the outside users to perform a comparative analysis of banks reliability and for the bank management to monitor activities and to adjust the development strategy.

Keywords: strategic management accounting, methods of strategic management accounting, analysis of banks' reliability, analysis of credit user's creditworthiness, analysis of banks' financial condition, prospects of development of strategic management accounting.

Введение

Неустойчивость факторов внешней среды, неопределенность условий хозяйствования, системный экономический кризис, выражающийся в снижении темпов роста ВВП и деловой активности экономических субъектов, вызывают необходимость пересмотра имеющихся и внедрения новых стратегий развития экономических субъектов и инструментов анализа, обеспечивающих их адекватность задачам управления в период рецессии.

Критерии и оценки эффективности деятельности прирастают все новыми ка-

тегориями, которые выходят далеко за рамки ретроспективного анализа, основанного на информации, представленной в финансовом учете. Все большее развитие получают методы предиктивного анализа, ориентирующиеся на учет факторов внешней среды, принятие во внимание качественных показателей, комплексный охват всех бизнес-процессов и достижение стратегических целей.

Свидетельством актуальности этой проблемы является активное обсуждение методов стратегического учета и анализа в трудах следующих зарубежных и отечественных исследователей: М. Бромвич,

К. Симмондс, Дж. Котезе, М. Прачи, Дж. Вернс, Дж. Бессис, А. Джурас, Дж. Каган, Ж. Папулова, А. Газова, О.И. Лаврушин, М.А. Поморина, С.Б. Богуславская, Ю.Г. Швецов, Д.А. Ендовицкий, И.В. Фролов, В.Г. Ширококов, О.Н. Беленов, О.М. Купрюшина, М.А. Городилов, К.Ю. Котова, И.Д. Котляров, Т.Г. Шешукова, В.Г. Прудский, П.В. Магданов и др.

Основоположниками разработки стратегических методов учета являются зарубежные ученые. Более трех десятилетий назад идеология стратегического управления была внедрена в науку К. Симмондсом и М. Бромвичем. В начале 1980-х гг. К. Симмондс предложил рассматривать стратегический учет для определения и регулирования общего направления развития компании на основе данных о затратах, доле рынка, использовании ресурсов как самого предприятия, так и его конкурентов [1]. Он отмечал, что сведения о конкурентах критически важны для выживания и развития конкурентных преимуществ. М. Бромвич уточнил, что данные стратегического учета должны отличаться нацеленностью информации, учитывать отраслевую направленность и быть систематизированы в течение ряда периодов [2]. Эти исследования задали вектор развития инструментария стратегического учета, ориентированного на долгосрочные перспективы, интеграцию показателей бухгалтерского учета и маркетинга, удовлетворение конкретных интересов и запросов пользователей с учетом отраслевых особенностей бизнеса.

По мнению С.Б. Богуславской [3], для реализации стратегического управления необходимо использовать процессно-ориентированный подход, основанный на согласовании позиций менеджеров и владельцев по поводу будущих возможных направлений развития. Для этого определяются такие базовые элементы, как миссия и видение, анализируются разные аспекты деятельности, выделяются бизнес-процессы, разрабатывается финансовая структура, описываются все положения и обстоятельства, оказывающие влияние на реализацию стратегии.

Стратегическое управление в коммерческом банке определяется О.И. Лаврушиным как процесс управления развитием и сохранением соответствия стратегии и организации деятельности изменениям внешних и внутренних условий [4]. М.А. Поморина отмечает важность комплексного подхода к решению проблем построения управленческих процессов в банках [5]. Основная идея ее исследования заключается в интеграции процессов управления эффективностью, рисками и ликвидностью с использованием универсальных инструментов управления – системного планирования, методологии измерения затрат, единой финансовой структуры.

Авторы настоящей статьи считают, что концепция стратегического учета в коммерческом банке до конца не сформировалась. Образовавшись на стыке наук, она интегрирует идеи стратегического менеджмента, бухгалтерского учета и маркетинга, использует методы этих областей для целей стратегического управления и планирования, обеспечивая возможность комплексного воздействия на повышение эффективности банковской деятельности и устойчивость развития кредитных организаций.

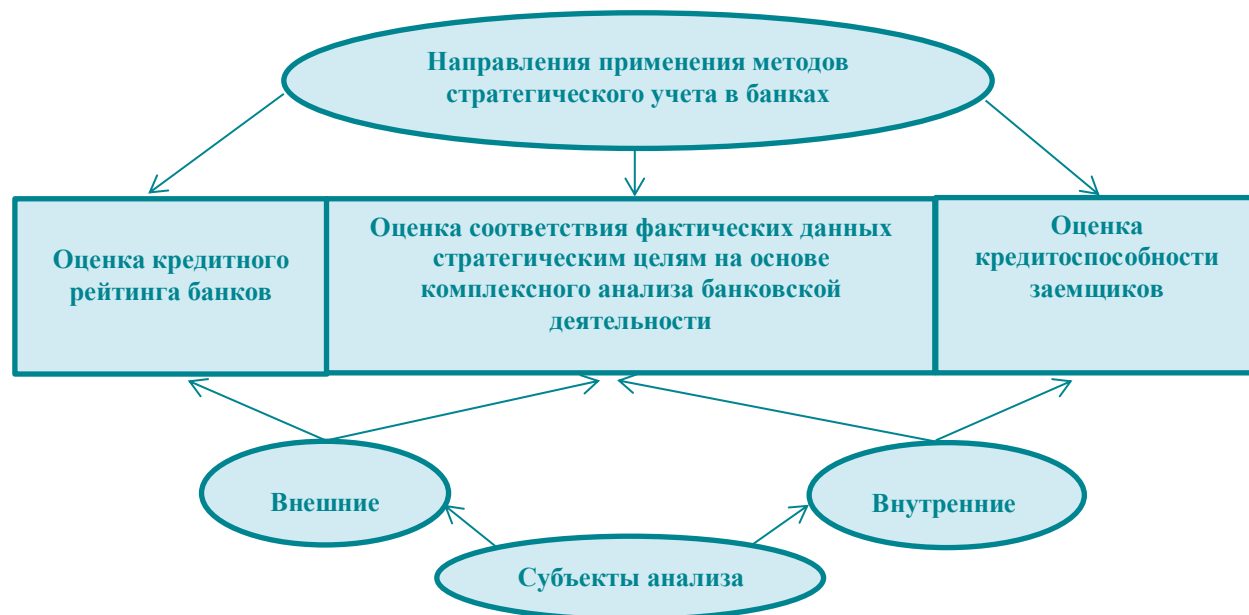
В связи с вышесказанным целью статьи является систематизация методов стратегического учета в банковской практике в зависимости от информационных запросов пользователей и обоснование перспектив развития данных методов, включающее разработку показателей, повышающих надежность оценок при принятии управленческих решений.

Авторская классификация методов стратегического учета в банках в зависимости от субъектов анализа и их информационных потребностей

Использованию стратегических методов управленческого учета в банковской сфере посвящено множество работ зарубежных авторов. В основном это оценочные методы, которые направлены на нахождение сводного показателя, отражающего рейтинговую оценку банковской деятельности. Модели различаются аналитическими и математическими подходами к

оценке, однако не учитывают интересы агентов, участвующих в процессе планирования своей деятельности на основе результатов анализа, поэтому мы считаем необходимым классифицировать методы стратегического учета по отношению к субъекту анализа исходя из возможности удовлетворения информационных запросов пользователей. Выделим следующие их виды: методы стратегического учета для оценки кре-

дитного рейтинга банков внешними пользователями, методы стратегического учета для оценки соответствия фактических данных стратегическим целям на основе комплексной оценки банковской деятельности внутренними и внешними пользователями, методы стратегического учета для оценки кредитоспособности заемщика – юридического или физического лица (см. рисунок).



Направления применения методов стратегического учета в банках и субъекты анализа Application areas for strategic accounting methods in banks and subjects of analysis

Рассмотрим систему методов стратегического учета в банках и практику их применения в России и за рубежом.

Методы стратегического учета для оценки кредитного рейтинга банков внешними пользователями

По мнению Я.А. Клаас, зарубежные методики оценки финансовой устойчивости коммерческого банка можно разделить на 4 категории [6] – рейтинговые системы оценки (*PATROL*, *ORAP*, *CAMEL*); системы коэффициентного анализа (*BAKIS*); комплексные системы оценки банковских рисков (*RATE*, *RAST*); статистические модели (*FIMS*, *SAABA*). Самым распространенным и широко применяемым методом для оценки деятельности банков является си-

стема *CAMELS*¹ (США), которая была разработана американской ассоциацией *AC-CION* для оказания помощи регулирующим органам Северной Америки. Сейчас она стала признанной международной системой ранжирования, которую широко используют органы банковского надзора разных стран как инструмент оценки финансового состояния и устойчивости банков, эффективности деятельности, кредитоспособности и прогнозирования будущего в соответствии с шестью факторами, представленными аббревиатурой.

¹ Bank rating system. Partnership for progress. Federal reserve system. USA. URL: <https://www.fedpartnership.gov/bank-life-cycle/topic-index/bank-rating-system> (дата обращения: 20.04.2020).

Первоначально система была внедрена в качестве единой системы рейтингования финансовых учреждений (*UFIRS*) в 1979 г. в США. В 1995 г. название было изменено в связи с включением нового компонента «чувствительность к риску» со стороны Федеральной резервной системы [7; 8].

Основные компоненты рейтинговой системы *CAMELS* перечислены в табл. 1.

Каждый компонент рейтинговой системы оценивается по пятибалльной шкале, где оценка «1» является высокой, а оценка «5» – самой низкой, как представлено в табл. 2.

Таблица 1. Компоненты рейтинговой оценки системы *CAMELS**

Table 1. Elements of *CAMELS* rating system

Компонент	Характеристика	Рейтинговые факторы (примеры)
Достаточность капитала, <i>Capital Adequacy</i>	Измеряет способность банка поддерживать платежеспособность и выполнить все свои обязательства перед клиентами, не прекращая своих операций	Состав бухгалтерского баланса; достаточность капитала для оценочных резервов и убытков, связанных с арендой или предоставлением кредитов; концентрация займов и инвестиций и др.
Качество активов, <i>Asset quality</i>	Способность обеспечить возврат активов, воздействие проблемных кредитов на общее финансовое состояние банка	Управление кредитным портфелем, система внутреннего контроля; эффективность инвестиционной политики; объем проблемных активов, просроченных или перенесенных кредитов; величина резервов на покрытие убытков по кредитам в случае проблемного кредита и других связанных активов и др.
Менеджмент, <i>Management</i>	Способность банка выявлять, реагировать и управлять финансовыми рисками, связанными с повседневными операциями (кредитные предложения, транзакции, процентные ставки и т. д.)	Внутренний контроль, политика и аудит компетенции; эффективность информационной системы управления и мониторинга рисков; соблюдение законов, норм и правил и др.
Доходы, <i>Earnings</i>	Способность банка генерировать доход от используемого актива как важный параметр для анализа риска и оценки перспектив развития учреждения	Анализ источников дохода; стабильность получения доходов; управление процессом прогнозирования, информационной системой и системой бюджетирования и др.
Ликвидность, <i>Liquidity</i>	Способность банка обеспечить своевременное и полное выполнение своих обязательств	Стабильность депозита; возможность получения денежных средств от других источников капитала; уровень владения активами, которые легко конвертируются в денежные средства без каких-либо потерь и др.
Чувствительность к рыночному риску, <i>Sensitivity to Risk</i>	Степень реагирования банка на изменение ситуации на рынке (курсы иностранных валют, изменение процентных ставок)	Эффективность управления в выявлении, анализе и контроле уровня риска; чувствительность банка к колебаниям процентных ставок, цен акций, обменных курсов и т. д.

* Сост. по источнику: *Prachi M. CAMELS Rating System. The investorsbook, 2019. URL: <https://theinvestorsbook.com/camels-rating-system.html> (дата обращения: 27.04.2020).*

Таблица 2. Содержание рейтинговой оценки

Table 2. Descriptions of rating scores

Оценка	Содержание
«1» / «2»	Банки являются надежными по всем показателям. Они способны противостоять экономическим спадам, считаются стабильными, имеют квалифицированное руководство
«3»	Банки имеют существенные недостатки. Если эти недостатки не будут исправлены в течение определенного времени, то они могут привести к значительным проблемам, связанным с платежеспособностью и ликвидностью банка
«4» / «5»	Банки имеют серьезные проблемы, которые указывают на низкий уровень платежеспособности банка и требуют тщательного наблюдения и немедленных специальных оздоровительных действий со стороны руководства и органов надзора

К банкам, получившим комплексные рейтинговые оценки «3», «4» или «5», применяются соответствующие меры воздействия согласно требованиям нормативно-правовых актов регулятора, например, ограничиваются направления и объем совершаемых операций до восстановления нормальных значений показателей и повышения рейтинга до нормального уровня. Система позволяет анализировать ликвидность учреждения и способность управлять риском с целью обеспечения надежного операционного состояния. Она также свидетельствует об эффективности управления источниками средств и потенциалом прибыли учреждения.

В США полученные данные рейтинга банка являются собственностью Федерального резервного банка и конфиденциальной информацией, предназначенной для внутреннего использования. В других странах эту систему широко используют исследователи для оценки банковской деятельности, ранжирования и сравнения банков разных стран. Например, ученые из Малайзии [7] анализировали показатели прибыльности банков Малайзии и Индонезии и пришли к выводу, что система дает достоверные результаты и позволяет построить ряд регрессии, который может предсказать поведение банков при сохранении стратегии.

Система *CAMELS* является балльной, включает небольшое количество показателей, что облегчает загрузку необходимых данных и процесс вычисления показателей, основывается на сочетании бухгалтерского и экспертного подходов. Ее использование обеспечивает сопоставимость показателей, если исходными дан-

ными являются показатели финансовой отчетности, составленной по МСФО. Ее достоинствами являются комплексный характер показателей, небольшое количество показателей, доступность информации, простота математических вычислений, несмотря на закрытый механизм расчета конечного индекса устойчивости на основе данных открытой отчетности. Существенными недостатками являются закрытый механизм расчета конечного индекса устойчивости, невозможность расчета части коэффициентов на основе данных открытой отчетности, отсутствие учета воздействия факторов внешней среды, экологической и социальной составляющей.

Другой системой оценки финансового состояния банков является рейтинговая система, разработанная первым национальным рейтинговым агентством *PACRA*¹ (Пакистан), основанным в 1994 г. как совместное предприятие Международной финансовой корпорации, Лахорской фондовой биржи и Международного банка кредитного анализа. Основная цель *PACRA* – беспристрастно оценить способность и желание организации выполнять свои финансовые обязательства. Рейтинги, опубликованные *PACRA*, отражают квалифицированную оценку кредитного риска в сочетании со сложными долговыми инструментами или общей позицией юридического лица. Анализ показателей банков основан на расчете нескольких качественных и количественных факторов, которые

¹ *The Pakistan Credit Rating Agency Limited*. URL: https://www.pacra.com.pk/pages/about_us/about_us.php (дата обращения: 14.09.2020).

имеют одинаковый вес и значимость в процессе расчета рейтинговых оценок.

Перечислим факторы, которые учитываются в методологии ранжирования *PACRA*:

- валовой и маржинальный доход;
- прирост капитала;
- стоимость активов;
- структура кредитного портфеля;
- система риск-менеджмента;
- платежеспособность и ликвидность;
- корпоративное управление.

Как можно видеть, кроме традиционных финансовых показателей, *PACRA* оценивает систему риск-менеджмента и качество корпоративного управления. Для получения оценки платежеспособности и ликвидности *PACRA* анализирует структуру активов, оценивает диверсификацию базы финансирования, источники финансирования и ликвидность. *PACRA* использует свой собственный набор стандартов

для анализа капитализации, который применяется ко всем банкам. Одним из важных показателей является качественный анализ доходов. Анализируя структуру доходов, *PACRA* учитывает их стабильность и рассчитывает будущую способность получения доходов. Согласно принятой методике, корпоративное управление оценивается с помощью таких характеристик, как оценка эффективности работы совета директоров банка, существование системы контроля операций, которые могут привести к конфликту интересов, осуществление мониторинга функций аудита советом директоров, выплата вознаграждений совету директоров и высшему руководству и структура собственности банка.

В ходе ранжирования *PACRA* присваивает рейтинги долгосрочного и краткосрочного кредитования, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание рейтинговой оценки банков согласно *PACRA*

Table 3. Descriptions of *PACRA* rating scores

Рейтинги долгосрочного кредитования	Рейтинги краткосрочного кредитования
AAA. Наивысшее кредитное качество рассматриваемого банка и наименьшее ожидание от банка принятия кредитного риска. Рейтинг присваивается банкам очень редко и только тем, кто ведет очень своевременную историю погашения финансовых обязательств	A+. Финансовые обязательства поддерживаются самой высокой способностью банка погасить их при наступлении срока погашения
AA. Очень высокое кредитное качество банка, очень низкая перспектива кредитного риска. Рейтинг присваивается банку, который имеет очень хорошую возможность своевременно погасить свои финансовые обязательства	A1. Финансовые обязательства поддерживаются сильной способностью банка погашать их, когда они возникают
Rating A. Высокое кредитное качество банка и низкое ожидание кредитного риска банка. Банк имеет значительные возможности для своевременного погашения всех своих финансовых обязательств	A2. Финансовые обязательства поддерживаются удовлетворительной способностью банка погасить их в установленный срок
Rating BBB. Хорошее кредитное качество банка и низкая вероятность банковского кредитного риска. Однако неблагоприятные изменения экономических условий и обстоятельств могут повлиять на финансовое состояние банка в худшую сторону	A3. Финансовые обязательства обеспечены хорошим уровнем капитала для своевременного погашения этих обязательств, но изменения в экономических условиях и обстоятельствах могут повлиять на его способность погашать их
BB. Спекулятивная позиция исследуемого банка и высокая вероятность кредитного риска, особенно в случае неблагоприятных экономических изменений	B. Затруднительная способность банка погашать свои финансовые обязательства
ССС, СС & С: Высокий риск дефолта. Финансовое положение банка очень слабое и полностью зависит от положительных результатов бизнеса или экономических изменений. Так, СС указывает на то, что банкротство очевидно в ближайшем будущем, а рейтинг С указывает на предстоящее банкротство банка	C. Финансовые обязательства имеют высокий риск дефолта либо находятся в состоянии дефолта

Важным отличием этой системы от *CAMELS* является использование большего числа показателей и открытость расчетов. *PACRA* оценивает кредитоспособность и привлекательность банков, присваивает им кредитный рейтинг, который отражает независимую профессиональную оценку и помогает инвесторам принимать взвешенные инвестиционные решения. Отметим, что и исследование, проведенное в 2020 г. З.Б. Хасибом, в котором сравнивались Пакистанские банки по рейтингам *CAMELS* и *PACRA*, показало отсутствие сходства в результатах этих оценок для средних и мелких банков [9].

Далее рассмотрим систему оценки финансового состояния банков, разработанную французской банковской комиссией в 1997 г., которая получила название «Организация и усиление превентивных действий» (*ORAP*). Она заключается в проведении многофакторного анализа для выявления проблем на основе оценки всех компонентов риска с использованием количественной и качественной информации. В нее входят 14 показателей, которые делятся на пять групп – пруденциальные коэффициенты (капитал, ликвидность и т. д.), балансовая и внебалансовая деятельность (качество активов), рыночный риск, доходы, другие критерии, которые характеризуют прозрачность собственности, качество управления и внутренний контроль. Каждый компонент рассчитывается по специальной системе и оценивается по шкале от 1 (лучший) до 5 (худший). Оценки компонентов преобразуются в единый рейтинг. Каждые 5 оценок подразумевают корректирующие действия. Для проведения оценки согласно системе *ORAP* используются различные внутренние и внешние источники информации. К внутренним относятся различные базы данных Банка Франции и Банковской комиссии (в частности, данные, предоставленные самими кредитными организациями, которые хранятся в специальной базе данных финансовых рынков), а также результаты инспекций на местах. К внешним источникам относятся данные

внешних аудиторов, надзорных органов Франции и информация, предоставляемая в соответствии с двусторонними соглашениями с надзорными органами в других европейских странах. Достоинством этого метода является широкий анализ внешних источников информации, которые учитываются при расчете рейтинга и позволяют сопоставить информацию для выявления проблем на начальной стадии, а также провести анализ системы внутреннего контроля в банке.

В Великобритании применяется система *RATE*, которая предусматривает расчет общей оценки категории риска. В Нидерландах для оценки банковской деятельности разработана система *RAST*, которая учитывает функциональную принадлежность банков, их внутреннюю структуру и систему контроля по ряду критериев. Банк Италии использует методику *PATROL*, основанную на расчете показателей стандартизированных отчетов.

В России рейтинги (рэнкинги) банков оцениваются по ключевым (финансовым) показателям деятельности с использованием публикуемой отчетности кредитных организаций отечественными и международными рейтинговыми агентствами¹. Отметим, что рассчитанные рейтинги будут значительно отличаться в зависимости от того, какой вид информации был подвергнут анализу – отчетность в соответствии с РСБУ или МСФО.

Для оценки финансового состояния банков надзорными органами разработано Указание «Об оценке экономического положения банков» от 03.04.2017 № 4336-У². Оценка экономического положения банков осуществляется по результатам оценок: капитала, активов, доходности, ликвидности, процентного риска, риска

¹ Рейтинги банков. URL: <https://www.banki.ru/banks/ratings> (дата обращения: 14.09.2020).

² Указание Банка России от 03.04.2017 № 4336-У (ред. от 27.11.2018) «Об оценке экономического положения банков» (вместе с «Методикой оценки показателей прозрачности структуры собственности банка») (зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2017 № 46771).

концентрации, обязательных нормативов¹, качества управления, прозрачности структуры собственности банка.

Оценки капитала, активов, доходности, ликвидности банка, процентного риска, риска концентрации, принимаемых банком, качества управления банком и прозрачности структуры собственности банка рассчитываются по формулам, приведенным в указании. Оценка качества управления банком осуществляется по результатам оценок показателей системы управления рисками, состояния внутреннего контроля, управления стратегическим риском и управления риском материальной мотивации персонала, полученных на основании тестирования этих рисков и систем. Таким образом, система оценки российских банков по методике Банка России предусматривает расчет широкого спектра количественных и качественных показателей из финансовой отчетности, дополнительной информации из отчетности, которая в обязательном порядке представляется в ЦБ РФ, а также данных тестирования систем рисков и контроля.

Зарубежные ученые рекомендуют расширить перечень показателей оценки финансового состояния банков. Так, Дж. Котс разработал модель оценки эффективности деятельности банков, которая кроме финансовых показателей содержит показатели, характеризующие вклад человеческого капитала в обеспечение устойчивого развития банков, и предполагает наличие кадров, обладающих высокой

квалификацией как в знаниях, так и в способностях. По его мнению, данный альянс будет являться лучшим инструментом для решения всех возникающих рисков в банковской деятельности [10].

Р. Сахайвала и П.В. Берг считают, что данные финансовой отчетности не всегда отражают реальную ситуацию, особенно в крупных банках, поэтому полагаться на них не всегда правильно. Они предлагают методику расчета сводной оценки риска, которая может оказать влияние на рейтинг банков и принятие стратегических решений и служить существенным дополнением к надзорной практике [11].

Представленные варианты оценки надежности банков и определения их рейтинга, используемые надзорными органами и рейтинговыми агентствами, позволяют сравнить результаты и сделать выбор в пользу той или иной кредитной организации. Во многом объективность оценок определяется достоверностью и однородностью показателей отчетности, поэтому оценку банковской деятельности рекомендуем проводить по МСФО. Следует учитывать и тот факт, что для системообразующих российских банков на их рейтинги может оказать влияние возможность получения внешней финансовой помощи от государства.

Таким образом, внешние оценки надежности банков базируются в основном на анализе показателей финансовой отчетности и внутренней информации, предоставляемой банками регуляторам. Они широко применяются в практике надзорных органов и рейтинговых агентств, имеют много общих точек соприкосновения, но отличаются в силу особенностей исторического развития финансовых систем, достоверностью и открытостью анализируемой информации, количеством показателей, методикой вычисления рейтинговых оценок. В некоторых методиках недостаточно внимания уделяется расчету влияния качественных факторов (в силу агрегирования показателей отчетности и отсутствия необходимой структурной информации в ней), ранней диагностике банкротств, что не дает возможности предотвратить развитие кри-

¹ Инструкция Банка России от 29 ноября 2019 г. № 199-И «Об обязательных нормативах и надбавках к нормативам достаточности капитала банков с универсальной лицензией», зарегистрированной Министерством юстиции Российской Федерации 27 декабря 2019 г. № 57008; Инструкция Банка России от 6 декабря 2017 г. № 183-И «Об обязательных нормативах банков с базовой лицензией», зарегистрированной Министерством юстиции Российской Федерации 2 марта 2018 г. № 50206 (далее – Инструкция Банка России № 183-И); Инструкция Банка России от 28 декабря 2016 г. № 178-И «Об установлении размеров (лимитов) открытых валютных позиций, методике их расчета и особенностях осуществления надзора за их соблюдением кредитными организациями», зарегистрированной Министерством юстиции Российской Федерации 17 марта 2017 г. № 46007, 3 ноября 2017 г. № 48788).

зиса, приняв соответствующие меры. Методика оценки финансового состояния банков, разработанная Банком России, является одной из самых передовых. Кроме финансовых показателей, она учитывает влияние рисков, в т. ч. стратегического, показатели системы внутреннего контроля, социальный аспект (мотивацию персонала). Однако ее использование заинтересованными пользователями весьма ограничено в силу нехватки информации, которую можно найти в открытом доступе. Общим недостатком всех оценок является отсутствие индикаторов ранних систем предупреждения рисков и факторов внешней среды (политических, экономических, социально-культурных, технологических, законодательных), которые могут существенно изменить результаты.

Методы стратегического учета для оценки соответствия фактических данных стратегическим целям

В процессе принятия стратегических решений, разработки прогнозов и планов, моделирования связей, определения будущих тенденций и оценки вероятности наступления наиболее вероятных событий менеджмент формирует информацию об объекте и его окружении с помощью методов экономического анализа, учетно-калькуляционных методов статистики и экономико-математического моделирования. К методам стратегического учета традиционно относят следующие: *SWOT*-анализ, *STEP (PEST)*-анализ, *GAP*-анализ, диаграмму Ишикава, анализ пяти сил Портера, Модель Остервальдера, Матрицу Маккинзи, Матрицу *BCG*, функциональный анализ, стратегическое управление затратами, анализ технико-экономических показателей, анализ бизнес-процессов и бизнес-модели, систему сбалансированных показателей, анализ стратегической себестоимости по стадиям жизненного цикла продукта и другие, появившиеся в условиях развития рыночных отношений и внедрения цифровых технологий. Вопросы применения этих методов нашли отражение в трудах И.В. Вишнякова [12], М.А. Городилова, К.Ю. Котовой, Е.Е. Мельниковой [13–15],

Т.Г. Шешуковой [16], В.Г. Прудского и П.В. Магданова [17] и др.

Целью стратегического планирования является достижение банком состояния, определяемого в качестве ориентира развития и характеризующегося определенными качественными и количественными показателями, разрабатываемыми в стратегии. В рамках внешнего стратегического анализа (конкурентный анализ и анализ стратегических позиций конкурентов) в мировой практике аналитическим инструментом стратегического управленческого учета считается анализ сильных и слабых сторон (*SWOT*-анализ), который осуществляется на основе внешней информации и позволяет получить сведения о ценах реализации, доли рынка и др. Информационной базой при проведении анализа выступают как формальные (годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность конкурентов и др.), так и неформальные источники (информация из сети Интернет и др. источники).

Банки активно используют инструментарий стратегического учета не только для оценки деятельности, но и для мониторинга соответствия фактических значений показателей стратегическим, с учетом имеющегося технического и финансового потенциала. Для актуализации проблем применения этих и других методов, обратимся к некоторым исследованиям зарубежных ученых.

Так, Й. Вернц важной частью стратегического управления считает планирование, которое, в свою очередь, включает необходимые количественные методы, отвечающие за эффективностью работы и контроля банка. Помимо этого, доказывает необходимость совершенствования управления рисками для всех секторов банковского дела [18].

П. Роус и С. Хадгинс также обращают внимание на превентивную оценку рисков и управление ими, чтобы в случае возникновения суметь их избежать, не потеряв контроль над процессами преобразования и развития банка для блага клиентов [19].

По мнению Дж. Бессис, принятие и внедрение конкретного метода стратегиче-

ского управления зависит от условных факторов, которые могут быть присущи определенному банку, например, стремление к инновациям в получении преимуществ над конкурентами, необходимость увеличения клиентской базы и расширения доли рынка. Он акцентирует внимание на том, что управление рисками становится все более важным и все более сложным, а также отмечает значимость изучения поведенческого финансирования и нелинейности рисков. «Новые разработки и передовые технологии продолжают продвигать отрасль вперед, поэтому специалисты должны быть в курсе последних событий и получать подробную информацию о новейших практиках» [20, с. 8].

Т. Алабдуллах считает, что новые системы управленческого учета не имеют прочной основы в эмпирических исследованиях. Он доказывает существенное влияние бухгалтерской информации на формирование стратегических решений, однако подчеркивает ее недостаточность. Банковский сектор столкнулся с заметным снижением эффективности своей деятельности и нуждается в использовании большей информации о будущих событиях для того, чтобы модернизировать бизнес-стратегию и достичь высоких показателей эффективности [21].

О значимости внедрения качественных факторов, которые присущи передовым методам стратегического анализа в банковской сфере, говорят К. Рашиди и М. Стаделманн [22]. Они учитывают экологическую составляющую кредитного портфеля при оценке деятельности банка. В их работе изучены вопросы взаимодействия кредитоспособности заемщика, возможности осуществления экологических инвестиций в связи с угрозой изменения климата в европейских городах и стратегии банков. Они отмечают, что количественная оценка влияния экологической составляющей и кредитоспособности заемщиков до сих пор не разработана.

А.П. Егорошин, И.В. Гуськова, Н.Е. Серебровская, В.В. Марико отмечают, что одной из важных составляющих в стратегическом управлении сегодня является чело-

веческий потенциал, который дает возможность реализовывать стратегическое управление (профессионализм персонала и уровень его мотивации) [23].

Таким образом, использование информации в финансовой отчетности и маркетинговых методов для принятия решений стратегического характера предполагает развитие характеристик количественной и качественной составляющей ресурсов и потенциала банка, а также наличие стратегии развития и структурированной информации о факторах внешней среды.

Методы оценки кредитоспособности заемщиков

Кредитоспособность заемщика зависит от множества факторов, большое значение среди которых имеют платежеспособность, финансовая ответственность, положительная кредитная история, обеспеченность кредита и др. Однако в контексте *способности* несколько основных факторов учитывают обязательно вне зависимости от выбранного метода стратегического анализа.

Оценка кредитоспособности заемщика включает в себя выявление наличия ресурсов, которые могут быть использованы для погашения долгов, готовность должника использовать эти ресурсы для погашения задолженности и другие возможности для своевременного погашения долговых обязательств. Для юридических лиц возможно применение полного спектра методов стратегического учета, а для заемщиков – физических лиц решение о сумме, ставке и сроках кредита выносят на основании минимального набора данных о вероятности дефолта при изучении кредитной истории, отсутствия просрочки платежей, данных о возрасте, квалификации, заработной плате и т. д.

Единой модели оценки кредитоспособности заемщика не существует. Применяемые модели можно разделить на классификационные (рейтинговые, коэффициентные, предикативные, основанные на регрессионном анализе и др.) и комплексные (*7C, PARTS, CAMPARI* и др.).

Примером рейтинговой модели может служить модель, которую использует

румунский банк для оценки кредитоспособности заемщика. *Transilvania Bank* является одним из крупнейших банков Румынии. Благодаря своей гибкости в кредитовании ему удастся укреплять свои позиции, удерживать существующих и привлекать новых клиентов, увеличивать долю рынка [24].

Чтобы составить представление о полной картине финансово-экономического положения кредитуемых предприятий, а также процессе диагностики их финансового состояния, необходимо использовать определенную систему показателей, уровень и тенденции которых отражают потребность в ресурсах и способность организации выполнять обязательства, связан-

ные с запрашиваемым кредитом. В то же время выбранные показатели должны помочь в принятии кредитных решений, чтобы обеспечить индивидуальный мониторинг каждого заемщика.

В деятельности *Transilvania Bank* существует следующий алгоритм, согласно которому исчисление для проверки кредитоспособности клиента может быть выполнено с использованием данных из финансовой отчетности (табл. 4).

На основании полученных значений определяется балльная оценка по каждому показателю в зависимости от интервала полученных значений этого показателя (табл. 5).

Таблица 4. Показатели анализа кредитоспособности заемщиков в *Transilvania Bank*

Table 4. Indicators for credit users' creditworthiness analysis in *Transilvania Bank*

Показатель	Формула расчета
Общая ликвидность (<i>Liquidity</i>)	Активы / Текущие обязательства
Платежеспособность (<i>Solvency</i>)	Капитал / Обязательства
Коэффициент рентабельности по валовой прибыли (<i>Gross Profit Margin</i>)	Валовая прибыль / Объем продаж
Норма прибыли (<i>Financial Rate of Return</i>)	Чистая прибыль / Авансируемый капитал
Уровень задолженности (<i>Degree of Indebtedness</i>)	Текущие обязательства / Сумма активов

Таблица 5. Интервальные значения показателей для определения баллов

Table 5. Interval values to define the scores

Показатель	Количество баллов			
	20	15	10	5
Общая ликвидность	>2	1,5–2	1,4–1	<1
Платежеспособность	>2	1,5–2	1,4–1	<1
Коэффициент рентабельности по валовой прибыли	>10%	9,9–5%	4,9–1%	<1
Норма прибыли	>5%	4,9–3%	2,9–1%	<1
Уровень задолженности	0–0,3	0,3–0,6	0,7–1	<1

На последнем этапе в зависимости от полученных баллов устанавливается группа заемщика, определяется категория кредита, которая служит основанием для расчета необходимой суммы залога, максимальной суммы кредита и процентной ставки по нему, и рейтинг заемщика (табл. 6).

Клиенты, которые входят в первые две группы имеют преимущество в получении кредита, особенно если они соответствуют другим условиям, определяемым кредитными стандартами коммерческого банка, например минимальной вероятно-

сти банкротства, непревышению кредитных лимитов без убедительных объяснений, если у них редкие смены руководства, один банк обслуживания и др.

Отметим, что в российских банках также применяются рейтинговые методики оценки кредитоспособности заемщика, которые кредитные организации разрабатывают самостоятельно в зависимости от проводимой политики и реализуемой стратегии развития. Проводят анализ доступной финансовой и нефинансовой информации, определяют рейтинг заемщика, согласовывают условия кредитования, а

Центральный банк устанавливает требования к обеспечению ссуд в зависимости от уровня кредитного риска¹. Выданные кредиты классифицируют на основании профессионального суждения согласно пяти критериям качества – стандартные, нестандартные, сомнительные, проблемные и безнадежные. Ссуды последних двух категорий являются обесцененными и попадают в эти категории при нарушении исполнения сроков и сумм обязательств со стороны заемщика.

дартные, сомнительные, проблемные и безнадежные. Ссуды последних двух категорий являются обесцененными и попадают в эти категории при нарушении исполнения сроков и сумм обязательств со стороны заемщика.

Таблица 6. Категории кредита в зависимости от группы заемщика и их характеристики

Table 6. Credit category determined by a credit user group and their characteristics

Группа	Количество баллов	Характеристика
А	85–100	Стандартные кредиты – кредиты, которые не влекут за собой риски, ставящие под угрозу способ управления долгом (указанный в кредитном договоре). Клиент является платежеспособным. Уровень обеспеченности по этим кредитам банка – 0%
В	70–84	Займы под наблюдением предоставляются клиентам с хорошими финансовыми результатами, которые в короткие промежутки времени могут столкнуться с трудностями при возмещении текущих банковских ставок (причитающаяся ставка и проценты). Конкретные резервы могут быть установлены банком в размере до 5% от стоимости кредита и могут быть включены в расходы
С	50–69	Нестандартные кредиты – кредиты, которые могут иметь недостатки и риски, ставящие под угрозу возмещение долга, будучи недостаточно защищены чистым капиталом. Уровень обеспеченности в этом случае составляет 20%
Д	25–49	Сомнительные кредиты – кредиты, для которых условия погашения, стоимость и существующие гарантии являются неопределенными. Уровень обеспеченности в этом случае составляет 50% от суммы кредита
Е	<24	Убыточные кредиты – кредиты, которые не могут быть возвращены банку. Уровень конкретного обеспечения в этом случае составляет 100%

Помимо рейтинговых коэффициентов моделей, при оценке кредитоспособности заемщика используют статистические прогнозные модели, которые позволяют оценить вероятность наступления банкротства потенциального заемщика. Для проведения анализа используется дискриминантная функция, учитывающая определенные параметры (коэффициенты регрессии¹), а также факторы, которые способны отразить финансовое состояние заемщика (в том числе финансовые коэффициенты). К таким моделям относят модель Э. Альтмана, Дж. Ольсона, Д. Чессера, М. Змиевского и др. Они отличаются размерами выборки, количеством коэффициентов, периодом исследования, достоверностью данных, представленных в отчетности, и т. д.

Примером оценки вероятности банкротства заемщика служит модель Д. Чессера, которая была представлена в 1974 г. и является одной из первых логи-

стических регрессионных моделей оценки финансового состояния предприятия, отвечающей требованиям универсальности и гибкости. Она до сих пор является наиболее востребованной моделью бинарного выбора из-за простоты использования и высокой прогнозной точности получаемых результатов.

Расчет итоговой оценки имеет следующий вид:

$$Z = -2,0434 - 5,24 * X_1 + 0,0053 * X_2 - 6,6507 * X_3 + 4,4009 * X_4 - 0,0791 * X_5 - 0,102 * X_6,$$

где X_1 = (Денежные средства + Быстрореализуемые ценные бумаги) / Активы;
 X_2 = Нетто-продаж / (Денежные средства + Быстрореализуемые ценные бумаги);
 X_3 = (Брутто-доходы) / (Совокупные активы);
 X_4 = Совокупная задолженность / Активы;
 X_5 = Основной капитал / Чистые активы;
 X_6 = Оборотный капитал / (Нетто-продажи).

После расчета общей оценки Z рассчитывается вероятность банкротства:

$$P = 1 / (1 + e^{-z}).$$

В зависимости от полученной оценки вероятности делается более детальный вывод о финансовом состоянии предприя-

¹ Коэффициенты регрессии рассчитываются в результате статистической обработки данных по выборке фирм, которые либо обанкротились, либо выжили в течение определенного времени.

тия на ближайшую перспективу (1–3 года). В табл. 7 представлены интервалы оценки

вероятности банкротства предприятия и характеристика его финансового состояния.

Таблица 7. Оценка вероятности банкротства предприятия

Table 7. Enterprise bankruptcy risk

Вероятность банкротства	Характеристика финансового состояния
$0,8 < P < 1$	Критическое финансовое положение
$0,6 < P < 0,8$	Платежеспособность на грани риска банкротства
$0,4 < P < 0,6$	Удовлетворительное финансовое положение
$0,2 < P < 0,4$	Кредитоспособность заемщика на хорошем уровне
$0 < P < 0,4$	Отличное финансовое положение

Полученная оценка влияет на решение банка о предоставлении кредита.

В рамках комплексных моделей все чаще стали встречаться такие методы, которые сочетают в себе количественные и качественные факторы для оценки заемщика. Так, например, многие банки США применяют метод «7C», в основе которого лежит использование семи базовых принципов кредитования – *character, capacity, capital, collateral, conditions, control*.

Характер заемщика – *Character (C)* – это репутация клиента как юридического лица. Репутация клиента складывается из работы клиента в сфере бизнеса, отклонений его экономических показателей от среднеотраслевых, его кредитной истории, также репутации его партнеров в деловом мире, репутации ведущих менеджеров с учетом профессионального опыта работы в качестве руководителей, их моральных качеств.

Финансовые возможности – *Capacity (C)* – это наличие у клиента права на подачу заявки на кредит, права ведения переговоров от имени клиента, права подписи кредитных документов, способность клиента заработать денежные средства в ходе текущей производственной деятельности.

Капитал – *Capital (C)* – при оценке капитала клиента следует обратить внимание на достаточность капитала, который оценивается на основе коэффициентов финансового левереджа и степень вложения капитала клиента в кредитную операцию.

Обеспечение – *Collateral (C)* – стоимость активов заемщика и конкретная величина источника погашения долга (залог, банковская гарантия, поручительство

третьих лиц, страхование риска невыплаты процентов и невозврат кредита).

Общие экономические условия – *Conditions (C)* – при рассмотрении условий, в которых совершается кредитная операция, следует обратить внимание на прогноз экономической ситуации в стране, регионе деятельности заемщика, отрасли кредитуемой операции, а также на учет политических факторов.

Контроль – *Control (C)* – фактор концентрируется на том, как могут изменения в законодательстве и регулировании повлиять (негативно или нет) на заемщика и соответствует ли запрос на ссуду стандартам кредитора и регулирующих органов в отношении качества кредита.

Как можно заметить, представленная система включает широкий спектр качественных показателей.

Большинство банков Великобритании используют систему *PARSER*, которая включает в себя группу показателей, оценивающих репутацию заемщика, сумму кредита и возможности его погашения, а также обеспечение заемных средств и целесообразность привлечения кредита под конкретный проект. Оценка не учитывает прогностические характеристики заемщика, а ведется только в базовых параметрах текущего времени.

Методика *CAMPARI* позволяет оценить кредитоспособность клиента в соответствии с основными принципами кредитования. Она предполагает поочередное выделение из кредитной заявки и прилагаемых финансовых документов наиболее существенных факторов, определяющих деятельность заемщика, их оценку и уточ-

нение после личной встречи с клиентом. Модель *SAMPARI* представляет 7 переменных, которые банк может использовать для оценки кредитных заявок. Название *SAMPARI* образуется из начальных букв следующих слов: *character* (репутация клиента), *ability* (способность к возврату кредита), *margin* (доходность), *purpose* (целевое назначение кредита), *amount* (размер кредита), *repayment* (условия погашения кредита), *insurance* (обеспечение, страхование риска непогашения кредита). Данная методика включает важную характеристику – репутацию заемщика.

Китайские исследователи Ч. Бай, Ш. Баофен, Л. Фен, И. Саркис [25] показали, что после кризиса в 2008 г. кредитные учреждения ужесточили свои требования к выдаче денежных средств. Так, например, сельскохозяйственный банк Китая включил в систему кредитного рейтинга для фермеров кроме оценки платежеспособности такие факторы, как жизненный статус, готовность к погашению кредита.

Основой расчета кредитоспособности является экономический анализ, который включает в себя расчет коэффициентов, характеризующих финансово-экономическое состояние предприятия, и нефинансовый анализ, основанный на использовании различных характеристик клиента – уровня менеджмента, надежности деловых партнеров, конкурентной среды, опыта работы на рынке, состава акционеров и др.

В трудах российских ученых подчеркивается, что рейтинговая оценка кредитоспособности заемщика становится не объективной, если не включает показатели, позволяющие прогнозировать финансовое состояние заемщика на весь планируемый период кредитования еще на стадии принятия кредитного решения [26].

Классификация заемщиков основана на анализе финансовых показателей предприятий в соответствии с оценкой, полученной в отношении количественных критериев (финансовых) и не поддающихся количественной оценке критериев (нефинансовых). Нефинансовый анализ основан на следующих критериях: качество управления, качество организации, вид деятель-

ности, положение фирм в отрасли, стратегия развития и перспективы подразделения.

Таким образом, подходы к анализу кредитоспособности, основанные на применении методов стратегического анализа, должны быть гибкими и комплексными. Недостаточная проработанность методики анализа кредитоспособности предприятия снижает качество информации для заинтересованных пользователей, точность экономического анализа и, как следствие, может привести к неверным управленческим решениям, принимаемым на его основе.

Для анализа кредитоспособности компаний различных отраслей применение общей методики и стандартных подходов не обеспечивает достоверной оценки финансового состояния компании и не отражает перспективы ее развития. Необходим расчет дополнительных финансовых и нефинансовых показателей, учитывающих отраслевую специфику, поскольку каждую отрасль отличают определенные особенности (характер производимого продукта, длительность производственного цикла и другие особенности), оказывающие воздействие на денежные потоки, формирование затрат, оборачиваемость капитала. В формировании объективной предиктивной оценки кредитоспособности могут помочь такие характеристики, как бизнес-модель, инновационный потенциал, независимость от внешних источников финансирования, человеческий капитал (квалификация сотрудников, характеристики, связанные с образованием, опытом и навыками руководителя), экономические условия ведения деятельности предприятий.

Перспективы развития методов стратегического учета в банковской деятельности в России

Ориентиром развития банковского сектора является широкое использование инновационных цифровых и финансовых технологий (см., например, работы российских и зарубежных ученых Ю.Г. Швецова [27], А. Журас [28], Ж. Папулова [29], И.Д.- Котлярова [30], Д. Колаатто, М. Соуза, А. Наскименто, Д. Ласерда [31], А.М. Карминский, Э. Хромова [32]).

Современные индикаторы, которые использует Банк России для мониторинга банковской деятельности, делают акцент на достаточности капитала и способности управлять рисками, но не в полной мере отражают происходящие изменения (не учитывают инновационный потенциал банка, человеческий капитал, факторы внешней среды и другие показатели), которые во многом будут определять дальнейшее устойчивое развитие банка.

Главная причина неприменения передовых зарубежных методик анализа в деятельности отечественных банков связана с отсутствием практики их использования, несмотря на происходящие процессы глобализации.

Проблемы адаптации зарубежных подходов к оценке надежности банков в российскую практику затрудняются ограниченными и агрегированными данными, представленными в финансовой отчетности, они усугубляются отсутствием публичной информации о рейтингах корпоративного управления и репутации банков (что широко распространено за рубежом).

Проблемы оценки соответствия уровня развития банка разработанной стратегии заключаются в недостаточности индикаторов, позволяющих объективнее оценить финансовое состояние и получать уточненные выводы.

Проблемы оценки кредитоспособности связаны с неразвитостью подходов к оценке кредитоспособности заемщиков с учетом их отраслевой принадлежности и отсутствием показателей, позволяющих проводить прогнозный анализ. Не применяется в моделях и динамический анализ, позволяющий оценивать темпы изменения показателей активов, обязательств и капитала, методы планирования платежеспособности фактически повторяют ретроспективный финансовый анализ.

Перспективы развития методов стратегического учета в деятельности организаций российского банковского сектора включают:

- увеличение числа релевантных показателей (количественных, качественных, финансовых, нефинансовых);

- анализ экономических, налоговых, политических факторов и условий внешней среды;

- возможность получения внешней финансовой поддержки в критических ситуациях;

- повышение достоверности показателей отчетности;

- учет влияния человеческого капитала и других характеристик, связанных с образованием и навыками руководящего персонала и рядовых сотрудников;

- расширение временного горизонта планирования;

- разработку новых параметров моделирования финансового состояния банков и заемщиков.

Основные направления развития методов стратегического учета, касающихся оценки надежности банков, их стратегий и кредитоспособности заемщиков, обобщены в табл. 8.

Так, коэффициент клиентской базы свидетельствует о качестве привлекаемых ресурсов. Его невысокое значение может свидетельствовать о том, что банк в качестве привлеченных средств использует не средства клиентов, а привлеченные средства на межбанковском рынке; коэффициент стабильности ресурсной базы показывает долю обязательств, которую можно покрыть средствами, находящимися на корреспондентских счетах, коэффициент независимости от внешних источников финансирования описывает степень зависимости от внешних источников финансирования, коэффициент инновационного потенциала дает информацию о сумме инвестиций в инновационные продукты и результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для обеспечения деятельности в новом цифровом укладе экономики; уровень заработной платы, доход (прибыль) на 1 человека свидетельствует о качестве интеллектуального человеческого капитала. Следует оценить наличие и качество системы дистанционного банковского обслуживания, а также количество предоставляемых через нее услуг – оно должно стремиться к 100%.

Таблица 8. Направления развития методов стратегического учета в деятельности российских банков

Table 8. Development areas for strategic accounting in the Russian banks

Методы стратегического учета	Направления развития
Методы оценки надежности банков	<ul style="list-style-type: none"> – Адаптация методов к небанковским кредитным организациям, фондам, страховым компаниям и другим финансовым организациям; – использование новых форматов отчетности, позволяющих анализировать значительное количество показателей; – разработка новых индикаторов, повышающих достоверность оценки
Методы оценки стратегического развития	<ul style="list-style-type: none"> – Комплексное применение известных методов стратегического учета; – поиск новых релевантных показателей оценки финансового состояния и его будущих изменений, например: коэффициент клиентской базы, коэффициент стабильности ресурсной базы, коэффициент независимости от внешних источников финансирования, коэффициент инновационного потенциала, уровень лояльности клиентов, уровень заработной платы, доход (прибыль) на сотрудника, удельный вес социально ориентированных продуктов, наличие системы дистанционного банковского обслуживания и количество предоставляемых через нее услуг и др.
Методы оценки кредитоспособности заемщиков	<ul style="list-style-type: none"> – Развитие методик раннего диагностирования банкротства; – разработка отраслевых методик оценки кредитоспособности; – использование доступной информации из интернет-ресурсов; – оценка репутации заемщика; – разработка методик предикативного анализа

Один из стратегических проектов Центрального банка России – переход на электронный формат обработки и сбора отчетных данных на базе спецификации *XBRL*¹.

Мировая практика свидетельствует, что внедрение формата *XBRL* позволит достигнуть следующих результатов:

- исключение любых математических ошибок;
- ускорение, удешевление и улучшение обмена информацией;
- представление данных в одном стандартизированном формате всем заинтересованным сторонам;
- сокращение времени для подготовки данных на 96% и проведения анализа;
- устранение избыточности и дублирования отчетных данных путем построения единой системы сбора и обработки отчетности на основе МСФО;
- автоматическое раскрытие необходимой информации [33].

¹ *XBRL* – международный формат раскрытия деловой отчетности, основанный на расширяемом языке разметки *XML*, задачей которого является регламентация обмена финансовой информацией (финансовыми счетами).

Внедрение цифровых технологий позволяет путем введения новых параметров анализировать более широкий спектр показателей, повышать точность расчетов и объективность оценок без увеличения времени проведения анализа тем более, что новый формат банковской отчетности (*XBRL*) позволяет формировать любые показатели в автоматическом режиме.

В целях проведения дополнительного контроля состояния заемщика предлагаем воспользоваться возможностями использования информации, представленной в интернет-ресурсах через дополнительные сервисы, такие как Контур-Фокус, СБИС, ГИР БО и др. Они позволяют отследить, имеется ли у экономических субъектов налоговая задолженность, не перешла ли компания в стадию наблюдения или банкротства. Если есть информация о бухгалтерской отчетности контрагента, можно провести тестирование на предмет возможности банкротства с использованием модели Альтмана, с учетом, однако, таких фактов, что для восстановления платежеспособности компания может получить финансирование из внешних источников или, наоборот, несмотря на

обнадеживающий результат, принять решение о преднамеренном банкротстве.

Повышению информативности анализа кредитоспособности будет способствовать его проведение на основе отчетности, составленной по МСФО, поскольку статьи такой отчетности пересматриваются с учетом справедливой стоимости на дату ее составления и рассчитанные показатели максимально приближены к действительности. Методика оценки кредитоспособности заемщика должна учитывать воздействие факторов внешней среды.

Для оценки внешней среды деятельности банков инвесторами, от чьих решений во многом зависят притоки финансового капитала, следует определить участие банков в деятельности по *CSR* (корпоративной социальной ответственности), а также применение формата *ESG* (*Ecology, Social, Governance*) отчетности.

Заключение

Методы стратегического учета широко используются в банковской практике при оценке надежности банков со стороны надзорных органов и рейтинговых агентств, в процессе мониторинга текущего развития выработанной стратегии деятельности, при осуществлении кредитных операций.

В условиях цифровизации бизнес-процессов деятельности банка и нестабильности внешней среды необходимо использовать своевременную и адекватную прогнозную макро- и микроэкономическую информацию о влиянии новых эндогенных и экзогенных факторов, которые будут учитывать:

- бизнес-модель деятельности банка, оказывающую влияние на денежные потоки;
- воздействие факторов внешней среды, изучение которых позволит понимать, изучать и прогнозировать их влияние на развитие организации;
- обработку огромных баз данных и расчет большого числа показателей, что становится возможным с развитием цифровых технологий;

- измерение качественных показателей деятельности и возможность разработки новых показателей оценки эффективности деятельности, повышающих качество выводов и реализации практических рекомендаций по развитию методов стратегического анализа с опорой на международную практику и взаимодействие в научной среде;

- измерение нефинансовых показателей, характеризующих экологическую и социальную политику;

- сокращение времени обработки информации и процесса принятия решений в условиях совершенствования цифровых технологий.

В целях совершенствования оценки стратегического потенциала развития банка и повышения надежности оценок при принятии управленческих решений предложено расширить систему показателей оценки финансового состояния и надежности банков, включив в нее коэффициенты инновационного потенциала, клиентской базы, стабильности ресурсной базы, лояльности клиентов, независимости от внешних источников финансирования, удельный вес социально ориентированных продуктов и др. Определено, что увеличение количества показателей не усложнит процессы расчета, поскольку будет реализовано в цифровой среде на основе применения технологий автоматизации бизнес-процессов.

Результаты исследования представляют интерес для широкого круга специалистов, интересующихся развитием методического инструментария стратегического учета в банках.

Перспективы исследований связаны с необходимостью решения проблемы обеспечения достоверности и однородности информации, используемой при составлении рейтингов банков, а также с разработкой специализированных программ и приложений, позволяющих внешним пользователям проводить сравнительный анализ надежности банков, а менеджменту банка осуществлять мониторинг деятельности и корректировать стратегию развития.

Список литературы

1. *Simmonds K.* Strategic management accounting. *Management Accounting // Journal of the Institute of Cost and Management Accountants.* 1981. № 59. P. 26–30.
2. *Bromwich M.* The case for strategic management accounting: The role of accounting information for strategy in competitive markets // *Accounting, Organizations and Society.* 1990. Vol. 15 (1-2). P. 27–46. doi: 10.1016/0361-3682(90)90011-I.
3. *Богуславская С.Б.* Системное стратегическое управление компанией подходы и этапы постановки. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2011. 170 с.
4. *Лаврушин О.И.* Современные тренды и проблемы развития банковского сектора России // *Научные труды вольного экономического общества России.* 2019. Т. 218, № 4. С. 227–235.
5. *Поморина М.А.* Концепция стратегического финансового менеджмента банка. Система адаптивного управления банком. М.: Palmarium Academic Publishing, 2014. 540 с.
6. *Клаас Я.А.* Определение финансовой устойчивости региональных банков по средствам действующих методик оценки // *Финансы и бизнес.* 2014. № 3. С. 49–60.
7. *Badrul M., Binti M., Bustam A.* CAMEL ratio on profitability banking performance (Malaysia versus Indonesia) // *International Journal of Management, Innovation and Entrepreneurial Research.* 2017. Vol. 3(1). P. 30–39. doi: 10.18510/ijmier.2017.314.
8. *Legaspi J.L.R.* Practical implications of management accounting information: A Personal journey // *International Journal of Economics and Business Administration.* 2019. Vol. 7, Iss. 4. P. 136–148.
9. *Babar H.Z., Zeb G.* CAMELS rating system for banking industry in Pakistan: Does CAMELS system provide similar rating as PACRA system in assessing the performance of banks in Pakistan? 2011. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:448378/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения: 20.04.2020).
10. *Cotes J., Ugarte S.M.* A systematic and strategic approach for training needs analysis for the International Bank // *Journal of Business Research.* 2019. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.05.002.
11. *Sahajwala R., Bergh P.V.* Supervisory risk assessment and early warning systems. Basel Committee on banking supervision working papers. Bank for international settlements, Basel, Switzerland. 2000. № 4. 59 p. URL: https://www.bis.org/publ/bcbs_wp4.pdf (дата обращения: 20.04.2020).
12. *Вишняков И.В.* Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности: автореф. дисс. ... д-ра экон. наук: 08.00.13. М.: Центральный экономико-математический институт РАН, 2002. 41 с.
13. *Городилов М.А., Котова К.Ю.* Оценка банковской деятельности заинтересованными пользователями на основе многоуровневой системы сбалансированных показателей // *Вестник Самарского государственного экономического университета.* 2018. № 1 (159). С. 60–72.
14. *Котова К.Ю.* Классификация банковских инноваций в цифровой экономике и оценка инновационного потенциала российских банков // *Финансы и кредит.* 2019. Т. 25, № 9 (789). С. 2022–2039.
15. *Мельникова Е.Е., Котова К.Ю.* О современных методах управленческого анализа // *Развитие учетно-аналитической и контрольной системы в условиях глобализации экономических процессов: сб. науч. ст. / под общ. ред. Т.Г. Шешуковой.* Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. С. 13–21.
16. *Шешукова Т.Г.* Учетно-аналитические и контрольные проблемы управления производственными и финансовыми ресурсами предприятия в условиях глобализации экономических процессов // *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика.* 2016. № 2(29). С. 7–31. doi: 10.17072/1994-9960-2016-2-7-31.
17. *Прудский В.Г., Магданов П.В.* Концепция стратегического анализа // *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика.* 2009. № 1 (1). С. 51–61.
18. *Werns J.* Bank management and control. Strategy, capital and risk management. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg Publ., 2014. 120 p. doi: 10.1007/978-3-642-40374-3.
19. *Rose P.S., Hudgins S.* Bank management and financial services. McGraw-Hill Education Publ., 2013. 768 p.
20. *Bessis J.* Risk management in banking. 3rd ed. John Wiley & Sons Publ., 2002. 789 p.
21. *Alabdullah T.T.Y.* Management accounting and service companies' performance: Research in emerging economies // *Australasian Accounting, Business and Finance Journal.* 2019. Vol. 13(4). P. 100–118. doi: 10.14453/aabfj.v13i4.8.

22. *Rashidi K., Stadelmann M., Patt A.* Creditworthiness and climate: Identifying a hidden financial co-benefit of municipal climate adaptation and mitigation policies // *Energy Research and Social Science*. 2019. Vol. 48. P. 131–138. doi: 10.1016/j.erss.2018.09.021.
23. *Егоршин А.П., Гуськова И.В., Серебровская Н.Е., Мариго В.В.* Управление креативным персоналом как важнейшее направление развития предпринимательства // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019. № 5-1. С. 66–73.
24. *Pop A.* Creditworthiness analysis of Transilvania Bank customers. Babes-Bolyai University, 2012. 101 p. URL: https://www.academia.edu/9467161/Creditworthiness_analysis_of_Transilvania_Bank_customers (дата обращения: 26.04.2020).
25. *Bai C., Shi B., Liu F., Sarkis J.* Banking credit worthiness: Evaluating the complex relationships // *Omega*. 2019. Vol. 83(C). P. 26–38. doi: 10.1016/j.omega.2018.02.001.
26. *Ендовицкий Д.А., Фролов И.В., Ширококов В.Г., Беленов О.Н., Купрюшина О.М.* Предрейтинговый анализ кредитоспособности заемщика: организация и методика обеспечения / под ред. Д.А. Ендовицкого. М.: Проспект, 2018. 200 с.
27. *Швецов Ю.Г.* Генезис цифрового банка // *Вестник НГЭУ*. 2020. № 1. С. 76–90. doi: 10.34020/2073-6495-2020-1-076-090.
28. *Juras A.* Strategic management accounting – what is the current state of the concept? // *Economy Transdisciplinarity Cognition*. 2014. Vol. 17 (2). P. 76–83.
29. *Papulova Z., Gazova A.* Role of strategic analysis in strategic decision-making // *Procedia Economics and Finance*. 2016. Vol. 39. P. 571–579. doi: 10.1016/S2212-5671(16)30301-X.
30. *Котляров И.Д.* Типовые бизнес-стратегии участников финансового рынка в условиях финансово-технологической революции // *ЭКО*. 2019. № 2. С. 135–150.
31. *Collatto D., Souza M., Nascimento A., Lacerda D.* Interactions, convergences and interrelationships between lean accounting and strategic cost management: A study in the lean production context // *Gestão and Produção*. 2016. Vol. 23. P. 815–827. doi: 10.1590/0104-530x1279-15.
32. *Karminsky A., Khromova E.* Increase of banks' credit risks forecasting power by the usage of the set of alternative models // *Russian Journal of Economics*. 2018. Vol. 4(2). P. 155–174. doi: 10.3897/j.ruje.4.27737.
33. *Низков А.* XBRL: современный язык финансовой отчетности // *МСФО на практике*. 2017. № 12. С. 17–20.

Статья поступила в редакцию 09.05.2020, принята к печати 16.09.2020

Сведения об авторах

Котова Ксения Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры учета, аудита и экономического анализа, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: k.kotova@bk.ru).

Лантева Анастасия Алексеевна – аспирант кафедры учета, аудита и экономического анализа, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: nastenkalapteva@yandex.ru).

References

1. Simmonds K. Strategic management accounting. Management Accounting. *Journal of the Institute of Cost and Management Accountants*, 1981, no. 59, pp. 26–30.
2. Bromwich M. The case for strategic management accounting: The role of accounting information for strategy in competitive markets. *Accounting, Organizations and Society*, 1990, vol. 15 (1-2), pp. 27–46. doi: 10.1016/0361-3682(90)90011-I.
3. Boguslavskaya S.B. *Sistemnoe strategicheskoe upravlenie kompaniei: podkhody i etapy postanovki* [System-based strategic management of an enterprise: Approaches and stages]. Saint Petersburg, Izd-vo Politekh. un-ta Publ., 2011. 170 p. (In Russian).
4. Lavrushin O.I. Sovremennye trendy i problemy razvitiya bankovskogo sektora Rossii [Modern trends and problems of development of the Russian banking sector]. *Nauchnye trudy vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of VEO of Russia], 2019, vol. 218, no. 4, pp. 227–235. (In Russian).

5. Pomorina M.A. *Kontsepsiya strategicheskogo finansovogo menedzhmenta banka. Sistema adaptivnogo upravleniya bankom* [Bank's strategic financial management concept. Bank's adaptive management system]. Moscow, Palmarium Academic Publishing, 2014. 540 p. (In Russian).
6. Klaas Ya.A. *Opređenje finansovoi ustoychivosti regional'nykh bankov po sredstvam deystvuyushchikh metodik otsenki* [Determination of regional banks financial stability by evaluation procedures]. *Finansy i biznes* [Finance and Business], 2014, no. 3, pp. 49–60. (In Russian).
7. Badrul M., Binti M., Bustamam A. CAMEL ratio on profitability banking performance (Malaysia versus Indonesia). *International Journal of Management, Innovation and Entrepreneurial Research*, 2017, vol. 3(1), pp. 30–39. doi: 10.18510/ijmier.2017.314.
8. Legaspi J.L.R. Practical implications of management accounting information: A Personal journey. *International Journal of Economics and Business Administration*, 2019, vol. 7, iss. 4, pp. 136–148.
9. Babar H.Z., Zeb G. *CAMELS rating system for banking industry in Pakistan: Does CAMELS system provide similar rating as PACRA system in assessing the performance of banks in Pakistan?* 2011. Available at: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:448378/FULLTEXT01.pdf> (accessed 20.04.2020).
10. Cotes J., Ugarte S.M. A systematic and strategic approach for training needs analysis for the International Bank. *Journal of Business Research*, 2019. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.05.002.
11. Sahajwala R., Bergh P.V. *Supervisory risk assessment and early warning systems*. Basel Committee on banking supervision working papers. Bank for international settlements, Basel, Switzerland, 2000, no. 4. 59 p. Available at: https://www.bis.org/publ/bcbs_wp4.pdf (accessed 20.04.2020).
12. Vishnyakov I.V. *Modeli i metody otsenki kommercheskikh bankov v usloviyakh neopredelennosti*. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk [Assessment models and methods for commercial banks in the conditions of uncertainty. Dr. econ, sci. author. diss.]. Moscow, Tsentral'nyi ekonomiko-matematicheskii institut RAN Publ., 2002. 41 p. (In Russian).
13. Gorodilov M.A., Kotova K.Yu. *Otsenka bankovskoi deyatel'nosti zainteresovannymi pol'zovatelyami na osnove mnogourovnevoi sistemy sbalansirovannykh pokazatelei* [Evaluation of banking activities by interested users on the basis balanced indicators in the multi-level system]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Samara State University of Economics], 2018, no. 1 (159), pp. 60–72. (In Russian).
14. Kotova K.Yu. *Klassifikatsiya bankovskikh innovatsii v tsifrovoi ekonomike i otsenka innovatsionnogo potentsiala rossiiskikh bankov* [A classification of banking innovation in the digital economy and the assessment of the innovative potential of Russian banks]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], 2019, vol. 25, no. 9 (789), pp. 2022–2039. (In Russian).
15. Mel'nikova E.E., Kotova K.Yu. *O sovremennykh metodakh upravlencheskogo analiza* [On modern management analysis methods]. *Razvitie uchetho-analiticheskoi i kontrol'noi sistemy v usloviyakh globalizatsii ekonomicheskikh protsessov: sb. nauch. st. / pod obshch. red. T.G. Sheshukovoi* [Development of accounting, analytic and control system in the context of globalization of economic processes: Collection of papers. Ed. by T.G. Sheshukova]. Perm, Perm State University Publ., 2016, pp. 13–21. (In Russian).
16. Sheshukova T.G. *Uchetno-analiticheskie i kontrol'nye problemy upravleniya proizvodstvennymi i finansovymi resursami predpriyatiya v usloviyakh globalizatsii ekonomicheskikh protsessov* [Problems of accounting, analysis and control in managing and enterprise's production and financial resources in the context of economic processes globalization]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2016, no. 2 (29), pp. 7–31. (In Russian). doi: 10.17072/1994-9960-2016-2-7-31.
17. Prudskii V.G., Magdanov P.V. *Kontsepsiya strategicheskogo analiza* [Strategic analysis theory]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Perm University Herald. Economy], 2009, no. 1 (1), pp. 51–61. (In Russian).
18. Werns J. *Bank management and control. Strategy, capital and risk management*. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Publ., 2014. 120 p. doi: 10.1007/978-3-642-40374-3.
19. Rose P.S., Hudgins S. *Bank management and financial services*. McGraw-Hill Education Publ., 2013. 768 p.
20. Bessis J. *Risk management in banking*. 3rd ed, John Wiley & Sons Publ., 2002. 789 p.
21. Alabdullah T.T.Y. Management accounting and service companies' performance: Research in emerging economies. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 2019, vol. 13 (4), pp. 100–118. doi: 10.14453/aabfj.v13i4.8.

22. Rashidi K., Stadelmann M., Patt A. Creditworthiness and climate: Identifying a hidden financial co-benefit of municipal climate adaptation and mitigation policies. *Energy Research and Social Science*, 2019, vol. 48, pp. 131–138. doi: 10.1016/j.erss.2018.09.021.
23. Egorshin A.P., Gus'kova I.V., Serebrovskaya N.E., Mariko V.V. Upravlenie kreativnym personalom kak vazhneishee napravlenie razvitiya predprinimatel'stva [Management of creative personnel as the crucial area in entrepreneurship development]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of Altai Academy of Economics and Law], 2019, no. 5-1, pp. 66–73. (In Russian).
24. Pop A. *Creditworthiness analysis of Transilvania Bank customers*. Babes-Bolyai University, 2012. 101 p. Available at: https://www.academia.edu/9467161/Creditworthiness_analysis_of_Transilvania_Bank_customers (accessed 26.04.2020).
25. Bai C., Shi B., Liu F., Sarkis J. Banking credit worthiness: Evaluating the complex relationships. *Omega*, 2019, vol. 83 (C), pp. 26–38. doi: 10.1016/j.omega.2018.02.001.
26. Endovitskii D.A., Frolov I.V., Shirobokov V.G., Belenov O.N., Kupryushina O.M. *Predreitovyy analiz kreditosposobnosti zaemshchika: organizatsiya i metodika obespecheniya* / pod red. D.A. Endovitskogo [Pre-rating analysis of creditworthiness of a credit user: Organization and provision methodology. Ed. by D.A. Endovitskii]. Moscow, Prospekt Publ., 2018. 200 p. (In Russian).
27. Shvetsov Yu.G. Genesis tsifrovogo banka [Genesis of the digital bank]. *Vestnik NGEU* [Vestnik NSUEM], 2020, no. 1, pp. 76–90. (In Russian). doi: 10.34020/2073-6495-2020-1-076-090.
28. Juras A. Strategic management accounting – What is the current state of the concept? *Economy Transdisciplinarity Cognition*, 2014, vol. 17 (2), pp. 76–83.
29. Papulova Z., Gazova A. Role of strategic analysis in strategic decision-making. *Procedia Economics and Finance*, 2016, vol. 39, pp. 571–579. doi: 10.1016/S2212-5671(16)30301-X.
30. Kotlyarov I.D. Tipovye biznes-strategii uchastnikov finansovogo rynka v usloviyakh finansovotekhnologicheskoi revolyutsii [Typical business strategies of players of the financial market under Fintech revolution]. *EKO* [ECO], 2019, no. 2, pp. 135–150. (In Russian).
31. Collatto D., Souza M., Nascimento A., Lacerda D. Interactions, convergences and interrelationships between lean accounting and strategic cost management: A study in the lean production context. *Gestão and Produção*, 2016, vol. 23, pp. 815–827. doi: 10.1590/0104-530x1279-15.
32. Karminsky A., Khromova E. Increase of banks' credit risks forecasting power by the usage of the set of alternative models. *Russian Journal of Economics*, 2018, vol. 4 (2), pp. 155–174. doi: 10.3897/j.ruje.4.27737.
33. Nizkov A. XBRL: Sovremennyy yazyk finansovoi otchetnosti [XBRL: Modern language of financial reporting]. *MSFO na praktike* [Practical MFSO], 2017, no. 12, pp. 17–20. (In Russian).

Received May 09, 2020; accepted September 16, 2020

Information about the Authors

Kotova Xenia Yurievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Accounting, Audit and Economic Analysis, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: k.kotova@bk.ru).

Lapteva Anastasiya Alekseevna – Postgraduate Student at the Department of Accounting, Audit and Economic Analysis, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: nastenkalapteva@yandex.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Котова К.Ю., Лантева А.А. Мировой опыт и перспективы применения методов стратегического учета в деятельности российских банков // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 423–444. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-423-444

Please cite this article in English as:

Kotova X.Yu., Lapteva A.A. Global practices and prospects of strategic accounting methods for the Russian banks. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 423–444. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-423-444

doi 10.17072/1994-9960-2020-3-445-457

УДК 336.77

ББК 65.262.2

JEL Code E47, G21

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ ОЖИДАЕМЫХ КРЕДИТНЫХ УБЫТКОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ КРЕДИТНОГО РИСКА В КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО И РОССИЙСКОГО ОПЫТА

Елена Владимировна Травкина

ORCID ID: [0000-0002-0061-3427](https://orcid.org/0000-0002-0061-3427), Researcher ID: [AAU-7554-2020](https://orcid.org/AAU-7554-2020), e-mail: EVTravkina@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
(Россия, 125993 (ГСП-3), г. Москва, Ленинградский проспект, 49)

В современных условиях функционирования банковской системы актуализируются вопросы, возникающие в связи с трансформацией прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков при проведении мониторинга и оценки кредитного риска в коммерческих банках, связанной с их переходом на стандарт IFRS 9 «Финансовые инструменты». В этой связи значимость приобретает комплексная систематизация существующей российской и мировой практики реализации мониторинга и оценки кредитного риска в коммерческих банках. Целью исследования является разработка комплексного подхода к использованию эффективной модели обесценения ожидаемых убытков в банковской деятельности. Новизна исследования заключается в совершенствовании инструментария прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка для повышения эффективности управления кредитным риском. На основании анализа результатов внедрения в банковскую сферу стандарта IFRS 9 «Финансовые инструменты» сделан вывод о том, что в современных условиях сохраняется неопределенность в отношении долгосрочного влияния кредитного риска на деятельность коммерческих банков, а также имеются значительные сложности при использовании большого объема дополнительной информации, что создает трудности в расчете будущих кредитных убытков банков. Обосновано, что использование модели прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков клиентов при мониторинге и оценке кредитного риска в банке должно осуществляться на коллективной или индивидуальной основе. Раскрыто содержание процесса эффективного применения модели обесценения ожидаемых убытков в банковской деятельности как базового инструмента для моделирования ожидаемых кредитных убытков с целью формирования резервов под обесценение. Показано, что данная модель будет основана на специфике кредитной деятельности и портфеля банка, типов его финансовых инструментов, источников доступной информации, а также используемых ИТ-систем. Предложенный алгоритм валидации модели ожидаемого убытка обесценения позволит снизить ожидаемые кредитные убытки, сократить объем формируемых оценочных резервов, а также повысить эффективность работы коммерческого банка в целом. Теоретическая значимость исследования состоит в развитии положений риск-менеджмента кредитных убытков с учетом трансформационных явлений в мировой и российской банковской практике. Практическая значимость исследования определяется возможностями создания эффективной модели прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка, которая будет способствовать повышению рентабельности кредитной деятельности банков. Перспективным направлением будущих исследований является разработка инструментария оценки результатов кредитной деятельности коммерческих банков с учетом принятых нововведений, связанных с внедрением стандарта IFRS 9 «Финансовые инструменты» в российском банковском секторе.

Ключевые слова: ожидаемые кредитные убытки, кредитный риск, управление кредитным риском, анализ кредитного риска, дефолт, банковский заемщик, коммерческий банк, банковский мониторинг, финансовая устойчивость, бизнес-модель банка.



IMPROVED FORECAST ASSESSMENT FOR THE EXPECTED CREDIT LOSSES IN CREDIT RISK MONITORING IN COMMERCIAL BANKS IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL AND RUSSIAN PRACTICES

Elena V. Travkina

ORCID ID: [0000-0002-0061-3427](https://orcid.org/0000-0002-0061-3427), Researcher ID: [AAU-7554-2020](https://orcid.org/AAU-7554-2020), e-mail: EVTravkina@fa.ru

Financial University under the Government of the Russian Federation
(49, Leningradsky Prospekt, Moscow, 125993 (GSP-3), Russia)

Current banking sector's performance raises the issues connected with the IFRS 9 Financial Instruments driven transformation of the forecast assessment for the expected credit losses during monitoring and credit risk assessment in commercial banks. In this regard, it becomes important to conduct a comprehensive systematization of the existing Russian and international practices for monitoring and evaluating credit risk in commercial banks. The purpose of the study is to develop a comprehensive approach to the use of an effective model for the impairment of expected losses in banking activities. The novelty of the study includes the enhancement of the tools for the forecast assessment of the expected credit losses among the commercial banks' clients to improve the credit risk management efficiency. The results from the implementation of IFRS 9 Financial Instruments in the banking area show that modern conditions maintain the uncertainty of the long-term impact of the credit risk on the commercial banks' performance. What is more, a huge amount of additional information gives significant difficulties, which contributes into the sophisticated calculations of the future credit losses of the banks. It has been justified that a forecast assessment model for the expected credit losses of the clients during the monitoring and bank's credit risk assessment should be based on the collective or individual ground. The efficient application of the expected losses impairment in the banking performance has been described as a fundamental tool to simulate the expected credit losses to provision for impairment. This model has been shown to be determined by the features of the credit activities and bank portfolio, types of its financial tools, sources of the available information, as well as the applied IT systems. The proposed model validation algorithm for the expected impairment losses could reduce the expected credit losses, decrease the volume of the created assessed reserves, as well as improve the overall commercial bank performance efficiency. Theoretically, the study develops the credit losses risk management in the context of the transformations in the global and Russian banking practices. From the perspective of the practical value, the research gives an opportunity to create an efficient forecast assessment model for the expected credit losses of the commercial banks' clients, this model contributing into the cost effectiveness of the bank's credit activities. A promising further research is considered to be aimed at developing the tools for the assessment of the commercial banks' credit activity results in the context of the adopted changes connected with the introduction of IFRS 9 Financial Instruments in the Russian banking sector.

Keywords: expected credit losses, credit risk, credit risk management, credit risk analysis, default, bank borrower, commercial bank, bank monitoring, financial stability, bank business model.

Введение

Исследование факторов, которые приводят к банкротству банков, при оценке и мониторинге их финансовой устойчивости сфокусированы на негативном изменении показателей балансов банков (Y. Demyanyuk, I. Hasan [1] и D. Mayes, H. Stremmel [2]). Как следует из научных работ, высокий уровень достаточности капитала, доходности, ликвидности и качества активов имеют отрицательную связь с банкротством. Однако результаты анализа источников кризиса 1930-х гг. и глобального кризиса 2007–2009 гг. показали, что существуют другие

угрозы, которые могут привести к банкротству банков (B.S. Bernanke [3]; M. Schularick, A. Taylor [4]; G. Dell'Ariccia [5]; R.G. Rajan [6]). Это образование пузырей, систематическая недооценка и позднее выявление банковских рисков, повышение хрупкости банковской системы.

Несмотря на выявленные различия источников банковских кризисов – валютные кризисы (G. Kaminsky, C. Reinhart [7]; I. Domac, M.S. Martinez-Peria [8]), страхование депозитов (A. Demirgüç-Kunt, E. Feyen, R. Levine [9]), а также уровень динамики развития кредитного рынка (M. Schularick, A. Taylor [4]) – прослеживается общий вы-

вод исследователей о том, что главным источником возникновения системных банковских кризисов в будущем выступает текущая динамика кредитов частному и реальному сектору. Это представляет собой так называемый взгляд со стороны кредитов на источники инициирования финансовой нестабильности, которые являются, по мнению Й. Шумпетера, «безрассудным кредитованием» (*reckless lending*)¹.

Глобальное реформирование мировой финансовой и банковской системы, которое наблюдается в современных условиях, имеет своей целью повышение устойчивости. Как показано в работах [18–22], особая роль в данном направлении отведена повышению качества проводимой банками оценки и мониторинга банковских рисков. Именно банковские риски являются одним из основополагающих факторов определения финансовой устойчивости банковского сектора. В этой части следует выделить исследования [23; 24], в которых делается вывод о том, что очень важным в деятельности банков при оценке и мониторинге их финансовой устойчивости является качественная диагностика рисков в их деятельности, в особенности кредитного риска, так как основой деятельности кредитных организаций является кредитование.

В связи с вышесказанным целью настоящего исследования является разработка комплексного подхода к использованию модели обесценения ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка для повышения эффективности управления кредитным риском. В качестве объекта исследования в настоящей статье была выбрана современная прогнозная оценка ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка при мониторинге и оценке кредитного риска. Предмет исследования – экономические отношения, которые формируются при проведении мониторинга и оценки кредитного риска заемщика в коммерческих банках.

Причины, содержание, новации и результаты внедрения IFRS 9 «Финансовые инструменты» в практике деятельности коммерческих банков

На мировом финансовом рынке оценку и мониторинг банковских рисков осуществляет *Financial Stability Board*, в который входят страны G20; международные финансовые институты (*BIS, IMF, OECD, Всемирный банк*); международные институты, устанавливающие стандарты, и другие организации (*BCBS, CGFS, CPMI, IAIS, IASB, IOSCO*).

Financial Stability Board в 2014 г. выпустил версию IFRS 9 «Финансовые инструменты», заменяющую IAS 39 «Финансовые инструменты: признание и оценка». Новый стандарт содержит следующие измененные требования:

1. Признание и оценка активов: выделяются определенные категории (по амортизированной стоимости (AC), по справедливой стоимости с отражением ее изменений в составе прочего совокупного подхода (*FVOCI*), а также с отражением ее в составе прибыли или убытка (*FVTPL*). Основа современной классификации активов базируется на бизнес-модели, которая используется для управления финансовыми активами при анализе потока денежных активов, отраженных в кредитном договоре.

2. Учет обесценения и прекращения признания финансовых инструментов: осуществляется на основе модели понесенных убытков, при этом применяется двойной подход оценки: ожидаемые убытки в пределах 12 месяцев – 1 этап – и на протяжении всего действия финансового актива – 2 и 3 этапы (рис. 1).

3. Использование такого инструмента, как хеджирование (способствует повышению эффективности управления активами).

По результатам проведенного компанией ЕУ четвертого исследования вопро-

¹ *Credit view*, см. В. Bernanke [3], J.A. Schumpeter [10] и др. [11–17].

сов обесценения согласно *IFRS 9* для банковского сектора¹ на основе данных по 20 ведущим банкам мирового уровня, можно выделить следующие результаты данного внедрения:

- влияние на резервы под обесценение не такое значительное, как ожидалось;
- при использовании нескольких сценариев для активов имеет место проявление конвергенции;
- происходит кристаллизация самых эффективных практик в разрезе проведения стресс-тестирования;
- сохраняется неопределенность в отношении долгосрочного влияния кре-

дитного риска на развитие банковского сектора;

- программы внесения изменений растянулись на более длительный период, чем предполагалось;
- имеются сложности с внедрением в бизнес большого объема дополнительных сведений о рисках и финансовых данных, процессов и элементов контроля;
- наблюдается недооценка объема изменений для данных, систем, количественных моделей, процессов и системы контроля в финансовых учреждениях при расчете будущих кредитных убытков.

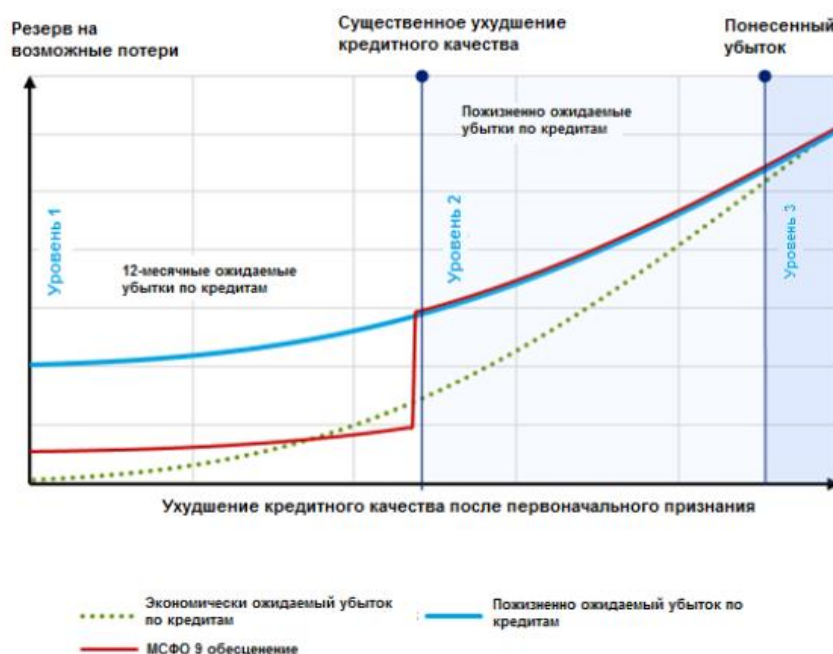


Рис. 1. Модель ожидаемых убытков в соответствии с МСФО (*IFRS*) 9 «Финансовые инструменты»

Fig. 1. Expected losses model under *IFRS 9* Financial Instruments

Источник: Исследование вопросов обесценения согласно МСФО (*IFRS*) 9, характерных для банковского сектора (подготовлено компанией EY). URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/risk/russian/ifrs-9-for-non-financial-organizations.pdf> (дата обращения: 01.08.2020).

В исследовании, подготовленном компанией EY, также показано, что в современных условиях одной из важных отличительных особенностей нового стандар-

та *IFRS 9* является учет прогнозной макроэкономической информации деятельности коммерческого банка при оценке ожидаемых кредитных убытков его клиентов. Оценка банками рисков, исходя из текущего уровня убытков, является неэффективной. В данном случае не учитывается будущее возможное ухудшение финансового состояния заемщика при реализации негативных рискообразующих факторов. Внед-

¹ Исследование вопросов обесценения согласно МСФО (*IFRS*) 9, характерных для банковского сектора (подготовлено компанией EY). URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/risk/russian/ifrs-9-for-non-financial-organizations.pdf> (дата обращения: 01.08.2020).

рение банками IFRS 9 «Финансовые инструменты» с 1 января 2018 г. частично решает данную проблему. Согласно новому стандарту, вероятность дефолта заемщика рассчитывается уже с учетом макроэкономического прогноза при оценке ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка. Вместе с тем практика прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков нуждается в совершенствовании в направлении разработки комплексного подхода к использованию эффективной модели обесценения ожидаемых убытков в банковской деятельности.

Обзор практики моделирования ожидаемых кредитных убытков

Для обоснования вектора развития инструментария прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков остановимся более подробно на произошедшей трансформации в оценке и мониторинге кредитных рисков в современных условиях функционирования банковского сектора.

Рассмотрим ключевые модели прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков на основе упорядочивания системных элементов комплексного подхода к использованию модели обесценения.

1. Модель прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков клиентов при мониторинге и оценки кредитного риска.

Прогнозная оценка ожидаемых кредитных убытков клиентов при мониторинге и оценки кредитного риска, внедренная *Financial Stability Board* в 2014 г., стала ответом на проявление мирового финансового кризиса 2008 г.

При учете обесценения и прекращения признания финансовых инструментов в банках должна использоваться новая модель обесценения. Данная модель основывается не на понесенных убытках, а на ожидаемых убытках. И при этом она должна проводиться на коллективной или индивидуальной основе.

Независимая оценка ожидаемых кредитных убытков должна содержать взвешенную с учетом вероятности сумму, которая при учете временной стоимости

денег определяется на основе оценки диапазона всех возможных результатов.

Кроме того, при осуществлении оценки ожидаемых кредитных убытков банки должны использовать обоснованную и достоверную информацию о прошлых, текущих и будущих рискообразующих экономических факторах.

В соответствии с содержанием стандарта IFRS 9 под ожидаемыми кредитными убытками понимается средневзвешенное значение кредитных убытков, которое рассчитывается при использовании соответствующих рисков наступления дефолта в качестве весовых коэффициентов. При этом проводить оценку каждого возможного прогнозного сценария не требуется в обязательном порядке. Требуется оценить риск и вероятность возникновения кредитных убытков, даже если такая вероятность является незначительной.

Как было сказано выше, содержание данной модели варьируется в зависимости от проведения оценки на коллективной или индивидуальной основе:

1.1. Модель обесценения ожидаемых убытков на коллективной основе.

Использование банками коллективной оценки в модели обесценения ожидаемых убытков подразумевает наличие следующих основных условий:

1) Финансовые инструменты необходимо объединить в соответствии с принципом однородности кредитного риска с целью моделирования ожидаемых кредитных убытков, а также с целью распределения кредитов по этапам выдачи.

2) Невозможность проведения переоценки риска для каждого финансового инструмента, который входит в однородный портфель.

3) Реализация управления рисками по однородным ссудам осуществляется на агрегированной основе.

4) Финансовые активы должны оцениваться на коллективной основе при недостатке информации для оценки на индивидуальной основе.

Модель обесценения ожидаемых убытков должна представлять для банков основополагающий инструмент проведе-

ния моделирования ожидаемых кредитных убытков в случае дефолта для формирования резервов под обесценение на коллективной основе в соответствии с требованиями стандарта *IFRS 9* и при этом содержать следующие основные элементы:

- оценка и мониторинг рисков структуры кредитного портфеля в зависимости от уровня кредитного риска с момента его первоначального выявления;
- оценка риска наступления дефолта (*PD-Probability of default*);
- определение уровня потерь в случае дефолта (*LGD-Loss Given Default*);
- моделирование показателя величины кредитного требования, подверженного риску дефолта (*EAD-Exposure at default*);
- определение ожидаемых кредитных потерь (*ECL-Expected credit losses*).

1.2. Модель обесценения ожидаемых убытков на индивидуальной основе.

Использование банками индивидуальной оценки в модели обесценения ожидаемых убытков подразумевает наличие нетипичных инструментов, которые нельзя отнести к определенному однородному портфелю.

Модель обесценения ожидаемых убытков под обесценение на индивидуальной основе имеет зависимость от особенностей отдельных заемщиков (или выделенных групп заемщиков), финансовое положение которых необходимо оценивать индивидуально. Для этого рекомендуется использовать:

- модель расчета внутреннего рейтинга, позволяющая оценить вероятность банкротства заемщика с учетом эндогенных факторов;
- модель расчета внешнего рейтинга, которая содержит оценку вероятности дефолта заемщика на базе внешних кредитных рейтингов;
- модель анализа денежных потоков, которая включает анализ прогноза денежных потоков заемщика для оценки его кредитоспособности;
- модель *Black-Cox*, с помощью которой производится прогнозная оценка ры-

ночных котировок акций заемщика, отражающих его финансовое состояние и риски.

При использовании коммерческими банками моделей обесценения ожидаемых убытков на коллективной или индивидуальной основе очень важным является принятие во внимание прогнозной макроэкономической информации. С этой целью автором исследования предлагается использовать алгоритм учета прогнозной макроэкономической информации при использовании моделей обесценения ожидаемых убытков в банке.

В данном направлении можно предложить следующий алгоритм учета прогнозной макроэкономической информации при использовании моделей обесценения ожидаемых убытков банка:

1. Определение макроэкономических индикаторов, которые оказывают значительное влияние на оценку финансового инструмента, причем данные индикаторы должны быть консистентными для всех субпортфелей, этапов моделирования и внутренних процессов банка.

2. Оценка адекватности используемой прогнозной макроэкономической информации.

3. Использование при внедрении прогнозной макроэкономической информации взвешенных согласно оценкам вероятностей макроэкономических сценариев. Их количество и вероятности реализации будут изменяться в зависимости от динамики финансовой устойчивости банка, а также от внутренних и внешних макроэкономических прогнозов.

2. Оценка риска наступления дефолта (*Probability of default, PD*).

Выделяют два типа *PD* для расчета ожидаемых кредитных убытков (*ECL*):

– *12-month PDs* – это предполагаемая вероятность наступления дефолта в течение следующих после отчетной даты 12 месяцев или в течение оставшегося срока действия финансового инструмента, если он меньше 12 месяцев;

– *lifetime PDs* – это предполагаемая вероятность наступления дефолта в течение оставшегося срока действия финансового инструмента, которая используется

для расчета ожидаемых кредитных потерь по финансовым инструментам, классифицированным во 2-ю и 3-ю стадии по состоянию на отчетную дату.

Основные подходы к моделированию вероятности дефолтов отражены в табл. 1.

Таблица 1. Основные подходы к моделированию вероятности дефолтов
Table 1. Fundamental approaches to default probability modeling

Название модели	Содержание	Возможности применения
Новые сложные модели	<ul style="list-style-type: none"> – Включают в себя все источники ключевых рисков; – учитывают прогнозные возможности ключевых рисков; – применяют индикаторы рисков, которые выявляются при осуществлении их калибровки и использовании исторической информации на протяжении всего периода времени; – содержат набор коэффициентов, которые необходимы для проведения мониторинга и оценки кредитного риска 	При наличии достаточной исторической информации в течение соответствующего периода времени
Сравнительный анализ	<ul style="list-style-type: none"> – Используется внутренний бенчмаркинг к аналогичному портфелю; – осуществляется снижение уровня сегментации; – используются внешние рейтинги и внешний бенчмаркинг 	При недостаточности исторических данных для определенного портфеля
Модификация моделей коллективной оценки	<ul style="list-style-type: none"> – Используются методы компонентных потерь (винтаж-анализ и цепи Маркова); – применяются коэффициенты потерь 	При условии соответствия данных моделей основным требованиям IFRS 9

Таким образом, особое внимание в использовании моделей обесценения ожидаемых убытков в банках уделяется оценке риска наступления дефолта. Согласно стандарту IFRS 9 данная оценка должна быть объективной и отражать точку зрения руководства коммерческого банка о будущем.

3. Расчет уровня потерь в случае дефолта (*Loss Given Default, LGD*).

Показатель *LGD* отражает объемы потерь, которые несет банк в случае наступления дефолта. Данный показатель предположительно является константой, и для его расчета используют следующие основные методики:

- *Workout LGD*, для расчета которого используется моделирование ожидаемых денежных потоков;
- *Statistical LGD*: используется регрессия, основанная на исторических *LGD* и его объектных характеристиках;
- *Implied LGD*, получаемый на основе анализа рыночных цен недефолтных ссуд/облигаций.

4. Моделирование показателя величины кредитного требования, который под-

вержен риску дефолта (*Exposure at default, EAD*), и расчет ожидаемых кредитных потерь (*Expected credit losses, ECL*).

Показатель *EAD* отражает общий объем задолженности, который подвержен риску наступления события обесценения. Данный показатель может рассчитываться с применением методов матриц миграций и *Roll Rate*.

Показатель *ECL* отражает стоимость всех сумм недобора денежных средств при проявлении дефолта в течение всего срока использования финансового инструмента. Расчет данного показателя будет зависеть от выбора методов расчета показателей *PD*, *LGD* и *EAD*.

5. Валидация использования модели обесценения ожидаемых убытков и оптимизация расчета ожидаемых кредитных убытков.

В современных условиях основная деятельность банков по внедрению IFRS 9 завершена. При этом банки должны точно знать корректность работы модели обесценения ожидаемых убытков и определения ожидаемых кредитных убытков.

Среди главных инструментов, которые позволяют оптимизировать объемы формируемых оценочных резервов под ожидаемые кредитные убытки, можно выделить валидацию. Использование данного инструмента является обязательным условием, которое гарантирует банку макси-

мальную результативность оценки ожидаемых кредитных убытков. Причем валидация должна быть независимой, что может обеспечиваться как силами самого банка – внутренняя валидация, так и силами независимых экспертов – внешняя валидация (табл. 2).

Таблица 2. Виды валидации модели обесценения ожидаемых убытков

Table 2. Model validation types for the expected loss impairment

Виды валидации	Субъекты проведения валидации	Преимущество
Внутренняя валидация	– Отдел валидации, созданный в банке; – группа по мониторингу и валидации IFRS 9, которая не связана с другими подразделениями банка и подотчетна напрямую руководителю банка либо его заместителю	– Комплексность, которая предполагает анализ методологии, заложенной в основе модели, оценку качества и тестирование модели, а также оценку результатов, полученных по итогам валидации; – своевременность учета прогнозных макроэкономических показателей и информации
Внешняя валидация	– Консалтинговая компания; – независимый аудитор; – другие независимые эксперты	– Высокая скорость в получении желаемого результата; – использование всего спектра накопленной внешней экспертизы; – получение адресных рекомендаций не только с позиции всех проведенных контрольных процедур, но и с учетом оптимизации применяемого подхода

Для внутренней валидации модели обесценения ожидаемых убытков можно предложить обобщающий алгоритм ее ре-

ализации, который банки могут использовать в своей практике (рис. 2).



Рис. 2. Алгоритм реализации ключевых этапов внутренней валидации модели ожидаемого убытка обесценения

Fig. 2. Algorithm for key stages of internal model validation for the expected loss impairment

Предложенный алгоритм проведения внутренней валидации модели ожидаемого убытка обесценения включает четыре основных этапа.

На первом этапе анализа необходимо оценить соответствие модели основным положениям МСФО 9, выявить наличие искажений в полученных результатах, а также проверить используемую информацию на предмет существенности.

На втором этапе оценивается качество модели: анализируются результаты сегментации заемщиков, репрезентативность полученных данных и применяемая в модели документальная база.

На третьем этапе осуществляется тестирование модели, включающее сравнительный анализ полученных данных в соответствии с результатами прошлых периодов и другими распространенными моделями.

Заключительный этап включает оценку валидации модели на предмет ее соответствия нормативным требованиям регулятора, корректности результатов тестирования и полноты охвата тестирования всех составляющих модели.

Вне зависимости от вида используемой валидации в банке основными результатами ее проведения должны быть:

- соответствие применяемой банком модели обесценения ожидаемых убытков всем требованиям *IFRS* 9, установленным по данному направлению;

- качественная и количественная оценка состава, характеристик и качества используемой модели на предмет ее предиктивной способности;

- при необходимости формулирование рекомендаций по корректировке используемой в банке модели, а также детальные выводы относительно правильности ее первоначального построения.

6. Оптимизация использования модели обесценения ожидаемых убытков и расчета ожидаемых кредитных убытков.

После проведения валидации моделей обесценения ожидаемых убытков и оптимизации расчета ожидаемых кредитных убытков банкам необходимо провести ее оптимизацию. При этом необходимо использовать лучшие международные прак-

тики, передовые экспертно-статистические инструменты и существующую методологическую базу применения моделей обесценения ожидаемых кредитных убытков. Однако данная оптимизация должна соответствовать требованиям регулятора банковской системы данной страны. Результатами успешной оптимизации моделей являются снижение ожидаемых кредитных убытков и сокращение объема формируемых оценочных резервов, что обеспечивает рост эффективности работы банка в целом. Также оптимизация моделей обесценения ожидаемых убытков и оптимизация расчета ожидаемых кредитных убытков будет способствовать повышению ее качества и превращению в прозрачный, гибкий и максимально эффективный инструмент для оценки кредитных рисков и развития бизнеса.

Заключение

Мировое банковское сообщество уделяет особое внимание качеству оценки и мониторинга банковских рисков. С 1 января 2018 г. в деятельности банков, использующих в своей практике стандарт *IFRS* 9 «Финансовые инструменты», произошли значительные трансформационные процессы в области оценки и расчета обесценения ожидаемых кредитных убытков. И это особенно актуально для коммерческих банков.

Эффективность проводимых банком оценки и мониторинга в кредитной сфере будет зависеть в значительной мере от качества используемой модели обесценения ожидаемых убытков и методов расчета показателей риска наступления дефолта, уровня потерь в случае дефолта и величины кредитного требования, подверженного риску дефолта, а также от своевременной и адекватной прогнозной макроэкономической информации при оценке ожидаемых кредитных убытков клиентов коммерческого банка. При этом выбранная модификация модели в банке будет зависеть от специфики кредитной деятельности и портфеля банка, типов его финансовых инструментов, источников доступной информации, а также используемых ИТ-систем.

В ходе исследования обосновано, что при использовании моделей обесценения ожидаемых убытков каждый банк должен производить ее валидацию и оптимизацию расчета ожидаемых кредитных убытков. Для оптимизации объемов формируемых оценочных резервов под ожидаемые кредитные убытки в работе предложен алгоритм валидации, который банки могут использовать в своей практике. Алгоритм включает следующие этапы: методологический, аналитический, тестирование и анализ результатов валидации. Его

применение позволяет снизить величину ожидаемых кредитных убытков, сократить объем формируемых оценочных резервов, а также повысить эффективность работы банка в целом.

В перспективе планируется разработка инструментария оценки результатов кредитной деятельности коммерческих банков с учетом принятых нововведений, связанных с внедрением стандарта IFRS 9 «Финансовые инструменты» в российском банковском секторе.

Список литературы

1. *Demyanyk Y., Hasan I.* Financial crises and bank failures: A review of prediction methods // *Omega*. 2010. Vol. 38 (5). P. 315–324. doi: 10.1016/j.omega.2009.09.007.
2. *Mayes D., Stremmel H.* The effectiveness of capital adequacy measures in predicting bank distress. *SUERF Studies*, 2014. URL: <https://www.suerf.org/studies/3991/the-effectiveness-of-capital-adequacy-measures-in-predicting-bank-distress> (дата обращения: 01.08.2020).
3. *Bernanke B.S.* Nonmonetary effects of the financial crisis in the propagation of the Great Depression // *American Economic Review*. 1983. Vol. 73 (3). P. 257–276.
4. *Schularick M., Taylor A.* Credit booms gone bust: Monetary policy, leverage cycles, and financial crises, 1870–2008 // *American Economic Review*. 2012. Vol. 102. P. 1029–1061. doi: 10.1257/aer.102.2.1029.
5. *Dell’Ariccia G.* Asymmetric information and the structure of the banking industry // *European Economic Review*. 2001. Vol. 45 (10). P. 1957–1980.
6. *Rajan R.G.* Has financial development made the world riskier? // *Proceedings – Economic Policy Symposium*. Jackson Hole, Federal Reserve Bank of Kansas City, 2005. Iss. Aug. P. 313–369. doi: 10.3386/w11728.
7. *Kaminsky G., Reinhart C.* The twin crises: The causes of banking and balance-of-payments problems // *American Economic Review*. 1999. Vol. 89 (3). P. 473–500. doi: 10.1257/aer.89.3.473.
8. *Domac I., Martinez-Peria M.S.* Banking crises and exchange rate regimes: Is There a Link? // *Journal of International Economics*. 2003. Vol. 61. P. 41–72.
9. *Demirgüç-Kunt A., Feyen E., Levine R.* The evolving importance of banks and securities markets // *World Bank Economic Review*. 2013. Vol. 27 (3). P. 476–490. doi: 10.1093/wber/lhs022.
10. *Schumpeter J.A.* A Theory of economic development. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1911. 255 p.
11. *Cipullo N., Vinciguerra R.* The impact of IFRS 9 and IFRS 7 on liquidity in banks: Theoretical Aspects // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 164. P. 91–97. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.11.055.
12. *Jiang C., Wang Z., Zhao H.* A prediction-driven mixture cure model and its application in credit scoring // *European Journal of Operational Research*. 2019. Vol. 277, Iss. 1. P. 20–31. doi: 10.1016/j.ejor.2019.01.072.
13. *Liu F., Hua Zh., Lim A.* Identifying future defaulters: A hierarchical Bayesian method // *European Journal of Operational Research*. 2015. Vol. 241, Iss. 1. P. 202–211. doi: 10.1016/j.ejor.2014.08.008.
14. *Osmundsen K.K.* Using expected shortfall for credit risk regulation // *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 2018. Vol. 57. P. 80–93. doi: org/10.1016/j.intfin.2018.07.001.
15. *Landini S., Uberti M., Casellina S.* Credit risk migration rates modelling as open systems II: A simulation model and IFRS9-baseline principles // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2019. Vol. 50. P. 175–189. doi: /10.1016/j.strueco.2019.06.013.

16. *Pathirana N.P.W., Jubb C.A.* Does IFRS make analysts more efficient in using fundamental information included in financial statements? // *Journal of Contemporary Accounting and Economics*. 2018. Vol. 14, Iss. 3. P. 373–385. doi: 10.1016/j.jcae.2018.10.004.
17. *Tanoue Y., Kawada A., Yamashita S.* Forecasting loss given default of bank loans with multi-stage model // *International Journal of Forecasting*. 2017. Vol. 33, Iss. 2. P. 513–522. doi: 10.1016/j.ijforecast.2016.11.005.
18. *Barton D., Newell R., Wilson G.* *Dangerous markets: Managing in financial crisis*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 2002. 320 p.
19. *Enchongreen B., Portes R.* The anatomy financial crises // *National Bureau of Economic Research*. 1987. Working Paper №. 2126. URL: <http://www.nber.org/papers/w2126.pdf> (дата обращения: 05.01.2020).
20. *Minsky H.P.* Financial instability revisited: The economics of disaster. In the Board of Governors of the Federal Reserve System (ed.), *Reappraisal of the Federal Reserve Discount Mechanism*. Vol. 3. Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System, 1972. 91 p.
21. *Травкина Е.В.* Факторы, обуславливающие необходимость проведения мониторинга рисков российского банковского сектора // *Финансы и кредит*. 2013. № 1 (529). С. 29–33.
22. *Ларионова И.В.* Триггеры и барьеры на пути обеспечения финансовой стабильности // *Банковские услуги*. 2020. № 2. С. 20–27. doi: 10.36992/2075-1915_2020_2_20.
23. *Травкина Е.В.* Современные тренды в оценке и управлении кредитным риском в деятельности российских коммерческих банков // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2019. № 6. С. 117–124. doi: 10.25198/2077-7175-2019-6-117.
24. *Травкина Е.В.* Современное проявление кредитного риска в российской банковской сфере // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2018. № 3 (72). С. 138–141.

Статья поступила в редакцию 20.08.2020, принята к печати 17.10.2020

Сведения об авторе

Травкина Елена Владимировна – доктор экономических наук, профессор Департамента банковского дела и финансовых рынков Финансового факультета, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Россия, 125993 (ГСП-3), г. Москва, Ленинградский проспект, 49; e-mail: EVTravkina@fa.ru).

References

1. *Demyanyk Y., Hasan I.* Financial crises and bank failures: A review of prediction methods. *Omega*, 2010, vol. 38 (5), pp. 315–324. doi: 10.1016/j.omega.2009.09.007.
2. *Mayes D., Stremmel H.* The effectiveness of capital adequacy measures in predicting bank distress. *SUERF Studies*, 2014. Available at: <https://www.suerf.org/studies/3991/the-effectiveness-of-capital-adequacy-measures-in-predicting-bank-distress> (accessed 01.08.2020).
3. *Bernanke B.S.* Nonmonetary effects of the financial crisis in the propagation of the Great Depression. *American Economic Review*, 1983, vol. 73 (3), pp. 257–276.
4. *Schularick M., Taylor A.* Credit booms gone bust: Monetary policy, leverage cycles, and financial crises, 1870–2008. *American Economic Review*, 2012, vol. 102, pp. 1029–1061. doi: 10.1257/aer.102.2.1029.
5. *Dell’Ariccia G.* Asymmetric information and the structure of the banking industry. *European Economic Review*, 2001, vol. 45 (10), pp. 1957–1980.
6. *Rajan R.G.* Has financial development made the world riskier? *Proceedings – Economic Policy Symposium. Jackson Hole, Federal Reserve Bank of Kansas City*, 2005, iss. Aug., pp. 313–369. doi: 10.3386/w11728.
7. *Kaminsky G., Reinhart C.* The twin crises: The causes of banking and balance-of-payments problems. *American Economic Review*, 1999, vol. 89 (3), pp. 473–500. doi: 10.1257/aer.89.3.473.

8. Domac I., Martinez-Peria M.S. Banking crises and exchange rate regimes: Is there a Link? *Journal of International Economics*, 2003, vol. 61, pp. 41–72.
9. Demirgüç-Kunt A., Feyen E., Levine R. The evolving importance of banks and securities markets. *World Bank Economic Review*, 2013, vol. 27 (3), pp. 476–490. doi: 10.1093/wber/lhs022.
10. Schumpeter J.A. *A Theory of Economic Development*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1911. 255 p.
11. Cipullo N., Vinciguerra R. The impact of IFRS 9 and IFRS 7 on liquidity in banks: Theoretical aspects. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 164, pp. 91–97. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.11.055.
12. Jiang C., Wang Z., Zhao H. A prediction-driven mixture cure model and its application in credit scoring. *European Journal of Operational Research*, 2019, vol. 277, iss. 1, pp. 20–31. doi: 10.1016/j.ejor.2019.01.072.
13. Liu F., Hua Z., Lim A. Identifying future defaulters: A hierarchical Bayesian method. *European Journal of Operational Research*, 2015, vol. 241, iss. 1, pp. 202–211. doi: 10.1016/j.ejor.2014.08.008.
14. Osmundsen K.K. Using expected shortfall for credit risk regulation. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2018, vol. 57, pp. 80–93. doi: org/10.1016/j.intfin.2018.07.001.
15. Landini S., Uberti M., Casellina S. Credit risk migration rates modelling as open systems II: A simulation model and IFRS9-baseline principles. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2019, vol. 50, pp. 175–189. doi: /10.1016/j.strueco.2019.06.013.
16. Pathirana N. P.W., Jubb C.A. Does IFRS make analysts more efficient in using fundamental information included in financial statements? *Journal of Contemporary Accounting and Economics*, 2018, vol. 14, iss. 3, pp. 373–385. doi: 10.1016/j.jcae.2018.10.004.
17. Tanoue Y., Kawada A., Yamashita S. Forecasting loss given default of bank loans with multi-stage model. *International Journal of Forecasting*, 2017, vol. 33, iss. 2, pp. 513–522. doi: 10.1016/j.ijforecast.2016.11.005.
18. Barton D., Newell R., Wilson G. *Dangerous markets: Managing in Financial crisis*. Hoboken, New Jersey, John Wiley and Sons, 2002. 320 p.
19. Enchongreen B., Portes R. The anatomy financial crises. *National Bureau of Economic Research*, 1987, Working Paper No. 2126. Available at: <http://www.nber.org/papers/w2126.pdf> (accessed 05.01.2020).
20. Minsky H.P. *Financial instability revisited: The economics of disaster*. In the Board of Governors of the Federal Reserve System (ed.), Reappraisal of the Federal Reserve Discount Mechanism, vol. 3. Washington, DC, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1972. 91 p.
21. Travkina E.V. Faktory, obuslavlivayushchie neobkhodimost' provedeniya monitoringa riskov rossiiskogo bankovskogo sektora [Factors determining the need for risk monitoring in the Russian banking sector]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], 2013, no. 1 (529), pp. 29–33. (In Russian).
22. Larionova I.V. Trigery i bar'ery na puti obespecheniya finansovoi stabil'nosti [Triggers and barriers to financial stability]. *Bankovskie uslugi* [Banking Services], 2020, no. 2, pp. 20–27. (In Russian). doi: 10.36992/2075-1915_2020_2_20.
23. Travkina E.V. Sovremennye trendy v otsenke i upravlenii kreditnym riskom v deyatelnosti rossiiskikh kommercheskikh bankov [Current trends in the assessment and management of credit risk in the activities of Russian commercial banks]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovations. Investment], 2019, no. 6, pp. 117–124. (In Russian). doi: 10.25198/2077-7175-2019-6-117.
24. Travkina E.V. Sovremennoe proyavlenie kreditnogo riska v rossiiskoi bankovskoi sfere [Evidence of credit risk in the Russian banking sector]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Saratov State Social Economic University], 2018, no. 3 (72), pp. 138–141. (In Russian).

Received August 20, 2020; accepted October 17, 2020

Information about the Author

Travkina Elena Vladimirovna – Doctor of Economic Sciences, Professor at the Department of Banking and Financial Markets at the Faculty of Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation (49, Leningradsky prospekt, Moscow, 125993 (GSP-3), Russia; e-mail: EVTravkina@fa.ru).

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Травкина Е.В. Совершенствование прогнозной оценки ожидаемых кредитных убытков при мониторинге кредитного риска в коммерческих банках с учетом международного и российского опыта // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. Том 15. № 3. С. 445–457. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-445-457

Please cite this article in English as:

Travkina E.V. Improved forecast assessment for the expected credit losses in credit risk monitoring in commercial banks in the context of international and Russian practices. *Perm University Herald. Economy*, 2020, vol. 15, no. 3, pp. 445–457. doi: 10.17072/1994-9960-2020-3-445-457

Научное издание

**Вестник Пермского университета.
СЕРИЯ «ЭКОНОМИКА»
= Perm University Herald. ECONOMY
2020. Том 15. № 3**

Редактор М.А. Шемякина
Компьютерная верстка Т.Ю. Сулонова
Специалист-переводчик В.В. Барсукова
Секретарь О.Н. Беляева

Подписано в печать 26.10.2020. Формат 60x84 $\frac{1}{8}$.
Дата выхода в свет 29.10.2020
Усл. печ. л. 15,6. Тираж 500. Заказ 1289/2020

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 ИП Серегина О.Н.
Адрес: 614107, г. Пермь, ул. Металлистов д. 21, кв. 174

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

Распространяется бесплатно и по подписке

