

JOURNAL

of Applied Economic Research

Vol. **19** No. 3
2020

Научно-аналитический журнал
Выходит 4 раза в год
Основан в 2002 г.

Scientific and Analytical Journal
Published 4 times per year
Founded in 2002

<p>Учредитель и издатель журнала Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19)</p>	<p>Founder and publisher Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (19 Mira St., 620002, Ekaterinburg, Russian Federation)</p>
<p>Адрес редакции 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, а/я 10 Тел. +7 (343) 375-97-20 E-mail: vestnikurfu@yandex.ru WEB-SITE: journalaer.ru</p>	<p>Contact information 19 Mira St., 620002, Ekaterinburg, Russian Federation Phone +7 (343) 375-97-20 E-mail: vestnikurfu@yandex.ru WEB-SITE: journalaer.ru</p>
<p>Сетевое издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-78058 от 13 марта 2020 г.</p>	<p>The Journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor). Registration Certificate Эл № ФС77-78058 from March 13, 2020</p>
<p>В период 2002–2010 гг. журнал выходил с названием «Вестник УГТУ–УПИ. Серия экономика и управление» В период 2011–2019 гг. журнал выходил с названием «Вестник УрФУ. Серия экономика и управление»</p>	<p>In 2002–2010, it was published under the name: «Bulletin of Ural State Technical University. Series Economics and Management» In 2011–2019, it was published under the name: «Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management»</p>
<p>Журнал рекомендован ВАК России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора экономических наук Журнал включен в Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science Журнал включен в ядро Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)</p>	<p>Approved by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia for publishing key research findings of PhD and Doctoral dissertations in economics Included in Russian Science Citation Index (RSCI) on Web of Science Platform Included in the core of the Russian Science Citation Index</p>
<p>Главной целью журнала является публикация оригинальных экономических исследований отечественных и зарубежных ученых с понятной исследовательской методологией и результатами, имеющими прикладной экономический характер</p>	<p>The main goal of the journal is to publish original economic research of domestic and foreign scientists with a clear research methodology and results that have an applied economic nature</p>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

МАЙБУРОВ Игорь Анатольевич (д-р экон. наук, проф., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия)

Заведующий редакцией

КАЛИНА Алексей Владимирович (канд. техн. наук, доц., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия)

Члены редакционной коллегии

БАЛАЦКИЙ Евгений Всеволодович (д-р экон. наук, проф., Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия)

БЕЛОВ Андрей Васильевич (д-р экон. наук, проф., Университет префектуры Фукуи, г. Фукуи, Япония)

ВИСМЕТ Ханс Михаэль (PhD, проф., Дрезденский технический университет, г. Дрезден, Германия)

ГРИНБЕРГ Руслан Семенович (чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, проф., Институт экономики РАН, г. Москва, Россия)

ИВАНОВ Юрий Борисович (д-р экон. наук, проф., Научно-исследовательский центр промышленных проблем развития НАН Украины, г. Харьков, Украина)

КАДОЧНИКОВ Сергей Михайлович (д-р экон. наук, проф., Высшая школа экономики, г. Санкт-Петербург, Россия)

КАУФМАНН Ханс Рудигер (PhD, проф., Высшая школа менеджмента, г. Манхайм, Германия; Университет Никосии, г. Никосия, Кипр)

КЛЕЙНЕР Георгий Борисович (чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, проф., Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва, Россия)

КИРЕЕВА Елена Федоровна (д-р экон. наук, проф., Белорусский государственный экономический университет, г. Минск, Беларусь)

КРИВОРОТОВ Вадим Васильевич (д-р экон. наук, проф., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия)

ЛАВРИКОВА Юлия Георгиевна (д-р экон. наук, проф., Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия)

МАГАРИЛ Елена Роменовна (д-р техн. наук, проф., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия)

МУЛЕЙ Матиаж (д-р экон. наук, проф., Университет Марибора, г. Марибор, Словения)

ПОПОВ Евгений Васильевич (чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, д-р физ.-мат. наук, проф., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Екатеринбург, Россия)

ТОЛМАЧЕВ Дмитрий Евгеньевич (канд. экон. наук, доц., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия)

ФАНЬ Юн (PhD, проф., Центральный университет экономики и финансов, г. Пекин, Китай)

ШАСТИТКО Андрей Евгеньевич (д-р экон. наук, проф., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Igor A. MAYBUROV, Doctor of Economics, Professor, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Head of the Publishing Office

Alexei V. KALINA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Members of Editorial Board

Evgeny V. BALATSKY, Doctor of Economics, Professor, The Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Andrey V. BELOV, Doctor of Economics, Professor, Fukui Prefectural University, Fukui, Japan

Yong FAN, PhD, Professor, Central University of Finance and Economics, Beijing, China

Ruslan S. GRINBERG, Corresponding Member of RAS, Doctor of Economics, Professor, Institute of Economics of RAS, Moscow, Russia

Yuri B. IVANOV, Doctor of Economics, Professor, Research Center of Problems of Industrial Development of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

Sergei M. KADOCHNIKOV, Doctor of Economics, Professor, Higher School of Economics, Saint Petersburg, Russia

Hans R. KAUFMANN, PhD, Professor, Higher School of Management, Mannheim, Germany; University of Nicosia, Nicosia, Cyprus

Elena F. KIREEVA, Doctor of Economics, Professor, Belarus State Economic University, Minsk, Belarus

Georgy B. KLEYNER, Corresponding Member of RAS, Doctor of Economics, Professor, Central Economics and Mathematical Institute RAS, Moscow, Russia

Vadim V. KRIVOROTOV, Doctor of Economics, Professor, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Yulia G. LAVRIKOVA, Doctor of Economics, Professor, Institute of Economics, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

Elena R. MAGARIL, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Matjaz MULEJ, Doctor of Economics, Professor, University of Maribor, Maribor, Slovenia

Evgeny V. POPOV, Corresponding Member of RAS, Doctor of Economics, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Ekaterinburg, Russia

Andrei E. SHASTITKO, Doctor of Economics, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Dmitry E. TOLMACHEV, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Hans M. WIESMETH, PhD, Professor, Technical University of Dresden, Dresden, Germany

Содержание

Оценка конкурентоспособности производственных комплексов (на примере крупнейших медных компаний)	251
<i>В. В. Криворотов, А. В. Калина, С. Е. Ерыпалов</i>	
Влияние урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России	286
<i>О. С. Мариев, Н. Б. Давидсон, О. С. Емельянова</i>	
Социально-экономический генотип территорий опережающего развития (на примере Уральского региона)	310
<i>Ю. Г. Мыслякова, Е. А. Шамова, Н. П. Неклюдова</i>	
Оценка технологий обработки осадков сточных вод в условиях перехода к циркулярной экономике	329
<i>А. В. Киселев, Е. Р. Магарил, И. С. Глушанкова, Л. В. Рудакова</i>	
Оптимальное адаптивное управление численностью сотрудников и системой продаж банка	348
<i>А. Ф. Шориков, А. С. Филиппова, В. А. Тюлюкин</i>	
Масштабы несоответствия образовательного уровня работников сельскому рынку труда	370
<i>С. Д. Капелюк, Е. Н. Лищук</i>	
Факторы успешного краудфандингового финансирования (на примере российской платформы Boomstarter)	398
<i>Т. Б. Замбалаева</i>	

Contents

Assessment of the Competitiveness of Industrial Complexes (On the Example of the Largest Copper Companies)	251
<i>V. V. Krivorotov, A. V. Kalina, S. E. Erypalov</i>	
The Impact of Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in the Regions of Russia	286
<i>O. S. Mariev, N. B. Davidson, O. S. Emelianova</i>	
Social and Economic Genotype Territories of the Advancing Development on Example of the Ural Region	310
<i>Yu. G. Myslyakova, E. A. Shamova, N. P. Neklyudova</i>	
Analysis of Sewage Sludge Alternatives Towards Circular Economy	329
<i>A. V. Kiselev, E. R. Magaril, I. S. Glushankova, L. V. Rudakova</i>	
Optimal Adaptive Control of Employees Number and Sales System of the Bank	348
<i>A. F. Shorikov, A. S. Filippova, V. A. Tyulyukin</i>	
The Scale of Overeducation in the Rural Labor Market	370
<i>S. D. Kapelyuk, E. N. Lishchuk</i>	
Research of Factors of Successful Crowdfunding Finance on the Example of the Russian Boomstarter Platform	398
<i>T. B. Zambalaeva</i>	

Оценка конкурентоспособности производственных комплексов (на примере крупнейших медных компаний)

В. В. Криворотов¹ , А. В. Калина¹ ✉, С. Е. Ерыпалов² 

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

²ООО «УГМК-Холдинг»,
г. Верхняя Пышма, Россия
✉alexkalina74@mail.ru

Аннотация. Целью настоящего исследования является разработка методического инструментария стратегического развития крупных производственных комплексов (компаний) на основе оценки, анализа и прогнозирования показателей его конкурентоспособности. Показано, что в условиях глобализации главными локомотивами развития мировой экономики и экономик отдельных стран и регионов становятся крупные интегрированные структуры – транснациональные компании и корпорации и подобные объединения, которые в работе рассматриваются как производственные комплексы. В качестве одной из важнейших характеристик деятельности таких структур в современных условиях предложено рассматривать конкурентоспособность, которая определяет современное состояние компании и ее позиции на конкурентном поле, а также перспективы и возможности развития в прогнозный период. Проведен анализ современных подходов к оценке конкурентоспособности предприятий и производственных комплексов, показавший множество методов и подходов и отсутствие единого универсального подхода. Предложена методика оценки конкурентоспособности производственного комплекса, основанная на сравнительном анализе исследуемого объекта с ведущими компаниями-конкурентами по широкому спектру показателей и характеристик, охватывающих различные стороны деятельности комплекса, а также условия внешней среды; сформированы блочная структура и состав показателей конкурентоспособности производственного комплекса. Разработан методический подход к прогнозированию показателей конкурентоспособности производственного комплекса, основанный на сценарном подходе и использовании методов экономико-математического моделирования с учетом условий и характеристик ключевых рынков сбыта продукции производственного комплекса. С использованием разработанного методического инструментария проведена оценка конкурентоспособности крупнейшей российской металлургической компании – Уральской горно-металлургической компании – в сравнении с ведущими мировыми компаниями-производителями медной продукции. Проведен анализ конкурентных позиций компании, на основании которого сформирован перечень наиболее значимых проектов по развитию компании, дающих наибольший прирост ее конкурентоспособности. Выполнена прогнозная оценка показателей конкурентоспособности Уральской горно-металлургической компании на период до 2022 г., позволяющая оценить результативность предложенных мероприятий.

Ключевые слова: конкурентоспособность; показатели конкурентоспособности; производственный комплекс; мировой рынок меди; медные компании; сравнительная оценка; прогнозирование показателей.

1. Введение

Ключевой стороной современного развития мировой экономики являются

происходящие в ней глобализационные процессы, сопровождающиеся постепенным формированием единого

мирового экономического пространства, стиранием границ и барьеров во внешнеэкономических отношениях между государствами, образованием крупнейших транснациональных корпораций (ТНК), масштабы деятельности которых сопоставимы с экономикой отдельных стран. Тенденция всемерной интеграции предприятий явилась ответом на вызовы рыночной конкуренции. При этом объединение в крупные производственные структуры обуславливалось прежде всего усилением производственно-технологических связей между предприятиями, желанием снизить транзакционные издержки и стремлением увеличить возникающий при объединении эффект синергии. Добавим, что создание корпоративных структур различной степени интегрированности в условиях нарастающей конкуренции – одна из самых распространенных организационных стратегий в последние десятилетия.

Как следствие, на сегодняшний день центральным объектом экономической активности хозяйственных систем становится производственный комплекс (ПК), который ассоциируется с крупными интегрированными структурами (компаниями, корпорациями), являющимися главными локомотивами развития социально-экономических систем. Именно от их успешного развития и конкурентоспособности во многом зависит состояние и перспективы развития экономик отдельных стран и регионов.

Заметим, что все современные вызовы российским ПК требуют разработки действенного методического подхода к оценке и анализу их текущего состояния и прогнозированию конкурентоспособности. Действительно, необходимо количественно оценить свое положение на конкурентном поле в различных аспектах деятельности, то есть

провести своеобразный «количественный SWOT-анализ», на основании которого выявить ключевые тренды своего развития, обозначить точки приложения управляющих воздействий и спланировать их реализацию. И, разумеется, управление конкурентоспособностью будет неполным без оценки прогнозного эффекта от управленческих воздействий, состоящего в улучшении конкурентного положения предприятий и образуемых ими ПК с учетом динамично меняющейся внешней среды и развивающихся конкурентов.

В настоящей статье основное внимание уделено сравнительной оценке и анализу конкурентоспособности крупнейшей российской компании в сфере производства меди и изделий из нее – Уральской горно-металлургической компании (УГМК). Такая оценка проводится в сравнении с ведущими мировыми конкурентами, в качестве которых рассматриваются крупнейшие мировые компании в рассматриваемой сфере, занимающие ведущие позиции на рынке. В основу проведения оценки конкурентоспособности компаний положена авторская методика, основанная на комплексном учете множества внешних и внутренних факторов, определяющих конкурентоспособность компании. Также в работе предложен методический подход и выполнен прогноз ключевых показателей конкурентоспособности УГМК при различных сценариях внешних условий развития.

Целью настоящего исследования является разработка методического инструментария стратегического развития крупных производственных комплексов (компаний) на основе оценки, анализа и прогнозирования показателей его конкурентоспособности.

Гипотеза, лежащая в основе проведения исследования, состоит в возможности создания методического ин-

струментария стратегического развития производственного комплекса на основе оценки, анализа и прогнозирования показателей его конкурентоспособности.

2. Обзор литературы

Конкурентоспособность предприятия – это обобщающая характеристика его деятельности, которая отражает позицию компании на рынке, а также сохранение или улучшения этой позиции в будущем. При этом конкурентоспособность конкретной компании или производственного комплекса не может рассматриваться отдельно и без учета показателей деятельности конкурентов.

На сегодняшний день ни в отечественной, ни в мировой практике не выработан общепризнанный подход к оценке конкурентоспособности хозяйствующих субъектов. Во многом данное обстоятельство объясняется многообразием взглядов экономистов-исследователей на сущность понятия конкурентоспособности предприятия и производственного комплекса.

Вместе с тем необходимо учитывать наличие множества факторов и составляющих конкурентоспособности хозяйствующего субъекта, которые следует принимать во внимание для получения объективной оценки. Действия конкурентов, потребителей и поставщиков, государства и других участников рынка оказывают влияние на условия функционирования предприятий и производственных комплексов, что напрямую отражается на показателях хозяйственной деятельности.

В результате можно констатировать, что в условиях отсутствия универсальных критериев оценки конкурентоспособности предприятий (производственных комплексов) для определения уровня их конкурентоспособности экономистами приме-

няется множество различных методов, все многообразие которых предлагается классифицировать в рамках нескольких основных подходов: графического, факторного, стоимостного и теории игр.

Графический подход к оценке конкурентоспособности предприятий (производственных комплексов) использует разнообразные графические приемы и инструменты. Эти инструменты, по мнению их авторов, дают достаточно наглядное представление о конкурентной позиции хозяйствующего субъекта на рассматриваемом рынке в сравнении с ключевыми конкурентами. В рамках графического подхода можно выделить две группы методов: матричные методы и методы составления многоугольника конкурентоспособности.

Матричные методы основываются на том, что конкурентоспособность предприятия повышают товары, имеющие большую долю на растущем рынке, а снижают – товары, имеющие незначительную долю на стагнирующих рынках. Эта группа методов активно развивалась в работах Бостонской консалтинговой группы (Boston Consulting Group) [1], компанией McKinsey & Co¹, компанией Shell [2], в трудах М. Портера [3], И. Ансоффа [4], а также в работах J. Dyer и Н. Singh [5], Т. Mahnkcen и Р. Alto [6], D. Joshi и др. [7], Y. Liu [8], В. Hagen и др. [9] и многих других специалистов.

Методы составления многоугольника конкурентоспособности за счет совмещения многоугольников конкурентоспособности предприятий позволяют определить слабые и сильные стороны исследуемых субъектов. Основоположниками мето-

¹McKinsey & Company (2008). Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/strategy/enduring_ideas_the_ge_and_mckinsey_nine-box_matrix.

да являются французские экономисты А. Оливье, А. Дайан и Р. Урсе [10]. Эти методы также нашли отражение в трудах В. Акифьевой и Т. Батовой [11], И. Герчиковой [12], Е. Голубкова [13], М. Долинской и И. Соловьева [14] и многих других авторов.

Факторный подход дает количественную оценку влияния основных факторов конкурентоспособности исследуемого предприятия (производственного комплекса) в сравнении с конкурентами. К методам факторного подхода относятся продуктовые и операционные методы, методы, основанные на концепции цепочки ценности фирмы, и комплексные методы.

Продуктовые методы, нашедшие отражение в трудах А. Lau и др. [15], В. Белоусова [16], А. Гlicheва [17], И. Зулькарпаева и Л. Ильясовой [18], В. Окрепилова [19] и других авторов, оценивают конкурентоспособность компании как сумму показателей конкурентоспособности производимой ею продукции с учетом ее удельного веса в общем объеме продаж.

В *операционных методах* конкурентоспособность компании – как сумма групповых показателей конкурентоспособности ее функциональных подразделений с учетом их весомости для деятельности предприятия. Среди приверженцев этой группы методов следует выделить компанию Dun & Bradstreet [20], В. Тарана [21], Х. Фасхиева и Е. Попову [22], Ю. Яковца [23].

Методы, основанные на концепции цепочки ценности фирмы, рассматривают конкурентоспособность компании как средневзвешенную оценку основных показателей финансово-экономической деятельности. В основе данной группы методов лежит концепция цепочки ценности фирмы, предложенная М. Портером [24]. Среди представи-

телей, развивающих эту группу методов, следует выделить Р. Хасанова², К. Щиборща [26], А. Бурду³, Е. Млотока [27] и многих других ученых и специалистов.

В *комплексных методах* конкурентоспособность компании оценивается как средневзвешенное значение показателей его текущей и потенциальной конкурентоспособности. Такого подхода придерживаются многие ученые и специалисты, среди которых необходимо выделить И. Белоусова [30], В. Криворотова и Д. Воронова [28, 29], П. Забелина [30], Е. Мазилкину [31], Т. Философову и В. Быкова [32]. В рамках комплексных методов на сегодняшний день высокую популярность получили подходы, оценивающие конкурентоспособность компаний, отраслей экономики или экономики страны в целом на основании значительного числа показателей и характеристик, выявляемых качественным образом, путем анкетирования менеджеров компаний и сторонних специалистов, а также анализа макроэкономических данных. Среди представителей такого подхода следует выделить работы Р. Chatzoglou и D. Chatzoudes [33], М. Fetscherin и др. [34], N. Hornianschi [35], S. Hung и др. [36], М. Kitson [37] и др., R. de Brito [38] и других авторов.

Стоимостной подход к оценке конкурентоспособности использует стоимость предприятия (производственного комплекса) как ключевой критерий эффективности его функционирования в рыночных условиях, поскольку она является результирующей

²Хасанов Р.Х. Методика оценки конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pmjobs.net/art/6.doc>.

³Бурда А.Г., Кочетов В.В. Рейтинговая оценка конкурентоспособности кондитерских предприятий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/17>.

характеристикой проявления всей совокупности его внешних и внутренних конкурентных преимуществ. В рамках стоимостного подхода конкурентоспособность определяется с использованием традиционно применяемых методов оценки стоимости бизнеса. Такого подхода, например, придерживаются Т. Коупленд, Т. Коллер, Дж. Муррин [39], М. Скотт [40], В. Есипов и др. [41], Т. Высоцкая [42] и многие другие специалисты.

Подход на основе теории игр заключается в стратегии выбора оптимального поведения хозяйствующих субъектов, направленной на получение максимального выигрыша либо снижение убытков в конкуренции с другими игроками. В основе группы методов лежит теория игр, разработанная в XX веке Дж. фон Нейманом, О. Моргенштерном [43] и получившая развитие в работах Дж. Нэша [44–46]. Построение конкурентной игровой стратегии базируется на достижении системой, включающей соперничающие стороны, равновесного положения. При этом в качестве критерия оптимизации могут выступать различные показатели деятельности фирмы: расходы банковского отделения [47], рыночное позиционирование [48, 49], цена изделий [50] и другие показатели.

Подводя итог аналитического обзора подходов к оценке конкурентоспособности хозяйствующих субъектов, отметим, что на сегодняшний день ни один из рассмотренных методов оценки не получил повсеместного практического применения и не может быть признан универсальным аналитическим инструментом. Тому есть немало объективных причин, главными из которых, на наш взгляд, являются методологическая ограниченность и, как следствие, низкая достоверность оценки в случае использования ма-

тричных и продуктовых методов либо крайняя сложность и дороговизна, а иногда и вовсе практическая невозможность осуществления оценки с использованием существующих многофакторных моделей.

Таким образом, можно констатировать, что на сегодня по-прежнему остается актуальной задача разработки универсального, имеющего широкие границы практического применения метода оценки конкурентоспособности предприятий (производственных комплексов).

Что касается задачи прогнозирования показателей конкурентоспособности производственного комплекса, то следует отметить, что на сегодняшний день в отечественной и зарубежной науке накоплен достаточно богатый опыт прогнозирования развития как отдельных предприятий, так и больших социально-экономических систем вплоть до построения прогнозов развития национальной экономики или мировых прогнозов. При этом насчитывается более 150 различных методов и подходов к прогнозированию. Однако на практике, как правило, используется всего 15–20 методов. Каждый из используемых методов имеет свои достоинства и недостатки, а также сферы (области) оптимального применения. Выбор того или иного метода определяется характером решаемой задачи, имеющейся в наличии информации, уровнем неопределенности будущего развития и многими другими факторами.

В то же время в большинстве случаев для решения рассматриваемой в статье задачи и подобных ей задач используется сценарный подход, согласно которому прогноз выполняется в соответствии с несколькими заранее определенными сценариями. Стандартный подход обычно рассматривает три сценария: пессимистический – наименее

благоприятные внешние условия, оптимистический – наиболее благоприятные внешние условия и вероятностный – условия, которые наступят в прогнозном периоде с наибольшей долей вероятности [51, 52 и др.].

3. Методология исследования

3.1. Методический подход к сравнительной оценке конкурентоспособности

В рамках предлагаемого методического подхода основной целью проведения оценки уровня конкурентоспособности производственного комплекса является определение сводного (интегрального) индекса конкурентоспособности (K), рассчитываемого по формуле средней взвешенной геометрической [53, 54 и др.]:

$$K_{ПК} = \sqrt[i]{\prod_{i=1}^i K_{ПК,i}}, \quad (1)$$

где $K_{ПК,i}$ – показатели конкурентоспособности различных сторон жизнедеятельности производственного комплекса.

При расчете $K_{ПК,i}$ в соответствии с методическими принципами проведения оценки соответствующий показатель конкурентоспособности рассматриваемого производственного комплекса сравнивается с аналогичным показателем базовой (эталонной) модели по следующим выражениям:

$$K_{ПК,i} = \frac{П_{ПК,i}}{П_{баз,i}} \quad (2)$$

или

$$K_{ПК,i} = \frac{П_{баз,i}}{П_{ПК,i}}, \quad (3)$$

где $П_{ПК,i}$ – значение i -го показателя конкурентоспособности производственного комплекса;

$П_{баз,i}$ – базовое значение по i -му показателю конкурентоспособности.

При этом формула (2) применяется в случае, когда рост значения показателя $П_{ПК,i}$ характеризует рост конкурентоспособности, в обратном случае применяется формула (3). Если не указано иное, минимальное значение по частным индексам конкурентоспособности устанавливается на уровне 0,500, максимальное – 1,500.

В качестве базовых могут выступать следующие значения:

- показатели конкурентного поля;
- наилучшие эталоны по отдельным показателям (где это возможно установить);
- стратегические ориентиры развития компании по различным направлениям деятельности (так называемые КРП – Key Performance Indicators);
- оптимальные значения показателей деятельности, полученные в ходе решения оптимизационных задач для конкретной компании.

При использовании выражений (1)–(3) базовая модель производственного комплекса имеет значения $K_{ПК}$ и $K_{ПК,i}$, равные 1. Если значения $K_{ПК,i} > 1$, то это свидетельствует о высоком уровне конкурентоспособности по сравнению с базовой моделью. Если же $K_{ПК,i} < 1$, то, напротив, уровень конкурентоспособности в сравнении с базовой моделью низкий.

Основными достоинствами предложенного подхода являются:

- возможность количественной оценки интегрального уровня конкурентоспособности, что во многих альтернативных подходах отсутствует;
- на основании значений факторов, формирующих конкурентоспособность производственного комплекса, появляется возможность определения результирующего вектора его развития;
- относительная простота вычислений;
- при придании исследователем приоритета определенным факторам

повышения конкурентоспособности создается возможность введения весовых коэффициентов и трансформации расчетной формулы в среднегеометрическую взвешенную;

– возможность сопоставления показателей нескольких производственных комплексов либо нескольких вариантов развития одного комплекса;

– в выражении (1) можно объединить результаты оценок отдельных сторон жизнедеятельности производственного комплекса, выполненных на основании различных методических подходов и модельного аппарата.

При проведении сравнения конкурентоспособности крупных компаний в большинстве случаев оценка проводится на уровне производственного комплекса (компании) в целом или крупных направлений (видов) деятельности комплекса. При этом данные о сводных результатах деятельности компании берутся или на основании ее консолидированной отчетности или определяется суммарный (сводный) результат деятельности по основным предприятиям, образующим производственный комплекс (компанию).

При решении многих задач, связанных с развитием и функционированием производственного комплекса, подробный анализ факторов, влияющих на их конкурентоспособность, не требуется, а необходимо лишь получить оценки, позиционирующие компанию на конкурентном поле и, соответственно, сопоставить ее среди основных конкурентов. Поэтому при проведении сравнительной оценки конкурентоспособности производственного комплекса в сравнении с ведущими конкурентами достаточно ограничиться сравнительно небольшим числом показателей (10–15 показателей), объединяющих основные результаты деятельности и ключевые индикаторы рынков продукции произ-

водственного комплекса (как правило, показатели конъюнктуры рынков).

В результате в предлагаемом в настоящей статье методическом походе система показателей для проведения сравнительной оценки конкурентоспособности крупных компаний включает следующие крупные составляющие:

1. Показатель результативности производственно-хозяйственной деятельности производственного комплекса ($K_{ПК1}$).

2. Показатель конкурентоспособности основных видов продукции производственного комплекса ($K_{ПК2}$).

3. Показатель состояния и эффективности функционирования производственно-технологической базы производственного комплекса ($K_{ПК3}$).

4. Показатель инвестиционной и инновационной активности в производственном комплексе ($K_{ПК4}$).

В свою очередь, каждая из перечисленных составляющих включает в себя ряд частных показателей (индексов) конкурентоспособности производственного комплекса. Полная система показателей конкурентоспособности производственного комплекса (компании) в рамках рассматриваемого подхода представлена на рис. 1. Результирующий показатель конкурентоспособности производственного комплекса ($K_{ПК}$), а также его отдельные крупные составляющие ($K_{ПК,i}$) определяются на основании выражения (1).

3.2. Методический подход к прогнозированию показателей конкурентоспособности

При формировании методического подхода к прогнозированию показателей конкурентоспособности производственного комплекса в первую очередь следует учесть, что деятельность комплекса нельзя рассматривать в отрыве от внешней среды. Также следует



Рис. 1. Система показателей сравнительной оценки конкурентоспособности производственных комплексов (ПК)[компаний]

Fig. 1. System of indicators for comparative assessment of industrial complexes competitiveness (companies)

учесть, что на результаты деятельности и отдельных предприятий и комплекса в целом оказывают влияние как внутренние (управленческие решения, проекты развития), так и внешние факторы (политико-экономическая конъюнктура в стране базирования, в регионах сбыта продукции и т. п.). Поэтому алгоритм прогнозирования учитывает влияние каждой из приведенных групп факторов. Предлагаемый в работе методический подход к прогнозированию показателей конкурентоспособности производственного комплекса укрупненно представлен на рис. 2.

В основу прогнозирования показателей конкурентоспособности производственного комплекса положен сценарный подход, согласно которому прогноз выполняется в соответствии с несколькими заранее определенными сценариями.

Прогнозирование показателей конкурентоспособности производственного комплекса представляет собой сложную многоступенчатую процедуру, не имеющую, как указывалось выше, стан-

дартных унифицированных подходов к решению. Поэтому предлагается поэтапный алгоритм решения этой задачи. При этом в рамках каждого из этапов используются методы и модели, которые дают наилучшие результаты с позиций достижения конечной цели конкретного этапа и зачастую могут быть не связаны с методами, которые использовались на предыдущих этапах.

В предлагаемом методическом подходе к прогнозированию показателей конкурентоспособности производственного комплекса можно выделить следующие крупные этапы (рис. 2).

Этап 1. Формирование сценарных условий и сценариев развития производственного комплекса в прогнозный период.

Основой для формирования сценариев выступают общемировые, общероссийские и региональные прогнозы развития рынков профилирующих видов продукции в зависимости от степени участия основных предприятий производственного комплекса на этих рынках. Кроме того, в качестве сценар-

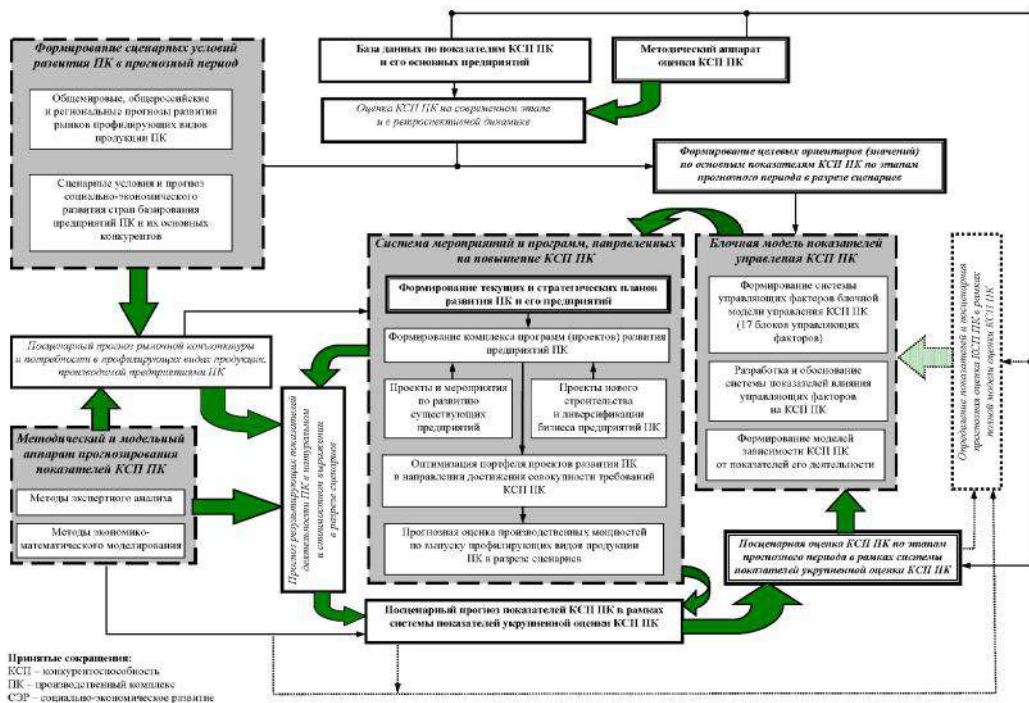


Рис. 2. Методический подход к прогнозированию показателей конкурентоспособности производственных комплексов (ПК)

Fig. 2. Methodological approach to predicting industrial complex competitiveness indicators

ных условий развития производственного комплекса можно рассматривать сценарные условия и прогнозные оценки социально-экономического развития стран базирования предприятий комплекса и их основных конкурентов.

Этап 2. Формирование целевых ориентиров (значений) по основным показателям конкурентоспособности производственного комплекса по этапам прогнозного периода.

В качестве таких показателей выступают те из показателей конкурентоспособности производственного комплекса, которые напрямую зависят от управляющих воздействий, направленных на достижение целей развития и управления конкурентоспособностью производственного комплекса в прогнозный период. Что касается остальных показателей конкурентоспособности, то они в прогнозный период определяются как производные от основных с учетом

функциональных зависимостей или простейших (одно- или двухфакторных) экономико-статистических моделей.

При таком подходе формируемые управляющие воздействия, программы и мероприятия в первую очередь будут нацелены на достижение (поддержание) заданных целевых ориентиров показателей конкурентоспособности. Основой для формирования таких целевых ориентиров являются, во-первых, современные оценки конкурентоспособности и их динамика в ретроспективный период, а также ожидаемые сценарные условия развития в прогнозный период. Непосредственное формирование целевых значений по основным показателям конкурентоспособности производственного комплекса осуществляется при участии руководителей компании и специалистов-экспертов.

Этап 3. Разработка управляющих воздействий, направленных на дости-

жение целевых ориентиров конкурентоспособности производственного комплекса в прогнозный период.

В предлагаемом подходе разработка управляющих воздействий по управлению развитием и конкурентоспособностью производственного комплекса связана с построением модели управления его конкурентоспособностью, в которой упомянутые управляющие факторы связываются с ключевыми показателями конкурентоспособности комплекса. В основу построения модели положено экономико-статистическое моделирование. Другими словами, строятся модели типа:

$$\vec{K} = F(\vec{X}), \quad (4)$$

где \vec{K} – вектор основных показателей конкурентоспособности производственного комплекса;

\vec{X} – вектор управляющих факторов в прогнозный период.

Основу для построения системы мероприятий, проектов и программ, направленных на повышение конкурентоспособности производственного комплекса, составляют текущие и стратегические планы развития комплекса и образующих его предприятий, а также посценарный прогноз рыночной конъюнктуры и потребности в профилирующих видах продукции, производимой этими предприятиями. Центральным местом 3-го этапа является отбор оптимального портфеля проектов развития комплекса в направлении достижения совокупности требований его конкурентоспособности, модель и алгоритм которого подробно рассмотрены в [53, 54 и др.].

Эман 4. Прогноз результирующих показателей деятельности производственного комплекса в натуральном и стоимостном выражении.

Данный этап является ключевым в рамках решаемой прогнозной зада-

чи. В качестве ключевых результирующих показателей деятельности предприятий производственного комплекса главным образом предлагается рассматривать следующие четыре группы показателей:

1. Показатели производства основных видов продукции в натуральном выражении.
2. Показатели производства продукции в стоимостном выражении.
3. Показатели ожидаемых доходов и прибыли основных предприятий производственного комплекса. При необходимости данная группа показателей может быть разагрегирована по отдельным предприятиям (видам профилирующей продукции).
4. Показатели численности занятых на предприятиях производственного комплекса и их социальной обеспеченности.

Прогнозирование каждой из выделенных групп показателей осуществляется последовательно, начиная с первой группы. При этом прогнозные значения показателей предыдущей группы являются исходными данными для определения прогнозных показателей последующей. Подробно подходы к прогнозированию и алгоритмы реализации этапа рассмотрены в [54].

Эман 5. Прогноз показателей конкурентоспособности производственного комплекса в разрезе сценариев.

В основе расчета прогнозных значений показателей конкурентоспособности производственного комплекса лежат данные, полученные на предыдущих этапах прогнозирования. В случае отсутствия данных для определения значений некоторых показателей, они определяются как производные величины от уже спрогнозированных значений на основании простейших (одно- или двухфакторных) экономико-статистических моделей или экспертных оценок.

Этап заканчивается определением комплексной оценки конкурентоспособности производственного комплекса по различным сценариям. По итогам проведенной оценки проводится анализ полученных результатов и при необходимости производится корректировка целевых ориентиров (этап 2) управляющих факторов блочной модели показателей управления конкурентоспособностью производственного комплекса, что позволяет скорректировать прогнозные результаты в направлении достижения наилучших возможных уровней конкурентоспособности комплекса. Таким образом, получается замкнутый итерационный цикл, формирующий наиболее рациональные управляющие воздействия, позволяющие достигнуть оптимальных уровней конкурентоспособности производственного комплекса в прогнозный период в рамках каждого из рассмотренных сценариев.

Предложенный методический подход позволяет получить прогноз конкурентоспособности производственного комплекса, учитывающий комплексное влияние различных факторов на ключевые показатели его деятельности.

3.3. Объект исследования

Центральным объектом исследования в настоящей работе выступала крупнейшей российской компания, занимающаяся производством металлургической продукции – УГМК. Основной целью проводимой оценки являлось сопоставление УГМК с ведущими мировыми компаниями-конкурентами в сфере производства меди и изделий из нее (медное направление), которое позволяет выявить сильные и слабые стороны компании, ее конкурентные позиции и конкурентный потенциал, что, в свою очередь, становится основой для разработки конкурентной стратегии развития компании.

В качестве ведущих компаний-конкурентов, с которыми сопоставлялась УГМК, были взяты крупнейшие мировые компании – производители медной продукции, играющие существенную роль на мировом рынке меди:

- ПАО «ГМК “Норильский никель”» («Норникель»);
- CODELCO;
- Glencore International AG (Glencore);
- Rio Tinto Group (Rio Tinto);
- Freeport-McMoRan (Freeport);
- BHP Billiton (BHP);
- KGHM Polska Miedz S. A. (KGHM);
- Antofagasta plc (Antofagasta);
- Anglo American plc (Anglo American);
- Vale S. A. (Vale);
- Vedanta Resources Limited (Vedanta).

4. Результаты исследования

4.1. Сравнительная оценка конкурентоспособности УГМК

В табл. 1 проведено сравнение компаний по объему производства меди, в качестве которого рассматривались медный концентрат, реализуемый компаниями на сторону, и катодная медь. В табл. 2 дана сводная информация об обороте рассматриваемых компаний с отдельным выделением медного направления или медной продукции. Представленная информация позволяет оценить масштабы деятельности компаний, а также значимость медного направления в формировании результатов их деятельности, что является важным с позиций оценки конкурентоспособности этих компаний и формирования конкурентной стратегии их развития.

Обобщая представленную информацию, а также данные о структуре и активах компаний, можно выделить следующие характерные черты и особенности отдельных компаний, преимущества и недостатки с позиции обеспечения и поддержания высокого

уровня конкурентоспособности, а также их сравнительные характеристики с УГМК (табл. 1).

1. Все компании существенно отличаются по масштабам своей деятельности. Так, разрыв в выручке от реали-

Таблица 1. Производство меди и доля крупнейших производителей меди в общемировом производстве в 2014–2018 гг.*

Table 1. Copper production and the share of the largest copper producers in global production in 2014–2018

Компания	Производство меди, тыс. тонн					Доля в общемировом производстве, %**				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
УГМК***	385	382	338	379	401	1,7	1,7	1,4	1,6	1,7
«Норникель»	368	369	360	401	474	1,6	1,6	1,5	1,7	2,0
CODELCO	1 841	1 891	1 827	1 842	1 806	10,0	9,9	9,0	9,2	8,8
Glencore International AG	1 546	1 502	1 426	1 310	1 454	8,4	7,8	7,0	6,5	7,1
Rio Tinto Group	603	504	523	478	634	3,3	2,6	2,6	2,4	3,1
Freeport-McMoRan	1 568	1 618	1 915	1 695	1 730	8,5	8,4	9,4	8,5	8,5
BHP Billiton	1 708	1 579	1 326	1 753	1 689	9,3	8,2	6,5	8,7	8,3
KGHM Polska Miedz S. A.	663	697	677	656	634	3,6	3,6	3,3	3,3	3,1
Antofagasta	705	630	709	704	725	3,8	3,3	3,5	3,5	3,5
Anglo American	748	708	577	579	668	4,1	3,7	2,8	2,9	3,3
Vale S.A.	353	397	430	424	379	1,9	2,1	2,1	2,1	1,9
Vedanta Resources Limited	531	566	582	599	267	2,4	2,5	2,5	2,5	1,1
Добыча по миру в целом	18 426	19 168	20 357	20 038	20 429	100	100	100	100	100
Производство по миру в целом	22 490	22 843	23 338	23 497	24 161	100	100	100	100	100

Примечания:

* Данные по производству меди взяты на основании годовых отчетов компаний за соответствующие периоды.

** При расчете доли компании в общемировом производстве в зависимости от специализации компании (горнодобывающая или специализирующаяся на производстве рафинированной меди, медного проката и изделий из меди) бралась либо доля в добыче, либо в производстве меди.

*** В качестве показателя производства меди по УГМК бралось производство катодной меди на АО «Уралэлектромедь».

зации продукции между отдельными компаниями достигает 15–20 раз, что ставит их в неравные условия с позиций конкурентной борьбы и обеспечения конкурентных преимуществ. Что касается УГМК, то масштабам своей деятельности она с выручкой от реализации продукции менее 10 млрд долл. является одной из самых небольших, существенно уступая ведущим кон-

курентам. Как следствие, возможности компании повлиять на ситуацию на международных рынках практически отсутствуют или очень ограничены. В то же время непосредственно по медному направлению УГМК занимает срединные позиции, имея с большей частью компаний сопоставимые показатели присутствия на медном рынке.

Таблица 2. Выручка от реализации продукции по крупнейшим компаниям – производителям меди и изделий из нее в 2017–2018 гг.

Table 2. Revenue from sales of products for the largest companies producing copper and its products in 2017–2018

Компания	Выручка, всего, млн долл.*		По медному направлению и доля медного направления в общей выручке			
	2017 г.	2018 г.	2017 г.		2018 г.	
			млн долл.	%	млн долл.	%
УГМК**, ***	6 546	7 561	4 019	61,4	4 232	56,0
«Норникель»	9 146	11 670	2 422	26,5	2 977	25,5
CODELCO	14 642	14 253	13 124	89,6	13 643	95,7
Glencore International AG	208 768	222 397	80 465****	38,5	83 365	37,5
Rio Tinto Group	40 030	40 522	4 842	12,1	6 468	16,0
Freeport-McMoRan	16 403	18 628	12 539	76,4	13 995	75,1
BHP Billiton	43 129	44 288	12 781	29,6	10 838	24,5
KGHM Polska Miedz S. A.	5 417	5 674	3 699	68,3	3 867	68,2
Antofagasta	4 749	4 733	4 073	85,8	3 915	82,7
Anglo American	28 650	30 196	4 233	14,8	5 168	17,1
Vale S.A.	33 967	36 575	2 204	6,5	2 093	5,7
Vedanta Resources Limited	15 294	14 031	5 111	33,4	2 622	18,7

Примечания:

* Для ряда компаний выручка от реализации продукции в отчетных документах приведена в евро. Перевод показателей в доллары США осуществлялся на основании средневзвешенного курса евро по отношению к доллару за рассматриваемые периоды.

** Ввиду отсутствия в открытом доступе отчетности УГМК по международным стандартам финансовой отчетности (МСФО) в качестве выручки от реализации продукции бралась сумма выручки по основным предприятиям компании, полученная на основании данных бухгалтерской отчетности.

*** Перевод выручки УГМК из российской валюты (рубли) в доллары США осуществлялся по средневзвешенным курсам рубля по отношению к доллару США за рассматриваемые периоды.

**** В качестве показателя выручки от реализации по медному направлению компании Glencore International AG была взята выручка по направлению металлы и минералы.

2. Рассматриваемые компании имеют различный уровень диверсификации деятельности. С одной стороны, крупнейшие компании (Glencore, Rio Tinto, BHP Billiton, Anglo American, Vale) являются крупными транснациональными корпорациями, развивающими несколько независимых друг от друга направлений деятельности (например, медь, никель, железная руда, уголь и т. д.) и имеющими производственные активы в различных странах мира и континентах. Как показывает практика, такие компании наиболее устойчивы к неблагоприятным изменениям конъюнктурных факторов.

С другой стороны, есть группа компаний, которые специализируются преимущественно на производстве меди и изделий из нее с низким уровнем диверсификации деятельности. Прежде всего в эту группу компаний следует включить CODELCO, Antofagasta, Freeport-McMoRan, KGHM и отчасти УГМК. Такие компании находятся в сильной зависимости от конъюнктуры цен на мировых медных рынках, и результирующие показатели их деятельности во многом определяются такой конъюнктурой. В таких условиях рациональным путем минимизации рисков и повышения конкурентоспособности компаний является удлинение технологической цепочки производства продукции, что даст возможность участвовать не только на сырьевых рынках, но и на рынках готовой продукции. В качестве другого пути минимизации рисков и упрочения рыночных позиций можно предложить диверсификацию медных активов и производств по различным странам и континентам с выходом на рынки медной продукции (в том числе продукции высокой степени готовности) этих стран.

3. С точки зрения привязки к странам, где рассмотренные компании ве-

дут свою деятельность, все компании можно разбить на три большие группы:

- **группа 1** – национальные компании, которые ведут свою производственную деятельность преимущественно или исключительно в стране регистрации. Из рассмотренных компаний в эту группу входят УГМК, РМК, CODELCO, Antofagasta, Jiangxi Copper. Зарубежные активы этих компаний минимальны и в основном включают торговые представительства;
- **группа 2** – национальные компании, имеющие существенные зарубежные активы по добыче и производству медной или другой продукции, но большая часть их производственных мощностей находится в стране регистрации. В число таких компаний входят «Норникель», KGHM, Vale S. A., Vedanta Resources;
- **группа 3** – крупнейшие транснациональные корпорации, ведущие свою производственную деятельность в различных странах и регионах мира. В эту группу компаний из рассмотренных выше входят: Glencore, Rio Tinto, BHP Billiton, Anglo American, Freeport-McMoRan, Aurubis AG.

Очевидно, что в силу более высокой географической диверсификации наиболее высокие конкурентные позиции у компаний 3-й группы, а наиболее слабые – у компаний 1-й группы.

В качестве исходной информации для проведения сравнительной оценки конкурентоспособности рассматриваемых компаний бралась их отчетность, размещенная в открытом доступе на официальных сайтах компании в сети Internet. Прежде всего в качестве отчетной документации рассматривались годовые отчеты компаний, консолидированная финансовая отчетность, от-

четы об устойчивом развитии, а также иные отчетные документы, касающиеся исходной информации по показателям конкурентоспособности, предоставляемым компаниями в открытом доступе.

Что касается УГМК, то консолидированная финансовая отчетность компании по международным стандартам финансовой отчетности (МСФО) в открытом доступе отсутствует. Поэтому при проведении расчетов сводная информация по компании формировалась как результирующий показатель по основным предприятиям компании, работающим в сфере производства меди и изделий из нее, а также управляющим компаниям в этой сфере (ООО «УГМК-ОЦМ», ООО «Холдинг Кабельный альянс», а в некоторых случаях ООО «УГМК-Холдинг»). При этом использовалась бухгалтерская отчетность предприятий УГМК по российским стандартам бухгалтерского учета, отчеты отдельных предприятий УГМК, размещенные в открытом доступе в Центре раскрытия корпоративной информации «Интерфакс», презентации техпромфинпланов предприятий УГМК на 2019–2020 гг., а также данные, содержащиеся в открытом доступе на официальных сайтах предприятий УГМК. Таким образом, сформированная информация отображает результаты и показатели деятельности по предприятиям медного комплекса УГМК, а в некоторых случаях – по компании в целом.

В силу информационных ограничений (отсутствия информации в отчетных данных компаний, имеющих в открытом доступе) не удалось произвести учет двух показателей конкурентоспособности, а именно: показатель степени износа основных фондов по основным предприятиям ПК ($K_{изн}$) и показатель затрат на исследования, разработки и инновации в расчете на 1 рубль

произведенной продукции ($K_{фин.инн}$). Отметим, что в силу специфики сравниваемых компаний, занимающихся в основном низкотехнологичными операциями, значимость второго показателя не так велика и его отсутствие при проведении оценки не окажет существенного влияния на получаемые результаты.

Отдельной задачей стало формирование базовых значений по отдельным показателям конкурентоспособности для рассматриваемых компаний. Учитывая, что каждая из компаний (или групп сходных компаний) имеет свою специфику, касающуюся основных направлений деятельности, уровня диверсификации производства, масштабов деятельности и др., базовые значения по каждому из показателей формировались индивидуально для каждой компании (групп сходных компаний). Более подробно обоснование базовых значений по каждому показателю конкурентоспособности представлено в [54] и ряде других работ авторского коллектива.

Оценка конкурентоспособности УГМК в сравнении с ведущими мировыми конкурентами проводилась за период 2010–2018 гг. Такой период, с одной стороны, позволяет оценить долгосрочную динамику конкурентоспособности компании в зависимости от влияния ключевых внешних факторов (в первую очередь, конъюнктуры мирового рынка меди). С другой – позволяет учесть и оценить конкурентные позиции компаний и их адаптационные возможности к динамично изменяющимся внешним условиям.

Результаты оценки по *показателю результативности производственно-хозяйственной деятельности компании* ($K_{ПК}$) показывают в целом неплохие результаты практически для всех рассматриваемых компаний. Так, по показателю операционной эффективности

деятельности компании ($K_{оп.эфф}$) по итогам 2018 г. все компании характеризовались значениями выше 1 (уровень конкурентоспособности выше базового уровня), что говорит в целом о высоком уровне их конкурентоспособности (рис. 3).

Вместе с тем, в сравнении с началом расчетного периода (2010–2012), оценки для большинства компаний по рассматриваемому обобщенному показателю $K_{ПК1}$ снизились. В первую очередь, это обусловлено общим сни-

жением уровня мировых цен на медь и другие цветные металлы по сравнению с начальным периодом. В тоже время наиболее неблагоприятным следует считать период 2014–2016 гг., когда наблюдалась падающая тенденция мировых цен на медь и другие металлы, и в 2016 г. они достигли своего минимального значения по большинству металлов, включая медь. Последовавшее после 2016 г. постепенное восстановление цен на мировых рынках металлов, соответственно, привело к росту

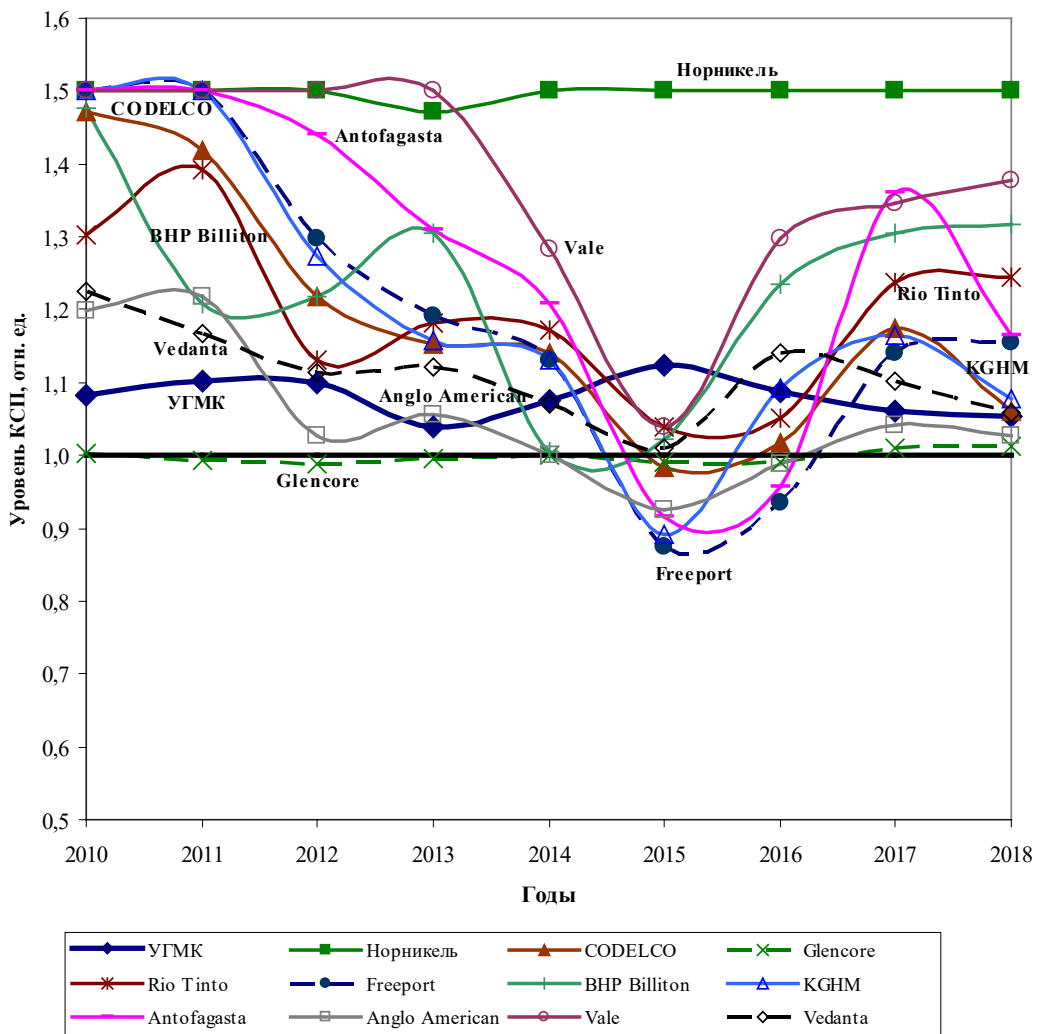


Рис. 3. Результаты оценки конкурентоспособности мировых компаний – производителей медной продукции по показателю операционной эффективности деятельности компании
Fig. 3. Results of the assessment of the competitiveness of global copper production companies in terms of operational efficiency of the company

показателей результативности производственно-хозяйственной деятельности компаний и в конечном итоге привело к восстановлению показателей их конкурентоспособности до приемлемых или высоких уровней.

Что касается УГМК, то полученные оценки показали, что результативность производственно-хозяйственной деятельности компании неуклонно снижалась. Прежде всего это связано с падением прибыли от продаж медной продукции компании, что в целом обусловлено не самой благоприятной конъюнктурой цен на медь на мировом и в значительной мере на внутривосточном рынке, который в последние годы находится в стагнирующем состоянии. По итогам 2018 г. УГМК оказалась одной из четырех компаний со значением $K_{ПК1}$ ниже 1 (0,997 в 2018 г.).

Ситуацию по показателю конкурентоспособности основных видов продукции компании ($K_{ПК2}$) во многом определило общее состояние мирового рынка меди, оцениваемое показателем состояния и динамики основных рынков, на которых работает компания ($K_{дин.рын}$), и позиция компании на мировом рынке меди, оцениваемая долей рынка, занимаемой компанией (коэффициент рыночной адаптивности) ($K_{РА}$). Учитывая, что на конец 2018 г. мировой рынок меди характеризовался в целом благоприятной ситуацией (среднегодовая цена на медь на LME в 2018 г. составила 6 525 руб./т, что выше базового значения в 5 800 руб./т), подавляющая часть компаний характеризовалась высокими уровнями (выше 1) конкурентоспособности по показателю $K_{ПК2}$.

Говоря об УГМК, следует сказать, что в последние годы компания уверенно контролирует 1,5–1,7% мирового рынка меди, что соответствует современным производственным мощностям компании.

Результаты оценки конкурентоспособности по показателю состояния и эффективности функционирования производственно-технологической базы компании ($K_{ПК3}$) показали невысокие результаты для российских компаний (УГМК и «Норникель», рис. 4). В первую очередь такая ситуация сложилась из-за низкой производительности труда, которая существенно уступает ведущим зарубежным компаниям, что является большим местом не только для рассматриваемых российских компаний, но и для всей экономики страны в целом. Выход из создавшейся ситуации видится прежде всего во внедрении современных видов оборудования и технологических процессов на всех стадиях добычи и переработки медного сырья, совершенствовании управления и оптимизации численности работающих на российских предприятиях, повышении норм труда и др.

Что касается показателя уровня энергоемкости производства в компании ($K_{эн.емк}$), то в данном направлении практически все рассматриваемые компании, включая УГМК, в последние годы реализуют политику повышения энергоэффективности и, соответственно, характеризуются высокими уровнями конкурентоспособности по показателю.

Оценка ситуации по показателю инвестиционной и инновационной активности в компании ($K_{ПК4}$) в силу информационных ограничений проводилась только на основании одного частного показателя – уровня инвестирования компании ($K_{инв}$). Как следствие, результаты оценок по этому показателю совпадают с результатами расчетов по сводному показателю $K_{ПК4}$.

Результаты оценки показали, что уровень инвестирования УГМК существенно ниже, чем у других компаний. За последние 5 лет значение показате-

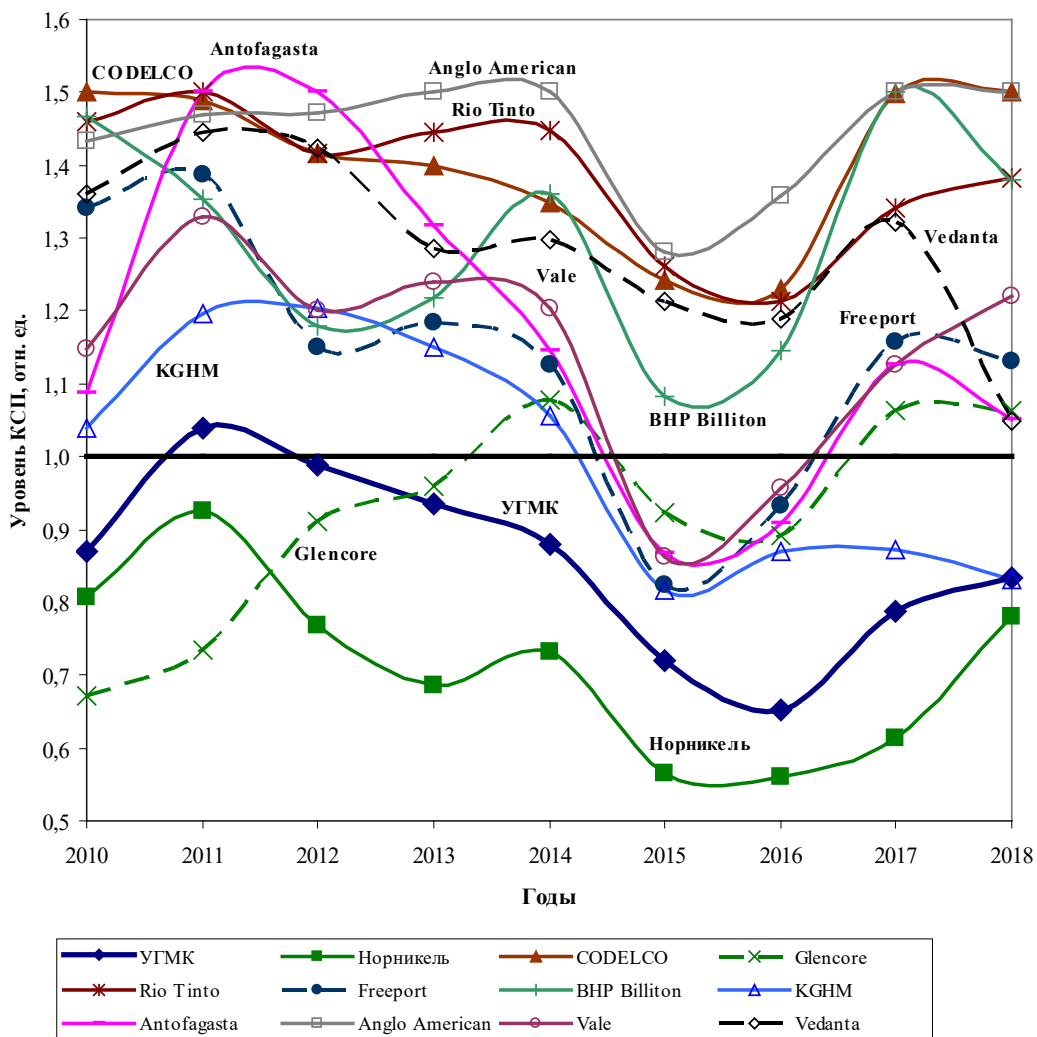


Рис. 4. Результаты оценки конкурентоспособности мировых компаний – производителей медной продукции по показателю состояния и эффективности функционирования производственно-технологической базы компании ($K_{ПКЗ}$)

Fig. 4. Results of the assessment of the competitiveness of the world companies-producers of copper products in terms of the state and efficiency of the company's production and technological base

ля для медного направления компании не превышало 7% (6,7% в 2018 г.), в то время как в других компаниях отношение объема инвестиций к выручке от реализации выше 10, а во многих случаях – и 20%. Такая ситуация прежде всего является следствием невысокой результативности производственной деятельности УГМК, связанной с существенным падением мировых цен на медь в 2014–2016 гг.

На основании оценок по отдельным показателям конкурентоспособности $K_{ПК1} - K_{ПК4}$ была получена комплексная (результатирующая) оценка конкурентоспособности рассматриваемых компаний (рис. 5), обобщающая оценки по всем показателям. Как показывают полученные результаты по итогам 2018 г., все компании, кроме УГМК и Vedanta, имели оценки конкурентоспособности выше базового

уровня, что свидетельствует о достаточно высоком уровне конкурентоспособности. Наиболее высоким уровнем конкурентоспособности характеризовались компании RioTinto (1,361), BHP Billiton (1,349) и Vale (1,289), то есть компании с широкой диверсификацией деятельности, развивающие одновременно несколько крупных направлений деятельности.

Следует также отметить, что наиболее неблагоприятными для компаний были 2015–2016 гг. (период минималь-

ных мировых цен на медь) за последнее десятилетие. В эти годы многие компании имели невысокие оценки конкурентоспособности, ниже базового уровня (менее 1). Такая ситуация является подтверждением факта, что наиболее существенной характеристикой, определяющей конкурентоспособность горнодобывающих компаний, является конъюнктура цен на мировых рынках металлов.

Что касается УГМК, то ее комплексная оценка конкурентоспособно-

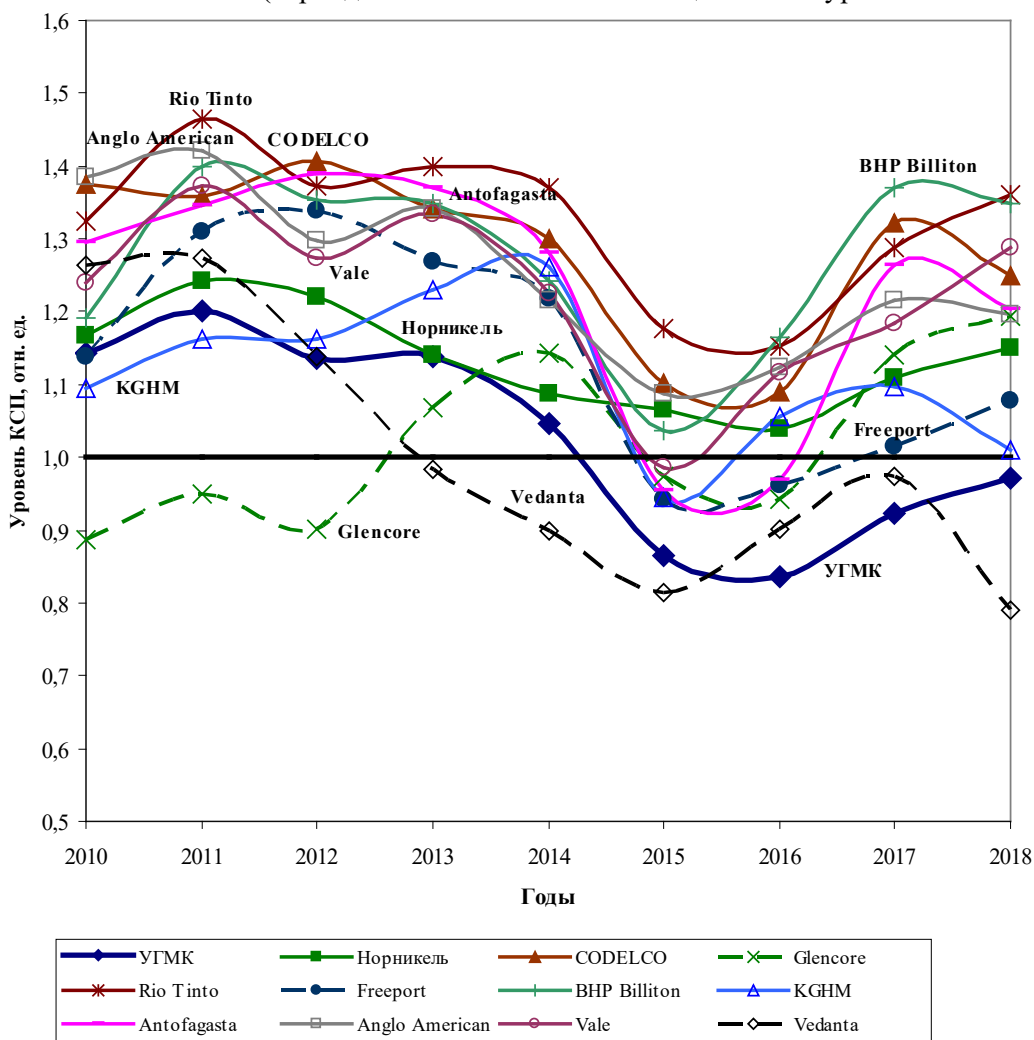


Рис. 5. Комплексная оценка конкурентоспособности мировых компаний – производителей медной продукции в 2010–2018 гг.

Fig. 5. Comprehensive assessment of the competitiveness of global copper production companies in 2010–2018

сти в 2018 г. была немного ниже базового уровня (0,971), но в целом можно сказать, что конкурентоспособность компании находится на достаточном уровне и сопоставима с большинством других компаний, что позволяет ей успешно конкурировать с ними. Среди наиболее проблемных мест в конкурентоспособности компании в последние годы, как отмечалось ранее, являются низкий уровень производительности труда, невысокий уровень инвестирования, а также снижение показателей результативности производственно-хозяйственной деятельности компании. Также одной из проблем компании являются недостаточные запасы и объемы месторождений медных руд, что не дает возможности УГМК наращивать объемы своего присутствия на мировых рынках меди.

Подытоживая результаты оценки конкурентоспособности УГМК и других ведущих мировых компаний – производителей медной продукции, можно сказать, что предложенная в работе методика оценки конкурентоспособности ПК обеспечивает возможность получить достаточно информативные результаты, характеризующие положение компании на конкурентном поле. Состав показателей и их иерархия позволяют от общих показателей перейти к более частным и на их основе провести факторный анализ текущего уровня конкурентоспособности ПК.

Оценка уровня конкурентоспособности таких структур на фоне ведущих зарубежных компаний-конкурентов дает информационную базу для проведения всестороннего анализа, выявления сильных и слабых сторон их деятельности, составления перспективных программ развития и, как следствие, принятия соответствующих управленческих решений.

4.2. Кратко- и среднесрочные прогнозные оценки конкурентоспособности УГМК

Проведенная оценка конкурентоспособности показала относительно невысокий ее уровень для УГМК в сравнении с компаниями-конкурентами. Как следствие, для обеспечения устойчивого развития и повышения уровня конкурентоспособности компании должен быть реализован ряд крупных инвестиционных проектов, отвечающих стратегическим целям компании. В первую очередь, такие проекты должны быть связаны с модернизацией и реконструкцией отдельных видов производства, энергосбережением и повышением энергоэффективности производственной деятельности и природоохранными мероприятиями. Характеристика основных проектов, направленных на развитие и повышение конкурентоспособности УГМК, представлена в табл. 3.

Планируется, что в результате реализации намеченных программ удастся добиться важнейших показателей деятельности компании:

- развитие рудосырьевой базы компании;
- повышение эффективности деятельности за счет комплексного использования сырья и отходов (с целью дальнейшей переработки);
- снижение потребления энергоресурсов и повышения энергетической эффективности благодаря внедрению энергоэффективных технологий;
- увеличение объемов производства и реализации продукции вследствие модернизации производства;
- увеличение конкурентоспособности продукции в результате приобретения нового и эффективного оборудования;
- снижение экологических рисков в связи с модернизацией сернокислотного производства.

Для непосредственного прогнозирования показателей конкурентоспособности УГМК использовалось экономико-статистическое моделирование. При этом процесс построения прогноза включал следующие этапы:

1. Отбор состава переменных, в зависимости от которых моделируются требуемые показатели (показатель) – влияющие факторы, которые являются показателями внешних условий развития. Простейшим подходом к решению поставленной задачи является расчет коэффициента парной корреляции между предварительно отобранными показателями и оценка его значения.

2. Построение экономико-статистических моделей для требуемых показателей конкурентоспособности ПК и оценка их надежности и качества.

Для построения требуемых моделей предлагается подход, связанный с выделением главного показателя группы (показателя-лидера) с последующим прогнозированием других показателей в зависимости от показателя-лидера. Основная суть предлагаемого подхода: среди нескольких показателей группы выделяется показатель-лидер, от которого зависят все остальные показатели; выполняется прогнозирование показателя-лидера в зависимости от влияющих факторов; далее осуществляется прогнозирование всех остальных показателей группы по моделям-зависимостям этих показателей от показателя-лидера.

3. Непосредственный прогноз показателей конкурентоспособности компании.

Прогноз показателей конкурентоспособности УГМК выполнялся на период 2020–2022 гг. При моделировании показателей в качестве влияющих факторов предварительно были отобраны следующие:

– средневзвешенная цена на медь на мировом рынке (X_1);

– темп роста мирового ВВП, в % (X_2);

– мировая цена на нефть марки Brent (X_3);

– общемировая добыча меди относительно 18 500 тыс. тонн в год, в % (X_4);

– средневзвешенный курс доллара к рублю (X_5);

– баланс рынка меди (X_6);

– показатель состояния и динамики основных рынков, отн. ед. (X_7);

– степени износа ОС в экономике России, в % (X_8);

– объем инвестиций компаний относительно базового уровня, в отн. ед. (X_9).

При моделировании для расширения объемов выборочной совокупности и выявления устойчивых связей между показателями исходные данные брались не только по УГМК, но и по другим компаниям, специализирующимся преимущественно на производстве меди и изделий из нее, а именно CODELCO, Freeport, KGHM, Antofagasta. При этом для построения моделей исходная совокупность наблюдений по рассматриваемым показателям и показателям конкурентоспособности по каждой из компаний бралась за период 2012–2018 гг.

Проведенный корреляционный анализ показал, что среди показателей конкурентоспособности в качестве показателей-лидеров (показатели, имеющие наибольшее число сильных корреляционных связей с другими показателями) выступали следующие: показатель операционной эффективности по основным предприятиям ПК (Коп.эфф), показатель уровня энергоемкости производства в ПК (Кэн.емк) и показатель уровня инвестирования предприятий ПК (Кинв).

Анализ корреляционных связей между показателями лидерами и влияющими факторами показал, что достаточно сильная корреляционная связь по-

Таблица 3. Характеристика основных проектов, направленных на решение задач развития и повышения конкурентоспособности УГМК

Table 3. Characteristics of the main projects aimed at solving the problems of development and increasing the competitiveness of UMMC

№	Предприятие	Наименование проекта	Цель проекта	Сроки реализации	Общая прогнозируемая стоимость, млн руб.	Ожидаемые результаты
Развитие рудосырьевой базы						
1	ПАО «Гайский ГОК»	Развитие подземного рудника	1. Увеличение производительности подземного рудника комбината. 2. Увеличение мощности обогатительной фабрики по переработке руды	2003–2022	49 388	1. Рост объема добычи в подземном руднике до 9 200 тыс. тонн в год (2016 г. – 6 500 тыс. тонн). 2. Рост мощности обогатительной фабрики по переработке руды до 10 000 тыс. тонн в год (2016 г. – 9 300 тыс. тонн)
2	ООО «Башкирская Медь»	Разработка месторождения и строительство подземного рудника на месторождении «Юбилейное»	1. Расширение горной базы. 2. Увеличение мощности по добыче руды	2007–2030	45 812	Рост объема добычи в подземном руднике до 3 000 тыс. тонн в год (до реализации проекта – 700 тыс. тонн)
3	АО «Учалинский ГОК»	Отработка запасов на Ново-Учалинском месторождении	Увеличение добычи руды	2008–2027	8 184	Рост объема добычи руды до 4 500 тыс. тонн в год (в настоящее время – 400 тыс. тонн)
4	АО «Сафьяновская Медь»	Вскрытие и отработка глубоких горизонтов Сафьяновского месторождения	Увеличение производственной мощности по добыче руды	2011–2023	6 071	Рост объема добычи руды до 700 тыс. тонн

Окончание табл. 3

End of table 3

№	Предприятие	Наименование проекта	Цель проекта	Сроки реализации	Общая прогнозируемая стоимость, млн руб.	Ожидаемые результаты
5	ЗАО «Бурибаевский ГОК»	Вскрытие и отработка запасов Октябрьского месторождения ниже горизонта 300 мм	Увеличение производственной мощности по добыче руды	2007–2024	3 572	Рост объема добычи руды
Развитие металлургических производств						
6	АО «Уралэлектромедь»	Строительство второй и третьей очереди цеха электролиза меди	1. Развитие производственных мощностей. 2. Замещение морально и физически устаревших мощностей	2014–2022	8 725	Увеличение мощности по производству катодной меди до 320 тыс. тонн в год после реализации второй очереди и до 400 тыс. тонн в год после реализации третьей очереди (до реализации проекта – 160 тыс. тонн)
7	ОАО «Святогор»	Реконструкция металлургического производства «Ausmelt»	Реконструкции химико-металлургического производства с внедрением технологии Ausmelt	2013–2020	7 527	Увеличение выпуска черновой меди на 25%
Развитие перерабатывающего комплекса						
8	ОАО «Кировский завод ОЦМ»	Модернизация прокатно-заготовительных мощностей	Совершенствование качественных характеристик проката цветных металлов	2012–2020	2 070	Сокращение срока изготовления продукции, повышение эффективности производства и снижение непроизводительных затрат

казателя операционной эффективности по основным предприятиям ПК наблюдается с показателем состояния и динамики основных рынков (отношение текущей цены на медь к наиболее комфортной цене (в качестве комфортной рассматривалась цена 5 800 долл./т) (X_7), в меньшей мере такая связь есть с показателем темпа роста мирового ВВП (X_2). Для показателя уровня энергоёмкости производства в ПК сильная корреляционная связь также наблюдается с показателем X_7 и менее слабая – с показателем степень износа основных средств в экономике России (X_8). Наконец, показатель уровня инвестирования предприятий ПК имеет сильную корреляционную связь с показателем объема инвестиций компаний относительно базового уровня (X_9). Остальные влияющие факторы (X_1, X_3, X_4, X_5, X_6) имели либо слабую связь с показателями-лидерами, либо имели мультиколлинеарные связи с другими факторами, поэтому включение их в прогнозную модель не имело никакого смысла.

Полученные модели зависимости показателей-лидеров от влияющих факторов приведены в табл. 4.

В табл. 5 представлен прогноз показателей конкурентоспособности УГМК на период 2020–2022 гг., выполненный с использованием рассмотренного выше подхода. Как показали по-

лученные результаты, из-за пандемии Covid-19 по итогам 2020 г. ожидается снижение показателей конкурентоспособности компании. В первую очередь такая ситуация связана с провалом мировой экономики в целом и, соответственно, мировых сырьевых рынков.

Выход на докризисный уровень ожидается только к 2022 году. Показатель уровня конкурентоспособности УГМК в период 2020–2022 гг. будет расти за счет реализации проектов по увеличению добычи руды и в связи с введением в эксплуатацию второй и третьей очереди нового цеха «Уралэлектромедь», а также благодаря реализации ряда мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

5. Основные выводы

В статье продемонстрирован подход к исследованию конкурентоспособности крупных производственных структур, комплексно охватывающий их деятельность по целому ряду ключевых направлений и соответствующих показателей. Полученные результаты позволяют отметить следующее:

1. На современном этапе развития мировой экономики существенную и во многом определяющую роль в функционировании субъектов экономической деятельности играют глоба-

Таблица 4. Модели зависимости показателей-лидеров от влияющих факторов
Table 4. Models of dependence of leading indicators on influencing factors

Показатель-лидер	Влияющие факторы	Уравнение зависимости
Показатель операционной эффективности по основным предприятиям ПК	$Y=f(X_2, X_7)$	$Y=0,02X_2 + 0,59X_7 + 0,64$
Показатель уровня энергоёмкости производства в ПК	$Y=f(X_7, X_8)$	$Y=419,84-175,44X_7-0,89X_8$
Показатель уровня инвестирования предприятий ПК	$Y=f(X_9)$	$Y=0,15X_9 + 3,28$

Таблица 5. Прогнозные значения показателей конкурентоспособности УГМК в период 2020–2022 гг., отн. ед.

Table 5. Forecast values of UMMC's competitiveness indicators for the period 2020–2022

Показатель	Пессимистический сценарий			Вероятностный сценарий			Оптимистический сценарий		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Показатель результативности производственно-хозяйственной деятельности ПК ($K_{ПК1}$)									
Показатель операционной эффективности по основным предприятиям ПК ($K_{оп.эфф}$)	1,05	1,07	1,12	1,07	1,10	1,14	1,12	1,14	1,20
Показатель рентабельности активов по основным предприятиям ПК ($K_{рент. акт}$)	1,11	1,18	1,37	1,18	1,30	1,42	1,35	1,45	1,50
Показатель рентабельности продаж по основным предприятиям ПК ($K_{рент. прод}$)	1,09	1,20	1,50	1,20	1,39	1,50	1,47	1,50	1,50
$K_{ПК1}$ в целом	1,08	1,15	1,32	1,15	1,26	1,34	1,30	1,36	1,39
Показатель конкурентоспособности основных видов продукции ПК ($K_{ПК2}$)									
Показатель состояния и динамики основных рынков, на которых работают предприятия ПК ($K_{дин. рын}$)	0,91	0,95	1,02	0,95	1,02	1,06	1,05	1,11	1,23
Показатель доли рынка, занимаемой предприятиями ПК (КРА)	0,89	0,93	1,01	1,05	1,15	1,20	1,07	1,23	1,29
$K_{ПК2}$ в целом	0,90	0,94	1,01	1,00	1,08	1,13	1,07	1,17	1,26
Показатель состояния и эффективности функционирования производственно-технологической базы ПК ($K_{ПК3}$)									
Показатель уровня энергоёмкости производства в ПК ($K_{эн. емк}$)	0,92	0,99	1,08	0,99	1,02	1,07	1,03	1,08	1,12
Показатель производительности труда по основным предприятиям ПК ($K_{пт}$)	0,45	0,52	0,61	0,52	0,55	0,61	0,56	0,61	0,64
$K_{ПК3}$ в целом	0,64	0,72	0,81	0,72	0,75	0,81	0,76	0,81	0,85

Окончание табл. 5

End of table 5

Показатель	Пессимистический сценарий			Вероятностный сценарий			Оптимистический сценарий		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Показатель инвестиционной и инновационной активности в ПК ($K_{ПК4}$)									
Показатель уровня инвестирования предприятий ПК ($K_{инв}$)	0,61	0,67	0,76	0,68	0,71	0,76	0,71	0,76	0,80
$K_{ПК4}$ в целом	0,61	0,67	0,76	0,68	0,71	0,76	0,71	0,76	0,80
Комплексный (интегральный) показатель конкурентоспособности ($K_{ПК}$)	0,79	0,85	0,96	0,86	0,92	0,98	0,93	1,00	1,04

лизационные преобразования экономического пространства. Результатом протекания указанных процессов становится формирование крупных современных производственных комплексов с образованием устойчивых кооперационных связей и выстраиванием единых технологических потоков изготовления продукции. Такие крупные интегрированные структуры хозяйствующих субъектов во многом и определяют на сегодняшний день ситуацию на рынках, являясь ключевыми участниками рыночных процессов.

2. Важнейшей задачей является определение уровня конкурентоспособности крупного производственного комплекса, анализ его зависимости от различных показателей производственно-хозяйственной деятельности, что, в свою очередь, требует разработки научно-методического подхода к оценке и прогнозированию конкурентоспособности производственного комплекса, учитывающего влияние на нее комплекса внутренних факторов и факторов внешней среды. Центральным местом такого подхода является методический инструментарий многофакторной оценки конкурентоспособности

производственного комплекса, который объединяет в себе различные характеристики, оценивающие текущее состояние и жизнеспособность производственного комплекса, а также перспективы и возможности его будущего развития. В результате оценки конкурентоспособности производственного комплекса устанавливаются стратегические ориентиры его развития, что является основой для разработки соответствующих инвестиционных планов и проектов.

Интегральный показатель уровня конкурентоспособности производственного комплекса, получаемый в результате использования методики, позволяет проводить анализ эффективности деятельности исследуемого производственного комплекса в сравнении с реально действующими на рынке конкурентами. На основе сопоставления уровня конкурентоспособности исследуемого производственного комплекса и аналогичных показателей конкурентов выстраивается программа развития, призванная улучшить конкурентные позиции этого производственного комплекса. Отмеченная программа должна содержать предла-

гаемый комплекс мероприятий, направленный на достижение целевых показателей деятельности производственного комплекса. Целевыми эти показатели являются в силу того, что именно их изменение в рассматриваемый период времени оказывает наиболее сильное влияние на уровень конкурентоспособности исследуемого производственного комплекса.

3. Формирование прогнозных стратегий развития производственного комплекса связано с прогнозированием конкурентоспособности производственного комплекса в среднесрочной и долгосрочной перспективе. При прогнозировании учитываются сценарные условия тенденций развития отечественной и мировой экономики, состояние рынков сбыта продукции, а также уровень цен на материалы и комплектующие изделия; результаты оценки показателей конкурентоспособности производственного комплекса и его предприятий на отчетную дату и оптимальный портфель инвестиционных проектов развития производственного комплекса и его предприятий. В процессе прогнозирования строятся экономико-статистические модели зависимости важнейших показателей деятельности производственного комплекса от показателей, определенных в сценарных условиях развития экономики. Далее моделируются значения ключевых показателей в результате реализации проектов развития и строится прогноз конкурентного положения

производственного комплекса на рынках сбыта.

4. Апробация разработанного методического инструментария к оценке и прогнозированию конкурентоспособности крупных производственных комплексов (компаний) была проведена на примере одного из крупнейших производственных комплексов России – Уральской горно-металлургической компании и показала его практическую целесообразность. Показано, что использование разработанного методического инструментария позволяет принимать обоснованные управленческие решения, нацеленные на развитие компании с учетом проработки ее рыночной конкурентоспособности.

В целом можно сказать, что поставленная в работе цель и научная гипотеза нашли свое подтверждение и предлагаемый в работе методический инструментарий может быть эффективно использован для решения задач стратегического развития и повышения конкурентоспособности крупных компаний и производственных комплексов.

Отметим, что предлагаемый подход, на наш взгляд, имеет универсальный характер и предполагает широкие возможности применения как для аналитических и управленческих служб различных хозяйствующих субъектов, так и для органов власти всех уровней при решении задач экономического развития страны и ее регионов.

Список использованных источников

1. Boston Consulting Group Staff. Perspectives on Experience. Boston: Boston Consulting Group Staff, 1968. Pp. 40–65.
2. Арутюнова Д. В. Стратегический менеджмент: учеб. пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 1220 с.
3. Портер М. Э. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 454 с.
4. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989. 519 с.

5. Dyer J. H., Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage // *Academy of Management Review*. 1998. Vol. 23, Issue 4. Pp. 660–679. DOI: 10.2307/259056.
6. Mahnkcen T. G., Alto P. Competitive Strategies for the 21st Century: Theory, History and Practice. Stanford University Press, 2012. 344 p.
7. Joshi D., Nepal B., Rathore A. P. S., Sharma D. On supply chain competitiveness of Indian automotive component manufacturing industry // *International Journal of Production Economics*. 2013. Vol. 143, Issue 1. Pp. 151–161. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.12.023.
8. Liu Y. Sustainable competitive advantage in turbulent business environments // *International Journal of Production Research*. 2013. Vol. 51, Issue 10. Pp. 2821–2841. DOI: 10.1080/00207543.2012.720392.
9. Hagen B., Zucchella A., Cerchiello P., De Giovanni N. International strategy and performance—Clustering strategic types of SMEs // *International Business Review*. 2012. Vol. 21, Issue 3. Pp. 369–382. DOI: 10.1108/sd.2012.05628haa.007.
10. Olivier A., Dayan A., Ourset R. *Le Marketing International*. Paris: Presses Univ. de France, 1990. 126 p.
11. Акифьева В. А., Батова Т. Н. Определение конкурентоспособности предприятия на основе приведения значений отдельных показателей к единой шкале измерения // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 5. С. 351–356.
12. Герчицова И. Н. Анализ основных экономических показателей хозяйственной деятельности фирм // *Маркетинг*. 1996. № 6. С. 82–93.
13. Голубков Е. П. *Основы маркетинга* : учебник. М.: Финпресс, 1999. 656 с.
14. Долинская М. Г., Соловьев И. А. *Управление качеством продукции и маркетинг*. М.: Научные труды, 1987. 559 с.
15. Lau A. K. W., Baark E., Lo W. L. W., Sharif N. The effects of innovation sources and capabilities on product competitiveness in Hong Kong and the Pearl River Delta // *Asian Journal of Technology Innovation*. 2013. Vol. 21, Issue 2. Pp. 220–236. DOI:10.1504/IJTM.2012.047244.
16. Белоусов В. Л. Анализ конкурентоспособности фирмы // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2001. № 5 (25). С. 29–36.
17. Гличев А. В. *Основы управления качеством продукции*. М.: Гардарики, 2001. 424 с.
18. Зулкарнаев И. У., Ильясова Л. Р. Метод расчета интегральной конкурентоспособности промышленных, торговых и финансовых предприятий // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2001. № 4. С. 21–25.
19. Окрепилов В. В. *Управление качеством и конкурентоспособностью* : учеб. пособие. СПб.: СПбУЭФ, 1997. 259 с.
20. Добровенский В. С., Шевелев В. А. *Обеспечение доходности предприятия*. М.: ПРОМО-МЕДИА, 1995. 180 с.
21. Таран В. А. Конкурентоспособность предприятий: проблемы современной политики и стратегия в области качества // *Машиностроитель*. 1998. № 2. С. 6–12.
22. Фасхиев Х. А., Попова Е. В. Как измерить конкурентоспособность предприятия? // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2003. № 4. С. 53–68.
23. Яковец Ю. В., Кушлин В. И., Фоломьев А. Н., Гапоненко Н. В. и др. *Теория и механизм инноваций в рыночной экономике*. М.: Международный фонд Н. Д. Кондратьева, 1997. 183 с.
24. Портер М. *Конкуренция: обновленное и расширенное издание* / пер. с англ. М.: ИД «Вильямс», 2010. 592 с.
25. Щиборщ К. В. Сравнительный анализ конкурентоспособности и финансового состояния предприятий отрасли и/или региона // *Маркетинг в России и за рубежом*. 2000. № 5. С. 92–111.
26. Млоток Е. *Принципы маркетингового исследования конкуренции на рынке*. М.: Прогресс, 2005. 33 с.

27. Белоусов И. И. Управление конкурентоспособностью промышленного предприятия : дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Москва, 2007. 151 с.
28. Криворотов В. В. Методология формирования механизма управления конкурентоспособностью предприятия. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 238 с.
29. Воронов Д. С., Криворотов В. В. Конкурентоспособность предприятия: оценка, анализ, пути повышения. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 96 с.
30. Забелин П. В., Мусеева Н. К. Основы стратегического управления. М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1998. 195 с.
31. Мазилкина Е. И., Паничкина Г. Г. Управление конкурентоспособностью : учеб. пособие. М.: Омега-Л, 2007. 325 с.
32. Философова Т. Г., Быков В. А. Конкуренция и конкурентоспособность. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 271 с.
33. Chatzoglou P., Chatzoudes D. The role of innovation in building competitive advantages: an empirical investigation // *European Journal of Innovation Management*. 2018. Vol. 21, Issue 1. Pp. 44–69. DOI: 10.1108/EJIM-02-2017-0015.
34. Fetscherin M., Alon I., Johnson J. P., Pillania R. K. Export competitiveness patterns in Indian industries // *Competitiveness Review*. 2012. Vol. 22, Issue 3. Pp. 188–206. DOI: 10.1108/10595421211229637.
35. Hornianschi N. Competitiveness of Romanian manufacturing industry // *Procedia Economics and Finance*. 2014. Vol. 8, Issue 1. Pp. 370–379. DOI: 10.1016/s2212-5671(14)00103-8.
36. Hung S.-C., Hung S.-W., Lin M.-J. J. Are alliances a panacea for SMEs? The achievement of competitive priorities and firm performance // *Total Quality Management and Business Excellence*. 2015. Vol. 26, Issue 1–2. Pp. 190–202. DOI: 10.4236/ajibm.2015.55031.
37. Kitson M., Martin R., Tyler P. Regional competitiveness: An elusive yet key concept? // *Regional Studies*. 2004. Vol. 38, Issue 9. Pp. 991–999. DOI: 10.1080/0034340042000320816.
38. de Brito R. P., de Brito L. A. L. Competitive Advantage, Creation Of Value And Their Effects On Financial Performance // *RAE Revista de Administracao de Empresas*. 2012. Vol. 52, Issue 1. Pp. 70–84.
39. Коупленд Т., Колер Т., Мурын Д. Стоимость компаний: оценка и управление / пер. с англ. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 576 с.
40. Скотт М. Факторы стоимости: Руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2000. 432 с.
41. Есипов В. Е., Маховикова Г. А., Терехова В. В. Оценка бизнеса. 2-е изд. СПб.: Питер, 2006. 464 с.
42. Высоцкая Т. П. Метод реальных опционов в оценке стоимости инвестиционных проектов // *Финансовый менеджмент*. 2006. № 2. С. 84–95.
43. Von Neumann J., Morgenstern O. *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press, 1944.
44. Nash J. F. Equilibrium Points in N-person Games // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1950. Vol. 36, Issue 1. Pp. 48–49. DOI: 10.1073/pnas.36.1.48.
45. Nash J. F. The Bargaining Problem // *Econometrica*. 1950. Vol. 18. Pp. 155–162. DOI: 10.2307/1907266.
46. Nash J. F. Non-Cooperative Games // *Annals of Mathematics*. 1951. Vol. 54. Pp. 286–295. DOI: 10.2307/1969529.
47. Экономическая стратегия фирмы : учеб. пособие / под ред. А. П. Градова. 3-е изд., испр. СПб.: Спец-Лит, 2000. 589 с.
48. Doberman B., Gatingnon H., Sargsyan G. Using Attraction Models for Competitive Optimization: Pitfalls to avoid and Conditions to Check. INSEAD Working Papers, 2006/27/ MKT. 31 p.

49. *Kadiyali V., Sudhir K., Vithala R.* Structural Analysis of Competitive Behavior: New Empirical Industrial Organization // *Methods in Marketing. International Journal of Research in Marketing.* 2001. Vol. 18. Pp. 161–186. DOI: 10.1016/S0167–8116 (01) 00031-3.

50. *Sriram S., Kadiyali V.* Channel Responses to Brand Introductions: An Empirical Investigation // *Johnson School Research Paper Series.* No. 14–07. Cornell University, 2007. 31 p.

51. *Лапыгин Ю. Н., Крылов В. Е., Чернявский А. П.* Экономическое прогнозирование : учеб. пособие. М.: Эксмо, 2009. 256 с.

52. *Матвеев Н. С.* Сценарный подход в прогнозировании показателей национальной экономики // *Современные научные исследования и инновации.* 2012. № 6 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/06/15630>.

53. *Криворотов В. В., Третьяков В. Д., Калина А. В., Ерыпалов С. Е., Патрушев А. В.* Оценка конкурентоспособности производственных комплексов. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2016. 242 с.

54. *Ерыпалов С. Е.* Оценка и обеспечение конкурентоспособности производственных комплексов: монография. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2020. 359 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Криворотов Вадим Васильевич

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической безопасности производственных комплексов Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0002-7066-0325; e-mail: v_krivorotov@mail.ru.

Калина Алексей Владимирович

Кандидат технических наук, доцент кафедры экономической безопасности производственных комплексов Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0003-0376-2505; e-mail: alexkalina74@mail.ru.

Ерыпалов Сергей Евгеньевич

Кандидат экономических наук, директор по капитальному строительству и инвестициям Уральской горно-металлургической компании, г. Верхняя Пышма, Россия (624091, Свердловская область, г. Верхняя Пышма, Успенский проспект, д. 1); ORCID 0000–0003–4630–300X; e-mail: ese62@rambler.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Криворотов В. В., Калина А. В., Ерыпалов С. Е. Оценка конкурентоспособности производственных комплексов (на примере крупнейших медных компаний) // *Journal of Applied Economic Research.* 2020. Т. 19, № 3. С. 251–285. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.013.


ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 23 июля 2020 г.; дата поступления после рецензирования 20 августа 2020 г.; дата принятия к печати 1 сентября 2020 г.

Assessment of the Competitiveness of Industrial Complexes (On the Example of the Largest Copper Companies)

V. V. Krivorotov¹ , A. V. Kalina¹  , S. E. Erypalov² 

¹Ural Federal University
named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

²Ural Mining Metallurgical Company – Holding Corporation
Verkhnyaya Pyshma, Russia
 alexkalina74@mail.ru

Abstract. The purpose of this research is to develop methodological tools that underlie the strategic development of large industrial complexes (companies) based on the assessment, analysis and forecasting of its competitiveness indicators. It is shown that in the context of globalization, the main engines of development of the world economy and the economies of individual countries and regions are large integrated structures—multinational companies and corporations and similar associations, which are considered as industrial complexes. The authors suggest that competitiveness is viewed at as one of the most important characteristics of the activity of such structures in modern conditions, well as the prospects and opportunities for development in the forecast period. The analysis of modern approaches to assessing the competitiveness of enterprises and industrial complexes has delivered a variety of methods and approaches and the lack of a single universal approach. A method for assessing the competitiveness of the industrial complex is proposed, based on comparative analysis of the object under study with leading competitors on a wide range of indicators and characteristics covering various aspects of the complex's activities, as well as environmental conditions; the block structure and composition of indicators of the competitiveness of the industrial complex are formed. A methodological approach to predicting the competitiveness of the industrial complex is developed, based on the scenario approach and the use of economic and mathematical modeling methods, taking into account the conditions and characteristics of the key sales markets of the industrial complex. Using the developed methodological tools, the assessment of the competitiveness of the largest Russian metallurgical company—the Ural mining and metallurgical company in comparison with the world's leading copper production companies was carried out. The analysis of the company's competitive positions is carried out, on the basis of which a list of the most significant projects for the development of the company, which give the greatest increase in its competitiveness, is formed. A forecast assessment of the competitiveness indicators of the Ural mining and metallurgical company for the period up to 2022 was made, which allows evaluating the effectiveness of the proposed measures.

Key words: competitiveness; indicators of competitiveness; industrial complex; world copper market; copper companies; comparative assessment; forecasting of indicators.

JEL L16, L61

References

1. Boston Consulting Group Staff. Perspectives on Experience (1968). Boston, Boston Consulting Group Staff, 40–65.
2. Arutyunova, D. V. (2010). *Strategicheskii menedzhment* [Strategic Management]. Taganrog, Taganrog Technology Institute of Southern Federal University. (In Russ.).

3. Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York, Free Press.
4. Ansoff, I. (2007). *Strategic Management*. Springer.
5. Dyer, J.H., Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of Management Review*, Vol. 23, Issue 4, 660–679. DOI: 10.2307/259056.
6. Mahnkcn, T. G., Alto, P. (2012). *Competitive Strategies for the 21st Century: Theory, History and Practice*. Stanford University Press, 344 p.
7. Joshi, D., Nepal, B., Rathore, A.P.S., Sharma, D. (2013). On supply chain competitiveness of Indian automotive component manufacturing industry. *International Journal of Production Economics*, Vol. 143, Issue 1, 151–161. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.12.023.
8. Liu, Y. (2013). Sustainable competitive advantage in turbulent business environments. *International Journal of Production Research*, Vol. 51, Issue 10, 2821–2841. DOI: 10.1080/00207543.2012.720392.
9. Hagen, B., Zucchella, A., Cerchiello, P., De Giovanni, N. (2012). International strategy and performance-Clustering strategic types of SMEs. *International Business Review*, Vol. 21, Issue 3, 369–382. DOI: 10.1108/sd.2012.05628haa.007.
10. Olivier, A., Dayan, A., Ourset, R. (1990). *Le Marketing International*. Paris, Presses Univ. de France, 126 p.
11. Akifyeva, V. A., Batova, T. N. (2015). Opredelenie konkurentosposobnosti predpriiatiia na osnove privedeniia znachenii otdelnykh pokazatelei k edinoi shkale izmereniia (Definition Of The Company's Competitiveness On The Base Of Bringing The Values Of Separate Indicators To A Common Scale Of Measurement). *Fundamentalnye Issledovaniia* (Fundamental Research), No. 5, 351–356. (In Russ.).
12. Gerchikova, I. N. (1996). Analiz osnovnykh ekonomicheskikh pokazatelei khoziaistvennoi deiatelnosti firm [Analysis of the key economic indicators of a firm's performance]. *Marketing*, No. 6, 82–93. (In Russ.).
13. Golubkov, E. P. (1999). *Osnovy marketinga [The basics of marketing]*. Moscow, Finpress. (In Russ.).
14. Dolinskaya, M. G., Solovyev, I. A. (1987). *Upravlenie kachestvom produktsii i marketing [Quality Management and Marketing]*. Moscow, Nauchnye trudy. (In Russ.).
15. Lau, A. K. W., Baark, E., Lo, W. L. W., Sharif, N. (2013). The effects of innovation sources and capabilities on product competitiveness in Hong Kong and the Pearl River Delta. *Asian Journal of Technology Innovation*, Vol. 21, Issue 2, 220–236. DOI:10.1504/IJTM.2012.047244.
16. Belousov, V. L. (2001). Analiz konkurentosposobnosti firmy [Analysis of a firm's competitive edge]. *Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and Abroad]*, No. 5 (25), 29–36. (In Russ.).
17. Glichev, A. B. (2001). *Osnovy upravleniia kachestvom produktsii [Fundamentals of Quality Management]*. Moscow, Gardariki. (In Russ.).
18. Zulkarpayev I. U., Ilyasova, L. R. (2001). Metod rascheta integralnoi konkurentosposobnosti promyshlennykh, torgovykh i finansovykh predpriiatii [A method of integral valuation of the competitiveness of manufacturing, trade and financial companies]. *Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and Abroad]*, No. 4, 21–25. (In Russ.).
19. Okrepilov, V. V. (1997). *Upravlenie kachestvom i konkurentosposobnostyu [Managing for Quality and Competitiveness]*. St Petersburg, St Petersburg University of Economics and Finance. (In Russ.).
20. Dobrovensky, B. C., Shevelev, V. A. (1995). *Obespechenie dokhodnosti predpriiatiia [Ensuring a Company's Profitability]*. Moscow, PROMO-MEDIA. (In Russ.).
21. Taran, V. A. (1998). Konkurentosposobnost' predpriiati: problemy sovremennoi politiki i strategii v oblasti kachestva // *Mashinostroitel'*, No. 2, 6–12. (In Russ.).

22. Faskhiev, Kh. A., Popova, E. V. (2003). Kak izmerit konkurentosposobnost predpriiatiia? [How to measure the competitiveness of a company?]. *Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and Abroad]*, No. 4, 53–68. (In Russ.).
23. Yakovets, Iu. V., Kushlin, V. I., Folomyev, A. N., Gaponenko, N. V. et al. (1997). *Teoriia i mekhanizm innovatsii v rynochnoi ekonomike [Theory and Mechanism of Innovation in a Market Economy]*. Moscow, International N. D. Kondratiev Foundation. (In Russ.).
24. Porter, M. (2008). *On Competition, Updated and Expanded Edition*. Harvard Business Review Press.
25. Shchiborshch, K. V. (2000). Sravnitelnyi analiz konkurentosposobnosti i finansovogo sostoianiia predpriatii otrasli i/ili regiona [A comparative analysis the competitiveness and financial standing of companies within one industry or in one region]. *Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and Abroad]*, No. 5. (In Russ.).
26. Mlotok, E. (2005). *Printsipy marketingovogo issledovaniia konkurentsii na rynke [Principles of Marketing Research of Competitiveness in a Market]*. Moscow, Progress. (In Russ.).
27. Belousov, I. I. (2007). *Upravlenie konkurentosposobnost'iu promyshlennogo predpriiatiia [Managing the Competitive Edge of a Manufacturing Company]*. Dissertation of a candidate of economic sciences. Moscow. (In Russ.).
28. Krivorotov, V. V. (2007). *Metodologiya formirovaniia mekhanizma upravleniia konkurentosposobnost'iu predpriiatiia (A Methodology of Shaping a Mechanism for Managing the Competitive Edge of a Company)*. Ekaterinburg, UGTU-UPI. (In Russ.).
29. Voronov, D. S., Krivorotov, V. V. (2001). *Konkurentosposobnost predpriiatiia: otsenka, analiz, puti povysheniia [Competitiveness of a Company: Valuation, Analysis, Ways of Improving]*. Ekaterinburg, UGTU-UPI. (In Russ.).
30. Zabelin, P. V., Moiseeva, N. K. (1998). *Osnovy Strategicheskogo Upravleniia [Fundamentals of Strategic Management]*. Moscow, «Marketing». (In Russ.).
31. Mazilkina, E. I., Panichkina, G. G. (2007) *Upravlenie konkurentosposobnost'iu [Competitiveness Management]*. Moscow, Omega-L. (In Russ.).
32. Filosofova, T. G., Bykov, V. A. (2007). *(Competition and Competitiveness) Konkurentsii i konkurentosposobnost*. Moscow, IuNITI-DANA, 271 p. (In Russ.).
33. Chatzoglou, P., Chatzoudes, D. (2018). The role of innovation in building competitive advantages: an empirical investigation. *European Journal of Innovation Management*, Vol. 21, Issue 1, 44–69. DOI: 10.1108/EJIM-02-2017-0015.
34. Fetscherin, M., Alon, I., Johnson, J. P., Pillania, R. K. (2012). Export competitiveness patterns in Indian industries. *Competitiveness Review*, Vol. 22, Issue 3, 188–206. DOI: 10.1108/10595421211229637.
35. Hornianschi, N. (2014). Competitiveness of Romanian manufacturing industry. *Procedia Economics and Finance*, Vol. 8, Issue 1, 370–379. DOI: 10.1016/s2212–5671 (14) 00103-8.
36. Hung, S.-C., Hung, S.-W., Lin, M.-J. J. (2015). Are alliances a panacea for SMEs? The achievement of competitive priorities and firm performance. *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. 26, Issue 1–2, 190–202. DOI: 10.4236/ajibm.2015.55031.
37. Kitson, M., Martin, R., Tyler, P. (2004). Regional competitiveness: An elusive yet key concept? *Regional Studies*, Vol. 38, Issue 9, 991–999. DOI: 10.1080/0034340042000320816.
38. de Brito, R. P., de Brito, L. A. L. (2012). Competitive Advantage, Creation Of Value And Their Effects On Financial Performance. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, Vol. 52, Issue 1, 70–84.
39. Copeland, T., Koller, T, Murrin, J, (1995). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. Wiley.
40. Scott, M. (2000). *Value Drivers: The Manager's Guide for Driving Corporate Value Creation*. Wiley.
41. Esipov, V. E., Makhovikova, G. A., Terekhova, V. V. (2006). *Otsenka biznesa [Business Valuation]*. St Petersburg, Piter. (In Russ.).

42. Vysotskaya, T. R. (2006). Metod realnykh optionov v otsenke stoimosti investitsionnykh proektov [The method of real options valuation for investment project valuation]. *Finansovyi menedzhment [Financial Management]*, No. 2, 84–95. (In Russ.).
43. Von Neumann, J., Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press.
44. Nash, J. F. (1950). Equilibrium Points in N-person Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 36, Issue 1, 48–49. DOI: 10.1073/pnas.36.1.48.
45. Nash, J. F. (1950). The Bargaining Problem. *Econometrica*, Vol. 18, 155–162. DOI: 10.2307/1907266.
46. Nash, J. F. (1951). Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, Vol. 54, 286–295. DOI: 10.2307/1969529.
47. Gradov, A. P. (2000). *Ekonomicheskaya strategiya firmy [The Economic Strategy of a Firm]*. St Petersburg, Spets-Lit. (In Russ.).
48. Doberman, B., Gatingnon, H., Sargsyan, G. (2006). *Using Attraction Models for Competitive Optimization: Pitfalls to Avoid and Conditions to Check*. INSEAD Working Papers, 2006/27/MKT, 31 p.
49. Kadiyali, V., Sudhir, K., Vithala, R. (2001). Structural Analysis of Competitive Behavior: New Empirical Industrial Organization. *Methods in Marketing. International Journal of Research in Marketing*, Vol. 18, 161–186. DOI: 10.1016/S0167–8116 (01) 00031-3.
50. Sriram, S., Kadiyali, V. (2007). Channel Responses to Brand Introductions: An Empirical Investigation. *Johnson School Research Paper Series*, No.14–07. Cornell University, 31 p.
51. Lapygin, Iu.N., Krylov, V.E., Cherniavsky, A.P. (2009). *Ekonomicheskoe prognozirovaniye [Economic Forecasting]*. Moscow, Eksmo. (In Russ.).
52. Matveev, N.S. (2012). Stsenarnyi podkhod v prognozirovaniye pokazatelei natsionalnoi ekonomiki [Scenario-based approach to forecasting the indicators of the national economy]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii (Modern Scientific Researches and Innovations)*, No. 6. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2012/06/15630>. (In Russ.).
53. Krivorotov, V. V., Tretyakov V. D., Kalina, A. V., Erypalov, S. E., Patrushev, A. V. (2016). *Otsenka konkurentosposobnosti proizvodstvennykh kompleksov [Assessing the Competitive Edge of Manufacturing Complexes]*. Ekaterinburg, UPI. (In Russ.).
54. Erypalov, S. E. (2020). *Otsenka i obespechenie konkurentosposobnosti proizvodstvennykh kompleksov [Valuation and Provision of the Competitiveness of Production Complexes]*. Ekaterinburg, UPI. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Krivorotov Vadim Vasilyevich

Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Economic Safety of Industrial Complexes, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0002-7066-0325; e-mail: v_krivorotov@mail.ru.

Kalina Alexei Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Safety of Industrial Complexes, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0003-0376-2505; e-mail: alexkalina74@mail.ru.

Erypalov Sergei Evgenievich

Candidate of Economic Sciences, Doctoral Student, Director for Capital Construction and Investments of Ural Mining Metallurgical Company – Holding Corporation, Verkhnyaya

Pyshma, Russia (624091, Sverdlovsk region, Verkhnyaya Pyshma city, Uspenskiy Prospekt, 1);
ORCID 0000–0003–4630–300X; e-mail: ese62@rambler.ru.

FOR CITATION

Krivorotov V. V., Kalina A. V., Erypalov S. E. Assessment of the Competitiveness of Industrial Complexes(On the Example of the Largest Copper Companies). Journal of Applied Economic Research, 2020, Vol. 19, No. 3, 251–285. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.013.


ARTICLE INFO

Received July 23, 2020; Revised August 20, 2020; Accepted September 1, 2020.



Влияние урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России

О. С. Мариев  , Н. Б. Давидсон , О. С. Емельянова 

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия
 o.s.mariev@urfu.ru

Аннотация. В настоящее время в России, как и в других странах мира, существует проблема загрязнения окружающей среды, связанная с экономической деятельностью. Как известно, экономическое развитие происходит одновременно с процессами урбанизации. Целью нашего исследования является оценка влияния урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России. Исследование проводится для 77 российских регионов на основе данных Федеральной службы государственной статистики и Единой межведомственной информационно-статистической системой за 2001–2015 гг. Применяется модель квантильной регрессии, в которой зависимой переменной являются выбросы CO_2 на душу населения. Урбанизация измеряется как доля городского населения в регионах. В модель включен также валовой региональный продукт на душу населения для проверки гипотезы экологической кривой Кузнецца. В качестве контрольных переменных рассматриваются потребление электроэнергии на душу населения, расходы на технологические инновации на душу населения и поступление прямых иностранных инвестиций на душу населения. Для оценки модели используется метод Монте-Карло с Марковскими цепями. Полученные результаты свидетельствуют о том, что урбанизация способствует снижению выбросов CO_2 в регионах России 10-го и 50-го квантилей, тогда как в регионах 25-го, 75-го и 90-го квантилей более высокая урбанизация ведет к увеличению выбросов CO_2 . Кроме того, гипотеза экологической кривой Кузнецца подтверждается для части российских регионов, т. е. с увеличением валового регионального продукта на душу населения выбросы CO_2 увеличиваются до определенной точки, а при дальнейшем росте валового регионального продукта на душу населения они уменьшаются. Как и ожидалось, увеличение потребления энергии приводит к увеличению выбросов CO_2 . Было выявлено, что поступление прямых иностранных инвестиций приводит к снижению выбросов CO_2 для 50-го и 90-го квантилей; для других квантилей переменная «прямые иностранные инвестиции» оказалась незначимой. Мы считаем важным, в частности, тот результат, что с увеличением региональных расходов на технологические инновации выбросы CO_2 снижаются. Результаты исследования могут быть полезны для формирования региональной экологической политики.

Ключевые слова: выбросы CO_2 ; углекислый газ; экология; урбанизация; экологическая кривая Кузнецца; регионы; Россия.

1. Введение

В настоящее время в России, как и в других странах мира, существует проблема загрязнения окружающей среды, связанная с экономической деятельностью. Важно понять, как в ходе

экономического развития свести к минимуму ущерб для окружающей среды.

Как известно, экономическое развитие происходит одновременно с процессами урбанизации, т. е. с растущей долей населения в городах. Урбанизация

генерирует как положительные, так и отрицательные внешние эффекты. Среди положительных внешних эффектов для фирм и индивидов можно отметить переток знаний и информации, возможность совместного использования ресурсов и инфраструктуры, лучше функционирующий рынок труда, а также возможности внедрения более эффективных «зеленых» технологий. Вместе с тем одним из отрицательных внешних эффектов урбанизации является загрязнение окружающей среды, в том числе выбросы вредных веществ в воздух [1].

Таким образом, влияние урбанизации, в частности на окружающую среду, неоднозначно. Поэтому целью нашего исследования является оценка влияния урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России.

Актуальность исследования определена несколькими моментами. Во-первых, данная тема является важной в контексте современной экономической политики. Так, согласно Указу Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 постановлено разработать национальные проекты по нескольким направлениям. Одним из таких направлений является проект «Экология». Срок реализации проекта – с 01.10.2018 по 31.12.2024. Данный национальный проект состоит из 11 федеральных проектов: «Внедрение наилучших доступных технологий», «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности», «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», «Оздоровление Волги», «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма», «Сохранение озера Байкал», «Сохранение лесов», «Сохранение уникальных водных объектов», «Чистая страна», «Чистый воздух» и «Чистая

вода». Данный национальный проект является одним из важных проектов, и на его осуществление выделены значительные ресурсы¹. Большая доля средств направлена на проекты «Внедрение наилучших доступных технологий» (60,07%) и «Чистый воздух» (12,38%), что показывает необходимость действий в сфере выбросов вредных веществ.

Основная цель проекта «Внедрение наилучших доступных технологий» – применение всеми объектами, оказывающими значительное негативное воздействие на окружающую среду, системы экологического регулирования, основанной на использовании наилучших доступных технологий. Проект «Чистый воздух» направлен на реализацию комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах, включая города Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Читы. В том числе предусматривается уменьшение не менее чем на 20% совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах². Таким образом, актуален анализ влияния процессов урбанизации на загрязнение воздуха, а также анализ возможных мер по снижению уровня загрязнения воздуха в городах.

Во-вторых, Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 207-р утверждена «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». Под пространственным

¹ Национальные проекты: целевые показатели и основные результаты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/>.

² Там же.

развитием понимается совершенствование системы расселения и территориальной организации экономики, в том числе за счет проведения эффективной государственной политики регионального развития.

Согласно данной стратегии, для обеспечения ускорения экономического роста за счет социально-экономического развития перспективных крупных центров экономического роста Российской Федерации предлагается повысить качество и комфортность городской среды. Это планируется осуществить путем обеспечения сбалансированного пространственного развития территорий, входящих в состав крупных и крупнейших городских агломераций. Для этого планируется содействовать межмуниципальному взаимодействию в целях формирования документов стратегического планирования, формирования единой градостроительной политики, решения общих социально-экономических проблем, в том числе инфраструктурных и экологических³. Поскольку образование городских агломераций – одна из стадий урбанизации, здесь опять же важен анализ влияния урбанизации на состояние окружающей среды.

В-третьих, вопросы, связанные с окружающей средой, важны в связи с тем, что 21.09.2019 г. было подписано Постановление № 1228 «О принятии Парижского соглашения»⁴. Парижское Соглашение направлено на усиление

³ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2019. № 7. Ст. 702.

⁴ О принятии Парижского соглашения: Постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2019 г. № 1228 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2019. № 39. Ст. 5430.

глобального реагирования на угрозу изменения климата в контексте устойчивого развития и мер по искоренению нищеты, в том числе посредством удержания прироста глобальной средней температуры ниже 2 °С сверх доиндустриальных уровней. Идея состоит в том, чтобы значительно сократить риски и воздействия изменения климата. В число целей входит также повышение способности адаптироваться к неблагоприятному воздействию изменения климата. Планируется способствовать сопротивляемости к изменению климата и развитию при низком уровне выбросов парниковых газов так, чтобы не ставить под угрозу производство продовольствия. Помимо этого, важным является приведение финансовых потоков в соответствие с траекторией развития, подразумевающей низкий уровень выбросов и сопротивляемость к изменению климата.

Соглашение включает в себя определение вклада отдельных стран в глобальное реагирование на изменение климата, сотрудничество между странами с целью повышения эффективности действий по снижению выбросов и планомерное снижение выбросов CO₂. Соглашением предусмотрено, что первое глобальное подведение итогов будет осуществлено в 2023 г. Планируется, что далее эта процедура будет проводиться каждые пять лет.

Согласно принципу вклада отдельных стран, Российской Федерацией установлена цель снизить выбросы парниковых газов до уровня «70–75 % выбросов 1990 года к 2030 году при условии максимально возможного учета поглощающей способности лесов»⁵. Особое внимание планируется уделять

⁵ Экология и экономика: Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. 2019. № 52. Август // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 24 с.

повышению энергоэффективности, что является одним из ключевых факторов снижения энергоемкости ВВП и сокращения объема выбросов парниковых газов. В этом контексте важным является также анализ вклада затрат на технологические инновации в снижение выбросов CO₂; данному аспекту уделяется внимание в нашем исследовании.

Мотивация к исследованию обусловлена также тем, что оценка влияния урбанизации на выбросы загрязняющих веществ в основном осуществляется зарубежными учеными. Большинство эмпирических исследований проводится либо для Китая, либо для групп стран. Таким образом, актуальность данного исследования обусловлена необходимостью оценки влияния урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России. Кроме того, в существующих эмпирических исследованиях нет однозначного ответа на вопрос, положительно влияет урбанизация на выбросы CO₂ или отрицательно.

Целью нашего исследования является оценка влияния урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России.

Первая гипотеза данного исследования состоит в том, что урбанизация способствует росту объема выбросов CO₂ в регионах России, так как Россия находится в процессе развития экономики и больше внимания уделяется развитию регионов и индустриализации. Соответственно, на данном этапе качеству окружающей среды уделяется относительно меньше внимания, что ведет к увеличению выбросов углекислого газа.

Вторая гипотеза: имеет место так называемая экологическая кривая Кузнецца, т. е. при росте дохода на душу населения уровень деградации окружающей среды сначала растет, а затем – по мере достижения определен-

ного уровня благосостояния – начинает снижаться. В основе выполнения данной гипотезы лежат следующие механизмы. С одной стороны, в странах, находящихся на ранних стадиях развития, больше внимания уделяется их развитию и индустриализации. Соответственно, на данном этапе игнорируется качество окружающей среды, что ведет к увеличению выбросов углекислого газа. С другой – в странах, находящихся на более поздних этапах развития, больше внимания уделяется экологии. Государственная политика в этих странах направлена на улучшение окружающей среды, что приводит к снижению выбросов CO₂. Подобную логику можно применить к регионам с учетом их особенностей в рамках одной страны по сравнению с анализом различных стран мира. Результаты эмпирической проверки данной гипотезы в существующих исследованиях противоречивы.

Работа состоит из нескольких частей: введение, особенности и тенденции состояния окружающей среды и урбанизации, обзор литературы, методы анализа, данные и переменные, выводы и рекомендации.

2. Особенности и тенденции состояния окружающей среды и урбанизации

Рассмотрим источники проблем окружающей среды. В первую очередь необходимо понять, что представляют собой парниковые газы, одним из которых является рассматриваемый в данной работе CO₂. Парниковый газ – это любое газообразное соединение, которое способно поглощать и испускать инфракрасное излучение, тем самым позволяя меньшему количеству тепла возвращаться в космос, удерживая его в нижних слоях атмосферы.

Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются пары во-

ды, углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и озон (O_3). По данным Росстата за 2017 г., совокупные выбросы парниковых газов распределены следующим образом: углекислый газ (CO_2) – 76,71 %, метан (CH_4) – 17,78 %, закись азота (N_2O) – 4,01 %, другое – 1,8 %. Таким образом, углекислый газ является основным газом, выбрасываемым в атмосферу. Далее он рассмотрен подробно.

Углекислый газ (CO_2) является побочным продуктом сжигания ископаемого топлива и биомассы и выделяется в результате землепользования и другой экономической деятельности. CO_2 – основной антропогенный парниковый газ. Также углекислый газ является контрольным газом, по которому измеряются другие парниковые газы. В ходе промышленной революции концентрация углекислого газа существенно увеличилась, что привело к процессам глобального потепления. CO_2 также является основным источником подкисления океана, так как он растворяется в воде с образованием углекислоты.

Выбросы углекислого газа образуются вследствие сжигания нефти, угля и газа для получения энергии, сжигания древесины и отходов, а также от промышленных процессов, таких как производство цемента. В ходе сжигания различные ископаемые виды топлива выделяют различные количества CO_2 при одинаковом уровне энергии. Например, если сравнить уголь, нефть и природный газ, то сжигание угля приводит к наибольшим объемам выбросов CO_2 , затем следует нефть и затем природный газ⁶.

Что касается ситуации в мире, объем выбросов CO_2 с каждым годом растет, и за 2018 г. он составил 33 890,80 млн тонн. Лидирующая позиция по объему

⁶ Выбросы CO_2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.economicdata.ru/>

выбросов у Китая (27,82 % от совокупного объема выбросов), на втором месте находятся США (15,18 %), далее следует Индия (7,31 %). Россия занимает четвертое место по уровню выбросов CO_2 в мире (4,58 %).

Динамика выбросов CO_2 в России представлена на рис. 1.

В 1990-х гг. происходило значительное сокращение объема выбросов. В целом оно было обусловлено спадом в экономике. В течение последних нескольких лет наблюдается относительная стабильность выбросов углекислого газа. В России выбросы CO_2 в основном образуются от производства электроэнергии, то есть за счет сжигания ископаемого топлива, в основном угля и природного газа⁷. Выбросы CO_2 по отраслям в России распределяются следующим образом: энергетика 78,8 %, промышленность 10,8 %, сельское хозяйство 5,9 %, отходы 4,4 % (данные на 2017 г.)⁸.

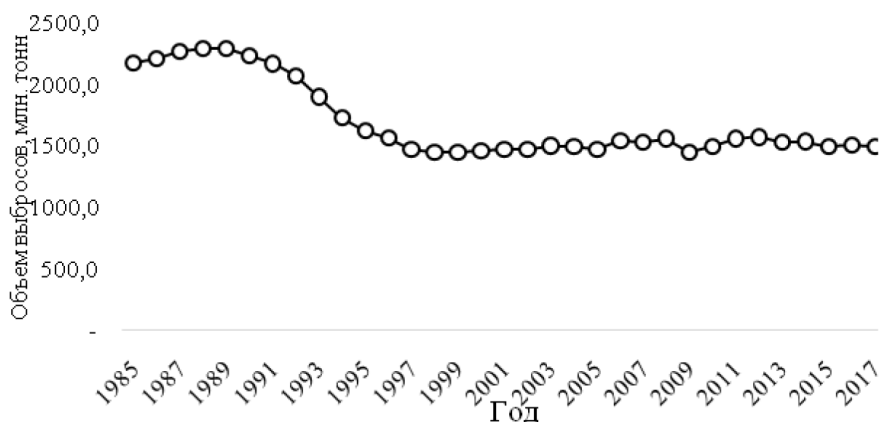
Урбанизация в России может быть рассмотрена в узком понимании слова как рост городов и их населения. В более широком понимании данный процесс предполагает повышение значимости городского образа жизни в развитии современного общества. Современная урбанизация в России связана с процессом объединения больших городов в агломерации⁹.

Лидируют с показателями урбанизации в 100 % Гонконг, Кувейт, Монако, Науру, Сингапур. Незначительно отстает с показателем в 99,1 % Катар,

⁷ CO_2 выбросы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.worldometers.info/>

⁸ Экология и экономика: бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. 2019. № 52. Август // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 24 с.

⁹ Агломерация. Что это в географии, определение городская. Крупнейшие агломерации мира, России, Европы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://touristam.com/>

Рис. 1. Динамика выбросов CO₂ в РоссииFig. 1. Dynamics of CO₂ emissions in Russia

далее следует Бельгия 98 %, затем целый блок государств с показателями от 97 до 91 %. Это Сан-Марино, Уругвай, Мальта, Исландия, Израиль, Аргентина, Япония, Нидерланды, Иордании, Люксембург. По состоянию на 2018 г., Россия находилась на 60-м месте по уровню урбанизации¹⁰.

Динамика уровня урбанизации в России представлена на рис. 2.

На основе анализа данных можно сделать вывод о том, что уровень урбанизации в России растет, и на начало 2019 г. составил 74,6 %, хотя темпы урбанизации довольно малы. При этом уровень урбанизации по регионам России заметно различается. В РФ есть реги-

оны с высоким уровнем урбанизации, например Магаданская и Мурманская области, где урбанизация составляет более 90 %. Вместе с тем есть регионы, урбанизация в которых на 2019 г. не превышала 30 %, например Алтайский край. Также в составе Российской Федерации есть города федерального значения с уровнем урбанизации 98,8 % (Москва) и 100 % (Санкт-Петербург). Динамика уровня урбанизации также неоднородна. Например, из таких регионов, как Тульская область, Республика Адыгея и др. произошел отток городского населения за период с 2000 по 2018 г. более чем на 5 %. В то же время в таких регионах, как Курская область и Республика Ингушетия имел место приток более чем на 7 %.

¹⁰ Урбанизация в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/>

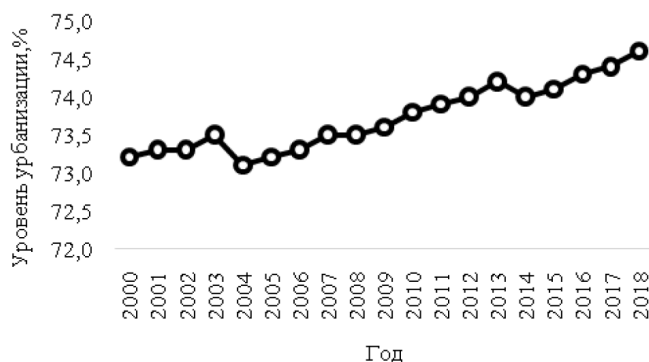


Рис. 2. Динамика уровня урбанизации в России

Fig. 2. Dynamics of urbanization level in Russia

Различная динамика состояния окружающей среды по регионам может быть обусловлена их культурными особенностями, сложными климатическими условиями в некоторых регионах страны, а также неравномерностью развития инфраструктуры и различных других благ. Поэтому рассмотрение регионального уровня урбанизации и ее влияния на выбросы CO₂ может дать более глубокое понимание ситуации, чем анализ на страновом уровне.

Таким образом, сложная экологическая ситуация является важным вопросом, а влияние урбанизации на выбросы CO₂ является актуальной темой для проведения эконометрического исследования.

3. Обзор литературы

Неоднозначность влияния урбанизации на выбросы углекислого газа отражается в нескольких теоретических концепциях.

С одной стороны, согласно *теории экологического перехода*, предполагается, что города по мере своего развития сталкиваются с рядом экологических проблем. Так, развитие урбанизации ведет к расширению инфраструктуры, в результате чего происходит увеличение интенсивности пользования транспортом и увеличивается потребление электроэнергии, что приводит к росту выбросов углекислого газа.

С другой стороны, была предложена *концепция компактного города*. В рамках данного подхода города с многофункциональной застройкой и высокой плотностью населения характеризуются плотной застройкой, близостью центров инфраструктуры и городских территорий друг к другу, а также взаимосвязью между районами. Благодаря плотной застройке можно обеспечить централизованное энергообеспечение на уровне всего района,

что приведет к снижению выбросов углекислого газа¹¹.

Также следует упомянуть теорию экологической модернизации. Экологическая модернизация – это изменения в соответствии с современными экологическими требованиями и нормами, выполнение которых ведет к устранению противоречий между человеком и средой его обитания, обществом и природой. В мире сложилась социальная система, которая является причиной возникновения и обострения социально-экономических и экологических проблем, различных по уровню, масштабам и характеру. Экологическая ситуация в целом продолжает ухудшаться. Население мира растет, ускоряется стратификация развитых стран, высокие темпы их экономического роста мало сказываются на уровне благосостояния основной части населения, проживающей в развивающихся странах.

Вместе с ростом производства и потребления сырья увеличивается антропогенное загрязнение почвы, воды, воздуха. Происходит опустынивание земель и потепление климата, уменьшается озоновый слой атмосферы, биоразнообразие, плодородие почв, леса. Многие ученые и специалисты оценивают эту ситуацию как социально-экологический кризис, охвативший планету.

В рамках теории экологической модернизации разрабатываются пути выхода из экологического кризиса, что имеет большую практическую значимость. Согласно данной теории, урбанизация на ранних стадиях развития ведет к более интенсивному использованию инфраструктуры, что в свою очередь приводит к увеличению выбро-

¹¹ Иванов Н. Концепция компактного города [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.msk.kp.ru/>

сов CO₂. При этом урбанизация на более поздних стадиях развития сопровождается продвинутой энергетической структурой и государственной политикой, направленной на улучшение окружающей среды, что ведет к снижению выбросов CO₂ [2]. Данные теоретические концепции схематично представлены в табл. 1.

Вопросы окружающей среды активно обсуждаются как отечественными, так и иностранными исследователями. Сводная таблица по исследованиям взаимосвязи урбанизации и выбросов CO₂ и полученным результатам представлена ниже (табл. 2).

Авторы подчеркивают, что выбросы CO₂ вредны для здоровья людей и для планеты. Особенно остро проблемы окружающей среды проявляются на урбанизированных территориях. С одной стороны, появление и развитие городских территорий способствовало росту благосостояния общества, развитию культуры, увеличе-

нию многообразия социальной жизни. С другой – урбанизация привела к возникновению и обострению большого количества проблем, в том числе проблем окружающей среды. Поэтому урбанизация заслуживает особого рассмотрения [4].

Результаты эмпирических исследований о влиянии урбанизации на CO₂ неоднозначны. Некоторые авторы приходят к выводу об увеличении объемов выбросов CO₂ в результате урбанизации [1, 5, 6]. Есть также смешанные результаты в зависимости от уровня доходов и урбанизации [3, 7]. Кроме того, в ряде статей приводятся выводы о снижении объемов выбросов CO₂ в результате урбанизации [8, 9].

Гипотеза об экологической кривой Кузнецца подтверждена для всех стран, входящих в G7, кроме Японии [10], для стран со средним и высоким уровнем дохода [3, 11]. Для России некоторые авторы подтверждают данную гипотезу [12], а некоторые нет [13].

Таблица 1. Теоретические концепции взаимосвязи урбанизации и выбросов углекислого газа [3]

Table 1. Theoretical concepts of relations between urbanization and CO₂ emissions

Наименование	Механизм
Теория экологического перехода	Урбанизация ↑ → расширение инфраструктуры → интенсивность пользования транспортом ↑ → потребление электроэнергии ↑ → выбросы углекислого газа ↑
Концепция компактного города	Урбанизация ↑ → Высокая плотность застройки и эффективная система общественного транспорта → потребление электроэнергии ↓, ↑ поездки на велосипедах → загрязнение окружающей среды ↓
Теория экологической модернизации	Урбанизация на ранней стадии развития → более интенсивное использование инфраструктуры → выбросы углекислого газа ↑ Урбанизация на более поздней стадии развития → более продвинутая энергетическая структура и ориентация политики на улучшение окружающей среды → выбросы углекислого газа ↓

Таблица 2. Результаты исследований взаимосвязи урбанизации и выбросов CO₂ зарубежными авторами

Table 2. Relation between urbanization and CO₂ emissions: the results received by foreign researchers

Автор	Статья	Объясняющие переменные	География	Результаты
Salman и др.	Effect of urbanization and international trade on CO ₂ emissions across 65 belt and road initiative countries (2020)	Урбанизация, ВВП, численность населения, потребление электроэнергии, ПИИ, экспорт и импорт	65 стран, разделены по уровню дохода на низкий, средний и высокий	Выявлена перевернутая U-образная связь между урбанизацией и выбросами CO ₂ в группе с высоким уровнем дохода
Rafaqet Ali и др.	Impact of urbanization on CO ₂ emissions in emerging economy: Evidence from Pakistan (2019)	Урбанизация, потребление электроэнергии, ВВП	Пакистан	Урбанизация оказывает положительное влияние на выбросы
QichangXie и др.	Combined nonlinear effects of economic growth and urbanization on CO ₂ emissions in China: Evidence from a panel data partially linear additive model (2019)	Урбанизация, ВВП, потребление электроэнергии, распространение технологий и промышленная модернизация	Провинции Китая	Неоднородные результаты для разного уровня дохода и урбанизации
Hamisu Sadi Ali и др.	Urbanization and carbon dioxide emissions in Singapore: evidence from the ARDL approach (2016)	Урбанизация, ВВП, открытость торговли	Сингапур	Урбанизация оказывает отрицательное влияние на выбросы углерода
Bin Xu и др.	A quantile regression analysis of China's provincial CO ₂ emissions: Where does the difference lie? (2016)	Урбанизация, численность населения, ВВП, энергоэффективность, индустриализация, структура энергии	Провинции Китая	Влияние урбанизации положительно влияет на выбросы CO ₂ (влияние возрастает от нижнего квантиля к верхнему)

Окончание табл. 2

End of table 2

Автор	Статья	Объясняющие переменные	География	Результаты
Susan Sunila Sharma	Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries (2011)	Урбанизация, темп роста ВВП, открытость торговли, потребление электроэнергии	69 стран, разделены по уровню дохода на низкий, средний и высокий	Урбанизация оказывает отрицательное влияние для общей модели
Phetkeo Poumanyong и др.	Does urbanization lead to less energy use and lower CO ₂ emissions? A cross-country analysis (2010)	Урбанизация, ВВП, энергоёмкость, доля промышленности в ВВП, доля сферы услуг в ВВП, потребление электроэнергии	99 стран, разделены по уровню дохода на низкий, средний и высокий	Урбанизация оказывает положительное влияние на выбросы во всех группах; наибольшее влияние выявлено в странах со средним доходом

Источник: составлено авторами.

Что касается исследований на основе данных по российским регионам, то для большинства регионов с высокими доходами характерен общий рост уровня загрязнения с развитием экономики, а для регионов с низкими эколого-экономическими показателями характерно уменьшение. К наиболее развитым регионам отнесены регионы с высокой долей металлургии, добывающих производств и целлюлозно-бумажной промышленности. Именно эти предприятия загрязняют окружающую среду сильнее остальных. В данном исследовании гипотеза о существовании экологической кривой Кузнеця для большинства регионов РФ не подтвердилась, так как рассматриваемые регионы находятся на восходящей кривой Кузнеця [14].

По мнению исследователей, экологическая политика должна подразумевать увеличение инвестиций в инфраструктуру для повышения энергоэффективности и активизации поли-

тики энергосбережения с целью сокращения ненужных потерь энергии [13]. Авторы рекомендуют развивать такие источники возобновляемой энергии, как солнечная энергия, гидроэнергия, энергия ветра на суше и в море и др. [3].

Также проводились исследования взаимосвязи интенсивности НИОКР и выбросов CO₂, где в результате выяснилось, что увеличение интенсивности НИОКР снижает выбросы CO₂. Стратегия технологического сотрудничества между странами для обмена знаниями и повышения продуктивности исследований и разработок поможет в борьбе с изменением климата [10]. В то же время разработка технологий и соответствующих решений в области экономической политики также может смягчить воздействие экономической деятельности на загрязнение воздуха [10, 14, 15].

Что касается роли прямых иностранных инвестиций, здесь важно со-

стояние экологического регулирования в принимающей стране. Большинство развивающихся стран, как правило, имеют более слабое экологическое регулирование, чем развитые страны. Транснациональные корпорации могут выводить свою деятельность из стран с жестким экологическим регулированием в развивающиеся страны, чтобы сократить расходы на борьбу с выбросами. Следовательно, из-за притока прямых иностранных инвестиций развивающиеся страны могут становиться районом загрязнения, поскольку прямые иностранные инвестиции увеличивают выбросы CO₂ [3]. Чтобы избежать данной закономерности и, напротив, использовать преимущества, связанные с притоком прямых иностранных инвестиций, необходимо в том числе развитие законодательства в сфере окружающей среды.

Зачастую неоднородность между странами и регионами внутри страны с точки зрения выбросов CO₂ и связанной с ними экономической деятельности является существенной. В связи с этим некоторыми авторами применяется модель квантильной регрессии [16, 17]. Данный метод используется в ряде статей [3, 5, 11]. В данном исследовании мы также применяем этот метод.

4. Методология исследования

4.1. Методы анализа

В нашей работе используется метод квантильных регрессий на основе панельных данных с использованием метода оптимизации Монте-Карло с Марковскими цепями (МСМС). Метод квантильных регрессий был впервые представлен в статье [18].

Квантильные регрессии используются, когда объясняющие переменные могут оказывать различное влияние в различных точках условного распределения зависимой перемен-

ной. Благодаря этим гетерогенным эффектам можно получить выводы, которые невозможно сделать на основе регрессии, в рамках которой оцениваются средние значения зависимой переменной.

Данный метод имеет следующие преимущества по сравнению с методом наименьших квадратов. Во-первых, квантильная регрессия не основана на существовании функции моментов. Во-вторых, результаты более устойчивы, т. к. на них не влияют «выбросы». В-третьих, не делается допущений о распределении, что позволяет получить более точные результаты оценки. В-четвертых, в модели минимизируется сумма квадратов остатков методом линейного программирования, и модель включает в себя упрощенный тест. Метод квантильных регрессий устойчивый и устойчивый, особенно если имеет место гетероскедастичность ошибки и распределение не является нормальным [5].

График плотности распределения выбросов CO₂ на основе данных, используемых в нашем исследовании, представлен на рис. 3.

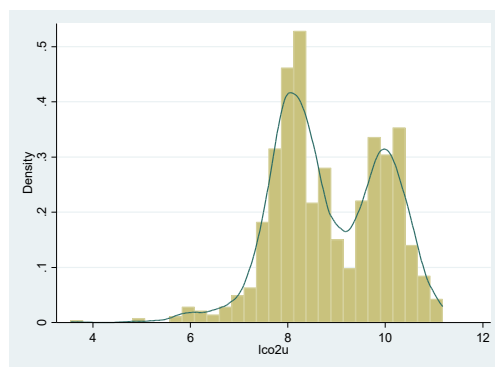


Рис. 3. График плотности распределения выбросов CO₂

Fig. 3. Probability density function of CO₂ emissions

Согласно графику, можно сделать вывод о том, что плотность распределения является N-образной, поэтому целе-

сообразно применение квантильных регрессий и метода оценки Монте-Карло с Марковскими цепями, который будет описан ниже.

Панельные данные обычно используются для того, чтобы учесть ненаблюдаемую гетерогенность и использовать преимущества метода фиксированных эффектов. Поскольку как метод квантильных регрессий, так и метод фиксированных эффектов имеют свои преимущества, объединение этих методов привлекло внимание ученых [19].

В частности, Powell предложил метод, основанный на неаддитивных фиксированных эффектах [20]. Большинство методов оценивания квантильных регрессий на основе панельных данных включают аддитивные фиксированные эффекты, которые разделяют случайную ошибку и подразумевают допущение, что параметры варьируются только на основе варьирующегося со временем компонента ошибки. Метод, основанный на неаддитивных фиксированных эффектах, подразумевает оценку на основе вариации «внутри» для целей идентификации, но при этом позволяет сохранить свойство неразделяемой ошибки, которое является преимуществом квантильных регрессий. Такой подход позволяет достичь точности оценки для отдельных квантилей.

Результаты симуляций показали, что данный метод работает хорошо, даже когда квантильная регрессия с инструментальными переменными и квантильный метод оценки с аддитивными фиксированными эффектами являются смещенными. Квантильная регрессия с панельными данными состоятельна для небольшого количества объясняющих переменных и проста в применении [20].

Существует несколько подходов к оцениванию квантильных регрессий

с панельными данными, в т. ч. методы Монте-Карло с Марковскими цепями и gridsearch [19, 20]. Если объясняющих переменных больше, чем две, то в качестве метода оптимизации эффективнее использовать не gridsearch, а метод Монте-Карло с Марковскими цепями [20].

В рамках метода Монте-Карло с Марковскими цепями, построив Марковскую цепь, равновесное распределение которой – это целевое распределение, можно получить выборку с целевым распределением. Чем больше шагов будет использовано, тем ближе распределение выборки будет к целевому¹². Метод МСМС подходит для случаев сложных функций распределения, а также когда максимизация целевой функции является трудоемкой, например в случае нарушения непрерывности или вогнутости целевой функции, широкого диапазона параметров и т. д. Метод МСМС является достаточно распространенным вариантом применения Байесовского метода оценивания, поскольку позволяет избежать трудно вычисляемых нормализующих констант, характерных для апостериорных распределений [21].

Для построения цепей используются различные алгоритмы, в том числе алгоритм Метрополиса – Гастингса. Алгоритм Метрополиса – Гастингса, используемый в методе МСМС, генерирует марковскую цепь, используя вспомогательную функцию распределения и фильтрацию новых шагов¹³. Таким об-

¹² Марковская цепь Монте-Карло [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.stata.com/2016/11/15/introduction-to-bayesian-statistics-part-2-mcmc-and-the-metropolis-hastings-algorithm/>

¹³ Алгоритм Метрополиса – Гастингса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://blog.stata.com/2016/11/15/introduction-to-bayesian-statistics-part-2-mcmc-and-the-metropolis-hastings-algorithm/>

разом, при построении модели можно учесть особенности плотности распределения выбросов CO_2 .

Важным аспектом использования данного метода является определение количества шагов, которое потребуется для сходимости к стационарному распределению с приемлемой ошибкой. Стоит отметить, что точных рекомендаций по количеству шагов, которые стоит использовать при построении модели, не существует. Количество шагов обычно подбирают, строя несколько моделей с разным количеством шагов.

Для построения квантильной регрессии с панельными данными использовалась команда `qregpd` программы Stata [20]. Следующая часть посвящена описанию данных и переменных, включенных в модель.

4.2. Данные и переменные

Эконометрическое исследование основано на данных по 77 регионам РФ за период с 2001 по 2015 г. включительно. Источники данных – Федеральная служба государственной статистики¹⁴ и Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС)¹⁵.

В качестве объясняемой переменной взят показатель выбросов CO_2 на душу населения. В данном показателе учтены выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в результате теплоэнергетических процессов, направленных на выработку электроэнергии и теплоэнергии (включая горячее водоснабжение) на производственные нужды и на нужды населения. Показатель

¹⁴ Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gks.ru/>

¹⁵ Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>

выбросов CO_2 взят из базы данных ЕМИСС.

Объясняющие переменные – валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения, ВРП на душу населения в квадрате, поступление прямых иностранных инвестиций на душу населения, потребление электроэнергии на душу населения, затраты на технологические инновации на душу населения и переменная, отражающая урбанизацию – доля городского населения. Объясняющие переменные составлены на основе базы данных Росстат.

Включение в модель валового регионального продукта на душу населения позволяет проверить гипотезу о существовании экологической кривой Кузнецца, т. е. о том, что влияние валового регионального продукта на выбросы CO_2 имеет форму перевернутой U [22].

Для включения в модель все переменные, кроме доли городского населения, были логарифмированы.

Расшифровка показателей, используемых для построения модели, представлена в табл. 3.

Далее в табл. 4 представлена описательная статистика используемых переменных.

На основе анализа данных табл. 4 можно сделать следующие выводы. Во-первых, между регионами наблюдаются существенные различия выбросов углекислого газа в атмосферу. Разница между минимальным и максимальным значением логарифма переменной выбросов CO_2 составляет примерно 5 раз.

Во-вторых, значение валового регионального продукта на душу населения в выборке также существенно варьируется. В-третьих, минимальное значение логарифма поступления прямых иностранных инвестиций на душу населения является отрицательным, т. к. в некоторых регионах значение данного показателя меньше единицы, поскольку

Таблица 3. Показатели, используемые в модели, и их обозначения при работе в программе «Stata»

Table 3. Variables employed in the model and their names in Stata

Переменная и единица измерения	Обозначение в программе
Объясняемые	
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ за отчетный год от сжигания топлива (для выработки электро- и теплоэнергии) (углерод оксид) на душу населения, (т/чел.), логарифм	lco2u
Объясняющие	
ВРП на душу населения (руб./чел.), логарифм	lcgrpu
ВРП на душу населения в квадрате (руб./чел.), логарифм	lcgrpu2
Поступление прямых иностранных инвестиций на душу населения (руб./чел.), логарифм	lfdiu
Потребление электроэнергии на душу населения (кВт/ч на человека), логарифм	leuu
Затраты на технологические инновации на душу населения (руб./чел.), логарифм	lticu
Доля городского населения (%)	shup

в них не поступают прямые иностранные инвестиции.

В-четвертых, потребление электроэнергии на душу населения также существенно варьируется между регионами. Кроме того, минимальное значения логарифма затрат на технологические инновации на душу населения является

отрицательным, т. к. в некоторых регионах значение данных затрат меньше единицы. Что касается основной переменной, представляющей интерес в данном исследовании, значение между минимальным и максимальным значением доли городского населения в выборке различается примерно в 4 раза.

Таблица 4. Описательная статистика

Table 4. Descriptive statistics

Переменная	Число наблюдений	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
lco2u	1,155	-5.032926	1.178787	-10.27333	-2.640869
lcgrpu	1,155	11.66074	.872899	9.278041	14.24605
lcgrpu2	1,155	136.7342	20.32702	86.08204	202.95
lfdiu	1,054	6.770865	2.494601	-5.611398	13.02108
leuu	1,155	8.630256	.577144	7.11445	10.40906
lticu	1,131	6.744076	1.699234	-.569849	11.66549
shup	1,155	69.87475	12.39798	26	100

На рис. 4 представлен график логарифма выбросов CO₂ на душу населения.

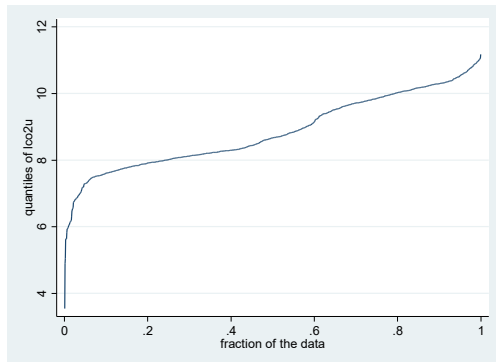


Рис. 4. График логарифма выбросов CO₂ на душу населения

Fig. 4. Logarithm of lCO_2 emissions per capita

На графике видна неоднородность значений переменной, поэтому целесообразно применение метода квантильных регрессий.

Мы оцениваем следующую спецификацию эконометрической модели:

$$lCO_{2it} = \alpha_{it} + \beta_1 lgrpu_{it} = \beta_2 (lgrpu_{it}) + \beta_3 lfdiu_{it} + \beta_4 leuu_{it} + \beta_5 lticu_{it} + \beta_6 shup_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Далее представлены результаты оценки эконометрической модели с помощью метода квантильной регрессии на основе панельных данных.

5. Результаты оценки эконометрической модели

В результате построения панельных квантильных регрессий с использованием метода оптимизации Монте-Карло с Марковскими цепями была выбрана модель, наилучшим образом описывающая данные. Полученные результаты отражены в табл. 5. Построение модели осуществлялось с разбивкой на квантили: 10, 25, 50, 75 и 90%. Также в табл. 5 пред-

ставлена модель с фиксированными эффектами.

Гипотеза о существовании экологической кривой Кузнеця выполняется для 50, 75 и 90% квантилей. Наибольший эффект прослеживается в 75% квантиле, где при увеличении валового регионального продукта (ВРП) на душу населения на 1% объем выбросов углекислого газа увеличивается на 2,645%, а при увеличении ВРП на душу населения в квадрате на 1% объем выбросов углекислого газа снижается на 0,136%. Обратный эффект прослеживается в 25% квантиле. Соответственно, в нем гипотеза о существовании экологической кривой Кузнеця не подтверждается, что справедливо и для 10% квантиля. Неоднородные результаты для регионов России также были получены в статье [14].

Влияние прямых иностранных инвестиций на выбросы CO₂ выявлено на уровне 50 и 90% квантилей. При этом результаты показали, что прямые иностранные инвестиции (ПИИ) способствуют снижению уровня выбросов CO₂, когда данная переменная значима. В 50% квантиле увеличение поступлений ПИИ на душу населения на 1% приводит к снижению объема выбросов CO₂ на 0,047%, а в 90%-м квантиле – на 0,029%.

Во всех квантилях 10, 25, 50, 75 и 90% увеличение потребления электроэнергии на душу населения на 1% приводит к увеличению объема выбросов углекислого газа: на 1,133, 1,032, 1,370, 0,757 и 0,899% соответственно. Наибольшее влияние выявлено в квантилях с низким и средним уровнем выбросов. Выявленная положительная взаимосвязь потребления электроэнергии и выбросов CO₂ согласуется с результатами исследований других авторов.

Взаимосвязь затрат на технологические инновации и выбросов CO₂ в данном исследовании выявлена на уров-

Таблица 5. Результаты оценки панельной квантильной регрессии с использованием метода оптимизации MCMC

Table 5. The results of estimating panel quantile regression with MCMC method

Переменная	Fe (robust)	q10	q25	q50	q75	q90
lcgrpu	-0.453 (0.514)	0.183 (0.152)	-0.654*** (0.032)	0.439*** (0.010)	2.645*** (0.829)	1.604*** (0.373)
lcgrpu2	0.014 (0.023)	-0.023*** (0.007)	0.023*** (0.002)	-0.015*** (0.000)	-0.136*** (0.038)	-0.042** (0.016)
lfdiu	0.009 (0.007)	-0.004 (0.003)	0.004 (0.002)	-0.047*** (0.000)	-0.016 (0.014)	-0.029*** (0.005)
leuu	0.362** (0.178)	1.333*** (0.017)	1.032*** (0.009)	1.370*** (0.003)	0.757*** (0.079)	0.899*** (0.018)
lticu	0.017 (0.016)	0.011 (0.011)	-0.095*** (0.007)	-0.170*** (0.002)	0.038 (0.030)	-0.368*** (0.006)
shup	0.022* (0.012)	-0.011*** (0.001)	0.015*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.038*** (0.008)	0.004*** (0.001)
_cons	-6.403 (3.871)					
N	1 050					
R ²	0,0611					

Примечание: В скобках указаны стандартные ошибки; $p < 0,1$, $**p < 0,05$, $***p < 0,01$.

не 25, 50 и 90 % квантилей. В данных квантилях увеличение затрат на технологические инновации на душу населения на 1 % приводит к снижению объема выбросов углекислого газа на 0,095, 0,170 и 0,368 % соответственно. Данный результат согласуется с исследованиями [7, 10, 14].

Влияние урбанизации в данном исследовании подтверждено на уровне всех квантилей и имеет различную направленность. В 10 и 50 % квантилях при увеличении доли городского населения на 1 % объем выбросов углекислого газа снижается на 0,011 и 0,001 % соответственно. В 25 и 50 % квантилях увеличение доли городского населения

на 1 % приводит к увеличению объема выбросов углекислого газа на 0,015 и 0,004 % соответственно. Наибольший эффект достигается в 75 % квантиле, где увеличение доли городского населения на 1 % приводит к увеличению объема выбросов углекислого газа на 0,038 %. Неоднородные результаты влияния урбанизации на выбросы CO₂ были получены также в других исследованиях, упомянутых выше в разделе, посвященном обзору литературы (см. табл. 2).

Таким образом, можно увидеть, что результаты различаются для различных квантилей, а значит, использование квантильных регрессий было оправданным.

6. Обсуждение результатов

Итак, мы рассмотрели факторы, которые влияют на выбросы углекислого газа в атмосферу. Понимание этих факторов необходимо, поскольку в настоящее время снижение выбросов CO₂ является одной из первоочередных задач. Важно не допустить усиления глобального потепления, которое уже приводит к аномально высоким температурам, последствия которых – засухи, пожары, угроза для жизни людей и для природы. В рамках вышеупомянутого Парижского соглашения идет речь об удержании прироста глобальной средней температуры ниже 2 °C сверх доиндустриальных уровней, а желательно, ниже 1,5 °C. Это возможно только при условии сокращения выбросов парниковых газов¹⁶.

В связи со снижением деловой активности вследствие COVID-19 уровень выбросов снизился, но этот эффект является краткосрочным. С возобновлением работы экономики в докризисном режиме уровень выбросов парниковых газов быстро возвращается на прежний уровень [23]. Чтобы улучшить состояние окружающей среды, необходимо выходить из текущего кризиса, ориентируясь на использование «зеленых» технологий¹⁷.

Полученные в нашем исследовании результаты показывают противоречивое влияние *урбанизации* на выбросы CO₂. Это подчеркивает важность использования возможностей снижения выбросов в атмосферу вредных веществ, в т. ч. CO₂, которые дает урбанизация,

¹⁶ Парижское соглашение. ООН. 2015 (Paris Agreement, UN, 2015). Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

¹⁷ Инновации в сфере чистой энергетики во время COVID-19 (Clean energy innovation in times of COVID-19 crisis, IEA). 7.07.2020. Режим доступа: <https://www.iea.org/articles/clean-energy-innovation-in-the-covid-19-crisis>

и в то же время минимизации рисков для окружающей среды, связанных с урбанизацией [1, 24]).

Во многих случаях авторы находят подтверждение *гипотезы об экологической кривой Кузнецца*, т. е. о том, что влияние валового регионального продукта на выбросы CO₂ имеет форму перевернутой U, для различных групп стран, а также для регионов России [12, 22, 25]. Наш вывод о том, что влияние валового регионального продукта на выбросы CO₂ имеет форму перевернутой U, соответствует выводам этих работ. Важно отметить, что в соответствии с результатами недавних исследований, большинство российских регионов находится на возрастающей ветви кривой Кузнецца. Иными словами, с ростом доходов во многих регионах растут выбросы CO₂ [12].

Потребление электроэнергии на душу населения, в свою очередь, конечно же, является неотъемлемым компонентом экономического развития, но при этом приводит к росту выбросов CO₂, что и подтвердилось в нашем исследовании.

Таким образом, результаты показывают, что *экономическое развитие и урбанизация* могут влиять как положительно, так и отрицательно на состояние окружающей среды. Это говорит о необходимости разработки и внедрения дополнительных мер по снижению объемов выбросов.

Наши результаты показывают также, что *затраты на технологические инновации* на душу населения способствуют снижению выбросов CO₂. Здесь важно то, что наряду с очевидным улучшением экологической обстановки ученые говорят об экономических возможностях, связанных с «зеленым ростом» [26].

Также оценка модели на основе используемых данных показала, что по-

ступление прямых иностранных инвестиций на душу населения способствует снижению выбросов CO₂. Как упоминалось в обзоре литературы, встречается как положительное, так и отрицательное влияние прямых иностранных инвестиций на окружающую среду. В частности, существенную роль в этом процессе играет уровень развития законодательства в сфере охраны окружающей среды [27].

Для работы над мерами по снижению объемов выбросов полезно рассмотреть опыт других стран. При этом особый интерес вызывают страны, где в последние годы наблюдался существенный рост экономики, что привело к проблемам, связанным с окружающей средой. Так, Китай в ходе Парижской конференции по изменениям климата в 2015 г. объявил о цели достичь пика выбросов не позднее 2030 г. на основе ряда принимаемых мер [26, 28]).

Снижению выбросов CO₂ способствуют энергосберегающие технологии, а также технологии, ориентированные на защиту окружающей среды. Кроме того, на состоянии окружающей среды благоприятно сказывается сокращение устаревших производственных мощностей и развитие секторов экономики, в меньшей степени загрязняющих окружающую среду. Регулирование климата может осуществляться посредством управления «сверху вниз», при помощи частных волонтерских инициатив и неправительственных организаций [26].

Развитие системы общественного транспорта, улучшение городского планирования, применение энергоэффективных (зеленых) технологий и посадка деревьев будут способствовать уменьшению выбросов [4, 16]. Кроме того, важной является поддержка правительством программ, направленных на информирование людей в образовательных учреждениях и средствах массовой

информации об экологических проблемах и возможностях защиты окружающей среды [4].

Таким образом, для работы над снижением выбросов CO₂ целесообразно учитывать международный опыт работы над снижением уровня выбросов, при этом ориентируясь на факторы, связанные с развитием российских регионов.

7. Выводы и рекомендации

В данном исследовании было рассмотрено влияние урбанизации и других факторов, оказывающих влияние на выбросы углекислого газа в регионах России. Исследование было проведено на основе панельных квантильных регрессий и метода оптимизации Монте-Карло с Марковскими цепями. Это позволило получить более точные результаты путем разделения уровня выбросов углекислого газа на квантили 10, 25, 50, 75 и 90%.

Гипотеза о положительном влиянии урбанизации на выбросы CO₂ подтвердилась частично. В более высоких квантилях урбанизация увеличивает выбросы CO₂ (25, 75 и 90%). Наибольший эффект достигается в 75% квантиле. В квантилях 10 и 50% увеличение урбанизации ведет к снижению выбросов CO₂. Гипотеза о выполнении экологической кривой Кузнеця также подтвердилась частично. Гипотеза выполняется в квантилях со средним и высоким уровнем выбросов CO₂ (50, 75 и 90%).

Поступление прямых иностранных инвестиций в данном исследовании значимо на уровне 50 и 90% квантилей, и приток иностранных инвестиций в регионы снижает уровень выбросов. Результаты показали, что во всех регионах потребление электроэнергии увеличивает выбросы CO₂. Наибольшее влияние прослеживается в регионах с более низким уровнем выбросов.

Также результаты данного исследования показывают, что в 25,50 и 90 % квантилях затраты на технологические инновации сокращают уровень выбросов. Наибольший эффект прослеживается в регионах с самым высоким уровнем выбросов. В остальных квантилях затраты на технологические исследования и разработки не оказывают влияния на выбросы CO₂.

На основе полученных результатов можно сформулировать несколько рекомендаций. Во-первых, регионам необходимо сотрудничать друг с другом в процессе создания и внедрения инноваций, т. к. в одних регионах затраты на технологические инновации эффективнее, чем в других. Тем регионам, где затраты на технологические инновации не оказывают влияние на уровень выбросов CO₂, следует перенять опыт других регионов, чтобы технологические инновации использовались эффективно и помогали улучшить качество окружающей среды.

Во-вторых, целесообразно привлекать прямые иностранные инвестиции, связанные с чистым производством и «зеленой» промышленностью. Следует осуществлять модернизацию, внедрять экологически чистые технологии и перенимать опыт зарубежных специалистов.

В-третьих, регионам со средним и высоким уровнем выбросов необходимо сотрудничать с иностранными фир-

мами, осуществляющими инвестиции с целью перетока знаний.

В-четвертых, целесообразно принятие мер по оптимизации потребления электроэнергии во всех регионах, поскольку повышение энергоэффективности приведет к снижению энергоемкости ВВП и сокращению объема выбросов CO₂.

В-пятых, следует инвестировать в зеленую инфраструктуру, создание зеленых зон и качество жизни населения, особенно в регионах с высоким уровнем выбросов, где урбанизация ведет к увеличению выбросов CO₂. Кроме того, меры по снижению выбросов углекислого газа следует разрабатывать и использовать с учетом специфики каждого региона.

Результаты данного исследования могут быть учтены при разработке политики регионов в области улучшения окружающей среды. Также стоит отметить, что результаты данной работы могут стать основой для дальнейших исследований в области анализа выбросов углекислого газа на региональном уровне.

Для продолжения исследования в дальнейшем целесообразно учесть отраслевую специфику и географическое положение регионов России. На наш взгляд, актуально также рассмотреть показатели, влияющие на выбросы других видов загрязняющих веществ в атмосферу.

Список использованных источников

1. *Ali R., Bakhsh K., Yasin M.* Impact of urbanization on CO₂ emissions in emerging economy: Evidence from Pakistan // *Sustainable Cities and Society*. 2019. Vol. 48. Pp. 101553. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101553.
2. *Кулясов И. П.* Экологическая модернизация: теоретические аспекты // *Социология и социальная антропология*. 2005. № 3. С. 100–113.
3. *Muhammad S., Long X., Salman M., Dauda L.* Effect of urbanization and international trade on CO₂ emissions across 65 belt and road initiative countries // *Energy*. 2020. Vol. 196. Pp. 102–117. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117102.
4. *Бондарев В. П.* Инвайроментальные проблемы Московской агломерации // *Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология*. 2014. № 4. С. 138–165.

5. *Xu B., Lin B.* A quantile regression analysis of China's provincial CO₂ emissions: Where does the difference lie? // *Energy Policy*. 2016. Vol. 98. Pp. 328–342. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.09.003.
6. *Poumanyong P., Kaneko S.* Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis // *Ecological Economics*. 2010. Vol. 70, Issue 2. Pp. 434–444.
7. *Xie Q., Liu J.* Combined nonlinear effects of economic growth and urbanization on CO₂ emissions in China: Evidence from a panel data partially linear additive model // *Energy*. 2019. Vol. 186. Pp. 115868. DOI: 10.1016/j.energy.2019.115868.
8. *Ali H., Abdul-Rahim A., Bashir Ribadu M.* Urbanization and carbon dioxide emissions in Singapore: evidence from the ARDL approach // *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. Vol. 24. Pp. 1967–1974. DOI: 10.1007/s11356-016-7935-z.
9. *Sharma S.* Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries // *Applied Energy*. 2011. Vol. 88, Issue 1. Pp. 376–382.
10. *Churchill S., Inekwe J., Smyth R., Zhang X.* R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870–2014 // *Energy Economics*. 2019. Vol. 80. Pp. 30–37. DOI: 10.1016/j.eneco.2018.12.020.
11. *Ike G., Usman O., Sarkodie S.* Testing the role of oil production in the environmental Kuznets curve of oil producing countries: New insights from Method of Moments Quantile Regression // *Science of the Total Environment*. 2020. Vol. 711. Pp. 135208. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135208.
12. *Иванова В.* ВВП и загрязнение окружающей среды в регионах России: пространственно-эконометрический анализ // *Квантиль*. 2019. № 14. С. 53–62.
13. *Pao H.-T., Yu H., Yang Y.* Modeling the CO₂ emissions, energy use, and economic growth in Russia // *Energy*. 2011. Vol. 36, Issue 8. Pp. 5094–5100. DOI: 10.1016/j.energy.2011.06.004.
14. *Шкуперова Т.Г.* Экологическая кривая Кузнеця как инструмент исследования регионального развития // *Экономический анализ: теория и практика*. 2013. № 19. С. 8–15.
15. *Zemtsov S. P., Baburin V. L., Kidyayeva V. M.* Innovation clusters and prospects for environmental management in Russia // *Geography and Natural Resources*. 2018. Vol. 39, Issue 1. Pp. 10–15. DOI: 10.1134/S187537281801002X.
16. *Buchinsky M.* Recent advances in quantile regression models: A practical guideline for empirical research // *Journal of Human Resources*. 1998. Vol. 33, Issue 1. Pp. 88–126.
17. *Koenker R.* *Quantile Regression*. Cambridge University Press, 2005. 349 p. DOI: 10.1017/CBO9780511754098.
18. *Koenker R., Bassett J.* Regression quantiles // *Econometrica*. 1978. Vol. 46, Issue 1. Pp. 33–50.
19. *Powell D.* *Quantile Treatment Effects in the Presence of Covariates*. RAND Corporation. 2017. Pp. 1–28.
20. *Powell D.* *Quantile Regression with Nonadditive Fixed Effects. Quantile Treatment Effects*. RAND Corporation, 2016. 33 p.
21. *Baker M.* Adaptive Markov chain Monte Carlo sampling and estimation in Mata // *The Stata Journal*. 2014. Vol. 14, Issue 3. Pp. 623–661.
22. *Grossman G. M., Krueger A. B.* Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement // NBER Working Paper. No. 3914. National Bureau of Economic Research, 1991. 55 p.
23. *Forster P. M., Forster H. I., Evans M. J., Gidden M. J., Jones C. D., Keller C. A., Lamboll R. D., Quéré C. L., Rogelj J., Rosen D., Schleussner C.-F., Richardson T. B., Smith C. J., Turnock S. T.* Current and future global climate impacts resulting from COVID-19 // *Nature Climate Change*. 2020. DOI: 10.1038/s41558-020-0883-0.
24. *Wang N., Zhu H., Guo Y., Peng Ch.* The heterogeneous effect of democracy, political globalization, and urbanization on PM_{2.5} concentrations in G20 countries: Evidence from panel quantile regression // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 194, Issue 1. Pp. 54–68. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.092.
25. *Давидсон Н.Б., Мариев О.С., Баев Д.В.* Эконометрическая оценка влияния прямых зарубежных инвестиций на окружающую среду // *Журнал экономической теории*. 2019. Т. 16, № 3. С. 575–580. DOI: 10.31063/2073-6517/2019.16-3.22.

26. Zheng J., Zhifu M., Coffman D., Milcheva S., Shan Y., Guan D., Wang Sh. Regional development and carbon emissions in China // *Energy Economics*. 2019. Vol. 81. Pp. 25–36. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.03.003.

27. Doytch N., Uctum M. Globalization and the environmental spillovers of sectoral FDI // *Economic Systems*. 2012. Vol. 40, Issue 4. Pp. 582–594. DOI: 10.1016/j.ecosys.2016.02.005.

28. Zhou B., Zhang C., Song H., Wang Q. How does emission trading reduce China's carbon intensity? An exploration using a decomposition and difference-in-differences approach // *The Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 676. Pp. 514–523. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.303.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мариев Олег Святославович

Кандидат экономических наук, заведующий кафедрой эконометрики и статистики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0002-9745-8434; e-mail: o.s.mariev@urfu.ru.

Давидсон Наталья Борисовна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры международной экономики и менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0002-6779-9561; e-mail: n.b.davidson@urfu.ru.

Емельянова Оксана Сергеевна

Магистрант кафедры эконометрики и статистики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0002-9731-5513; e-mail: oksanochka107@gmail.com.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-18-00262 «Моделирование сбалансированного технологического и социально-экономического развития российских регионов»).

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ


Мариев О. С., Давидсон Н. Б., Емельянова О. С. Влияние урбанизации на выбросы углекислого газа в регионах России // *Journal of Applied Economic Research*. 2020. Т. 19, № 3. С. 286–309. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.014.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 3 августа 2020 г.; дата поступления после рецензирования 25 августа 2020 г.; дата принятия к печати 3 сентября 2020 г.

The Impact of Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in the Regions of Russia

O. S. Mariev  , N. B. Davidson , O. S. Emelianova 

Ural Federal University
named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia
 o.s.mariev@urfu.ru

Abstract. Today the world faces the environmental problems arising from economic activity, and Russia is no exception. At the same time, it is a well known fact that economic development is associated with urbanization process. Our aim is to estimate the impact of urbanization on CO₂ emissions. In this paper, we study 77 Russian regions based on data for the years 2001–2015, provided by the Federal Service for State Statistics and the Unified Inter-Agency Information and Statistical System. The Quantile regression model is applied, with the dependent variable of CO₂ emissions per capita. Urbanization is measured as a share of urban population in the regions. Gross regional product per capita is included into the model to test the Environmental Kuznets Curve hypothesis. Control variables are energy consumption per capita, expenditures on technological innovations per capita and foreign direct investment per capita. Markov Chain Monte Carlo method is used to estimate the model. Mixed evidence of the urbanization effect on CO₂ emission is revealed: urbanization contributes to decrease in CO₂ emissions in the Russian regions of 10th and 50th quantiles, while in the regions of 25th, 75th and 90th quantiles higher urbanization leads to increase in CO₂ emissions. The hypothesis of Environmental Kuznets Curve is also confirmed for some Russian regions, i.e. with an increase in gross regional product per capita CO₂ emissions increase up to a certain point, and with further growth of gross regional product per capita they decrease. As expected, an increase in energy consumption leads to an increase in CO₂ emissions. Foreign direct investment is found to affect negatively CO₂ emissions, when this variable is significant, i.e. for the 50th and 90th quantiles. We find it important that with an increase in regional expenditures on technical innovations CO₂ emissions decrease. The results of this research can be useful for regional policy.

Key words: CO₂ emissions; carbon dioxide; ecology; urbanization; Environmental Kuznets Curve; regions; Russia.

JEL R11

References

1. Ali, R., Bakhsh, K., Yasin, M. (2019). Impact of urbanization on CO₂ emissions in emerging economy: Evidence from Pakistan. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 48. 101553. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101553.
2. Kulyasov, I.P. (2005). Ekologicheskaja modernizatsiia: teoreticheskie aspekty [Ecological Modernization: Theoretical Aspects]. *Sotsiologija i sotsial'naja antropologija [Sociology and Social Anthropology]*, No. 3, 100–113.
3. Muhammad, S., Long, X., Salman, M., Dauda, L. (2020). Effect of urbanization and international trade on CO₂ emissions across 65 belt and road initiative countries. *Energy*, Vol. 196, 102–117. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117102.
4. Bondarev, V. P. (2014). Invaironmental'nye problemy Moskovskoi aglomeratsii (Environmental problems of Moscow agglomeration). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 18. Sotsiologija i politologija (Moscow State University Bulletin. Series 18. Sociology and Political Science)*, No. 4, 138–165.

5. Xu, B., Lin, B. (2016). A quantile regression analysis of China's provincial CO₂ emissions: Where does the difference lie? *Energy Policy*, Vol. 98, 328–342. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.09.003.
6. Poumanyong, P., Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, Vol. 70, Issue 2, 434–444.
7. Xie, Q., Liu, J. (2019). Combined nonlinear effects of economic growth and urbanization on CO₂ emissions in China: Evidence from a panel data partially linear additive model. *Energy*, Vol. 186, 115868. DOI: 10.1016/j.energy.2019.115868.
8. Ali, H., Abdul-Rahim, A., Bashir Ribadu, M. (2016). Urbanization and carbon dioxide emissions in Singapore: evidence from the ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 24, 1967–1974. DOI:10.1007/s11356-016-7935-z.
9. Sharma, S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, Vol. 88, Issue 1, 376–382.
10. Churchill, S., Inekwe, J., Smyth, R., Zhang, X. (2019). R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870–2014. *Energy Economics*, Vol. 80, 30–37. DOI: 10.1016/j.eneco.2018.12.020.
11. Ike, G., Usman, O., Sarkodie, S. (2020). Testing the role of oil production in the environmental Kuznets curve of oil producing countries: New insights from Method of Moments Quantile Regression. *Science of the Total Environment*, Vol. 711, 135208. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135208.
12. Ivanova, V. (2019). VRP i zagriazhenie okruzhaiushchei sredy v regionakh Rossii: prostanstvenno-ekonometricheskii analiz (GRP and environmental pollution in Russian regions: spatial econometric analysis). *Kvantil [Quantile]*, No. 14, 53–62.
13. Pao, H.-T., Yu, H., Yang, Y. (2011). Modeling the CO₂ emissions, energy use, and economic growth in Russia. *Energy*, Vol. 36, Issue 8, 5094–5100. DOI: 10.1016/j.energy.2011.06.004.
14. Shkiperova, T. G. (2013). Ekologicheskaiia krivaia Kuzneta kak instrument issledovaniia regional'nogo razvitiia (Environmental Kuznets curve as tool of regional development studies). *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika (Economic Analysis: Theory and Practice)*, No. 19, 8–15.
15. Zemtsov, S. P., Baburin, V. L., Kidyayeva, V. M. (2018). Innovation clusters and prospects for environmental management in Russia. *Geography and Natural Resources*, Vol. 39, Issue 1, 10–15. DOI: 10.1134/S187537281801002X.
16. Buchinsky, M. (1998). Recent advances in quantile regression models: A practical guideline for empirical research. *Journal of Human Resources*, Vol. 33, Issue 1, 88–126.
17. Koenker, R. (2005). *Quantile Regression*. Cambridge University Press, 349 p. DOI: 10.1017/CBO9780511754098.
18. Koenker, R., Bassett, J. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, Vol. 46, Issue 1, 33–50.
19. Powell, D. (2017). *Quantile Treatment Effects in the Presence of Covariates*. RAND Corporation, 1–28.
20. Powell, D. (2016). *Quantile Regression with Nonadditive Fixed Effects. Quantile Treatment Effects*. RAND Corporation, 33 p.
21. Baker, M. (2014). Adaptive Markov chain Monte Carlo sampling and estimation in Mata. *The Stata Journal*, Vol. 14, Issue 3, 623–661.
22. Grossman, G. M., Krueger, A. B. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper*, No. 3914. National Bureau of Economic Research, 55 p.
23. Forster, P. M., Forster, H. I., Evans, M. J., Gidden, M. J., Jones, C. D., Keller, C. A., Lamboll, R. D., Quéré, C. L., Rogelj, J., Rosen, D., Schuessler, C.-F., Richardson, T. B., Smith, C. J., Turnock, S. T. (2020). Current and future global climate impacts resulting from COVID-19. *Nature Climate Change*. DOI: 10.1038/s41558-020-0883-0.
24. Wang, N., Zhu, H., Guo, Y., Peng, Ch. (2018). The heterogeneous effect of democracy, political globalization, and urbanization on PM_{2.5} concentrations in G20 countries: Evidence from panel quantile regression. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 194, Issue 1, 54–68. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.092.
25. Davidson, N. B., Mariev, O. S., Baev, D. V. (2019). Ekonometricheskaiia otsenka vliianiia priamykh zarubezhnykh investitsii na okruzhaiushchuiu srediu (The Impact Of Foreign

Direct Investment On Environment: An Econometric Analysis). *Zhurnal ekonomicheskoi teorii* [Economic Theory Journal], Vol. 16, No. 3, 575–580. DOI: 10.31063/2073–6517/2019.16–3.22.

26. Zheng, J., Zhifu, M., Coffman, D., Milcheva, S., Shan, Y., Guan, D., Wang, Sh. (2019). Regional development and carbon emissions in China. *Energy Economics*, Vol. 81, 25–36. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.03.003.

27. Doytch, N., Uctum, M. (2012). Globalization and the environmental spillovers of sectoral FDI. *Economic Systems*, Vol. 40, Issue 4, 582–594. DOI: 10.1016/j.ecosys.2016.02.005.

28. Zhou, B., Zhang, C., Song, H., Wang, Q. (2019). How does emission trading reduce China's carbon intensity? An exploration using a decomposition and difference-in-differences approach. *The Science of the Total Environment*, Vol. 676, 514–523. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.303.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariev Oleg Svyatoslavovitch

Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Econometrics and Statistics, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0002-9745-8434; e-mail: o.s.mariev@urfu.ru.

Davidson Natalia Borisovna

Candidate of Economic Sciences, Associate professor, Department of International Economics and Management, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0002-6779-9561; e-mail: n.b.davidson@urfu.ru.

Emelyanova Oksana Sergeevna

Master student, Department of Econometrics and Statistics, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0002-9731-5513; e-mail: oksanochka107@gmail.com.

ACKNOWLEDGMENTS

Research was supported by the grant of the Russian Science Foundation № 19-18-00262 «Empirical modelling of balanced technological and socioeconomic development in the Russian regions».

FOR CITATION

Mariev O. S., Davidson N. B., Emelyanova O. S. The Impact of Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in the Regions of Russia. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, No. 3, 286–309. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.014.


ARTICLE INFO

Received August 3, 2020; Revised August 25, 2020; Accepted September 3, 2020.



Социально-экономический генотип территорий опережающего развития (на примере Уральского региона)

Ю. Г. Мыслякова  , Е. А. Шамова , Н. П. Неклюдова 

*Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук,
г. Екатеринбург, Россия
mysliakova.ug@uiec.ru*

Аннотация. Выявление новых источников и драйверов регионального развития является важной задачей в условиях снижения темпов роста национальной экономики. В качестве одного из таких драйверов выступают территории опережающего развития, ориентированные на выравнивание пространственно-экономического дисбаланса страны. Гипотеза исследования заключается в предположении, что у ряда монопрофильных территорий есть исторически заложенные специфические особенности, которые формируют их предрасположенность к опережающему развитию. Для доказательства гипотезы была сформулирована цель исследования, обозначенная в работе как разработка научно-методического подхода, позволяющего интегрально оценить производственную, социальную и институциональную наследственность монопрофильных территорий и выявить их предрасположенность к опережающему развитию. В качестве методологической основы исследования обоснован генетический подход, представленный авторами на уровне определяющих кодов и позволяющий анализировать скрытые «ядерные силы» территорий, сформированные за продолжительное время, а также идентифицировать наследственные признаки опережающего развития. Разработан методический аппарат определения социально-экономического генотипа территории, включающий матричный метод идентификации его ядра на базе сопоставления норм Фробениуса, отражающих положительные и отрицательные кодовые трансформации. Апробация авторского метода исследования проведена на примере территорий опережающего развития уральского региона, основная часть которых освоена в XVIII веке и несет в себе свойства «горнозаводской цивилизации». Идентифицированные социально-экономические генетические признаки можно использовать при оценке монопрофильных территорий, претендующих на статус опережающих, а также при согласовании видов государственной поддержки и направлений инновационного развития, экспансии промышленной модернизации и институционализации малого и среднего предпринимательства. Прикладная значимость авторского методического инструментария связана с повышением результативности государственного регулирования экономических процессов, происходящих в регионах, с учетом их территориальной наследственности.

Ключевые слова: социально-экономический генотип; территории опережающего развития; уральский регион; ядро; предрасположенность; наследственная программа; определяющие коды; морфология региона.

1. Актуальность исследования

Происходящее в настоящее время замедление темпов экономического роста обуславливает необходимость поиска новых источников и драйверов развития экономики на уровне как

страны в целом, так и отдельных регионов. В качестве одного из таких драйверов выступают территории опережающего развития, которые в Федеральном законе от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ «О территориях опережающего со-

циально-экономического развития Российской Федерации» обозначены как «экономические зоны со льготными налоговыми условиями, упрощенными административными процедурами и другими привилегиями в России, создаваемыми для привлечения инвестиций, ускоренного развития экономики и улучшения жизни населения». Создание данных территорий обусловлено необходимостью выравнивания дисбаланса пространственно-экономического развития страны [1, 2]. С научно-методической точки зрения, данная правовая основа, направленная на выделение отдельных территорий в качестве особых, имеющих специфический статус, служит предпосылкой для разработки научно обоснованного подхода к выявлению территорий с потенциалом опережающего развития. В целях решения данной задачи нами предлагается использование генетического подхода, позволяющего на основе анализа «ядерных сил», сформированных прошлыми поколениями и наследуемых территориями, идентифицировать признаки потенциальной территории опережающего развития. Выявленные генетические признаки будут способствовать повышению эффективности государственного регулирования экономических процессов, происходящих в регионах.

Исходя из поставленных задач исследования возникает методологический вопрос, связанный с правомерностью переноса идей генетической науки в экономическую. Мы придерживаемся мнения, что в процессе научного поиска наиболее полного отображения исследуемого объекта, необходимо отказаться от дисциплинарных ограничений, если выбранный подход позволяет вывить его существенные характеристики. Карл Поппер считал, что действительно различные дисципли-

ны (например, физика, биология или археология) отличаются предметами исследования, но при этом ученый исследует проблему, а не предмет исследования, проблемы же способны пересекать границы любых дисциплин и их предметов [3]. Томас Кун в своей книге «Структура научных революций» показывает, что почти любой значительный прорыв в области науки начинается с разрыва с традициями, старым мышлением, старыми парадигмами [4]. Кроме того, в работах других известных экономистов можно отследить применение генетического подхода в проведенных ими исследованиях. Так, Д. С. Львов отмечает, что методология экономической науки должна быть адекватна природе изучаемых явлений, чтобы дойти до их сущности, до «ядра» хозяйственной деятельности, чтобы «постичь единство диалектики и логики ее развития...» [5]. В. И. Маевский в своих работах, анализируя подходы и методы исследования Н. Кондратьева, отмечает, что ученый считал, что переносить исследовательские инструменты одной научной методологии в другую правомерно, если сам этот перенос является плодотворным [6]. Р. Нельсон и С. Уинтер в одной из своих работ отметили: «Мы с удовольствием используем любую биологическую идею, если она полезна для понимания экономических проблем, но мы в равной степени готовы игнорировать все, что нам кажется неадекватным, а также радикально модифицировать признанные биологические теории в интересах создания лучшей экономической теории» [7, с. 31]. При этом можно утверждать, что экономическую эволюционную теорию они определяют через призму смены этапов развития территории, сопровождающейся изменением ее генетической структуры или экономического генофонда общества.

Междисциплинарность и правомерность интеграции методов исследования обоснована также в работах Дж. фон Неймана и О. Моргенштерна. Они считали, что не менее важным для исследователя является вскрытие причин, событий, закономерностей, обуславливающих прогресс в других науках, и изучение того, почему применение этих принципов не может или может привести к прогрессу и в экономике [8, с. 29–30].

В. Полтерович отмечал, что коэволюция наук привела к тому, что формы организации экономического знания не имеют принципиальных отличий от форм естественных наук. Ученый также ссылается на то, что много видных экономистов придерживалось мнения, что биологическая наука содержит такие модели и подходы, на которых экономистам следовало бы равняться [9, с. 48]. Обусловлено это тем, что ближайшие пограничные системы реального мира оказывают сильное воздействие друг на друга. Поэтому исследование территории и генетики живой природы не просто близко, а наиболее значимо для механизмов изучения хозяйственных систем, в том числе в региональном разрезе.

Если проанализировать применяемые исследовательские механизмы экономической теории, то можно увидеть первоначальное преобладание механических в своей основе подходов и инструментов, затем констатировать, что пришло время физических и химических аналогий, которые впоследствии сменились «nature» подходами к изучению субъектов хозяйствования как живых организмов [10–12].

Считаем, что следующий этап развития экономической мысли связан с генетикой, что позволит работать с элементарными основаниями хозяйственной деятельности территориаль-

ных общностей. А эта элементарность, по мнению Г. Селье, «всегда является важным и прорывным в любой науке» [13, с. 106].

Таким образом, на основании современных трендов обеспечения регионального развития, а также представленных выше мнений о правомерности, а зачастую необходимости синтеза научных подходов при решении экономических проблем территорий, предлагается цель данного исследования, заключающаяся в разработке научно-методического подхода, позволяющего интегрально оценить производственную, социальную и институциональную наследственность монопрофильных территорий и выявить их предрасположенность к опережающему развитию. Данная цель позволит доказать или опровергнуть нашу гипотезу, что у ряда монопрофильных территорий есть исторически заложенные специфические особенности, которые формируют их предрасположенность к опережающему развитию.

2. Степень изученности проблемы

Изначально инструментарий науки генетики использовался зарубежными экономистами для того, чтобы объяснить различия в уровне доходов у различных социальных групп. По оценкам П. Таубмана, от 18 до 41 % вариаций в доходах между людьми передавались по наследству [14]. Аналогично Й. Флетчер применял генетику с целью изучения источника достижения человеком финансового благополучия и успеха в обществе, развития себя как личности [15–19]. При этом исследовалось экономическое поведение братьев и сестер, в том числе близнецов.

Посвятив в своих исследованиях продолжительное время изучению генетических факторов поведения ин-

дивидуумов, Й. Флетчер выделил три периода взаимодействия генетики как дисциплины в экономических исследованиях [20, с. 1–3]. Первый период – это период до открытия генов как таковых. Он характеризовался тем, что в качестве генетических эффектов использовался анализ семейных отношений как способ понять основные различия в экономическом поведении людей. Второй период связан с открытием генома живых организмов и попытками отследить влияние молекулярно-генетических данных (генов человека) на социальное поведение (1920–2000). После завершения проекта «Геном человека» в 2000 г. и появления такой дисциплины, как нейроэкономика, была заложена основа для появления третьего периода, связанного с исследованием ассоциаций между геномными вариантами и фенотипическими признаками. В этот период зарождается геноэкономика (*Genoeconomics*), сочетающая в себе достижения молекулярной генетики и экономики, обосновывающая экономическое поведение отдельного индивида через его генетические предрасположенности и особенности. Здесь можно выделить работы Д. Бенжамин, А. Наварро, Дж. Бошам, Д. Цезарини и др. [21–23].

В 2013 г. *American Economic Review* опубликовал статью, в которой утверждается, что экономическое благополучие страны может быть связано с генетическим составом населения. Согласно их выводам, «существуют сильные связи между генетическим разнообразием стран и доходами на душу населения, даже после учета множества факторов, таких как экономическая миграция» [24].

Таким образом, взяв отправную точку с исследований П. Таубмана в 1976 г. и по настоящее время, работы ученых в области геноэкономики под-

твердили влияние наследственности на уровень дохода, образования и другие экономические фенотипы в качестве свойств некоего обобщенного продукта экономики, приобретенного в ходе эволюции.

Достижения генетики и технологии сегодня позволяют использовать этот инструментарий для оценки социально-экономического развития территорий. Задача геноэкономики, согласно Д. Бенжамину, в будущем, вероятно, будет заключаться в выявлении множества способов, с помощью которых индивидуальное поведение и социальные институты смягчают или усиливают генетические различия [25]. При этом им указывается три способа взаимодействия двух дисциплин внутри геноэкономики. Во-первых, экономика может внести вклад в теоретическую и эмпирическую основу для понимания того, как рыночные силы и поведенческие реакции опосредуют влияние генетических факторов. Во-вторых, включение генетики в экономический анализ может помочь экономистам определить и измерить важные причинно-следственные связи, которые могут быть или не быть генетическими. Наконец, экономика может помочь в анализе вопросов политики, связанных с генетической информацией.

В целом исследования западных ученых сводятся к изучению экономического поведения отдельного человека как субъекта хозяйствования. Мы же предлагаем включить генетический подход в экономические исследования именно на уровне изучения территориальных особенностей экономического развития. Регионы различаются по масштабу занимаемой территории, наличию природных ресурсов, количеству трудоспособного населения и объему производимого валового продукта. Однако принципы их функционирования

ния подчинены методологии универсального информационного механизма, который был описан Е. З. Майминасом в 70-х гг. прошлого столетия [26]. Автор подробно раскрыл, что функциональные потребности населения в зависимости от технологического уровня производства региона трансформируются в список востребованных товаров и услуг, который по набору своих позиций исторически изменчив. При этом, если посмотреть на этот процесс с позиции временного фактора, автором отмечается, что «в определенный момент существует разрыв между уровнем предметных потребностей и возможностями производства в обеспечении этих потребностей, который обусловлен опережающим ростом предметных потребностей из-за развития общества, а также относительной ограниченностью возможностями производства» [26]. Здесь берут корни своего происхождения поведенческие фенотипы территорий, выражающие необходимость, значимость и настоятельность удовлетворения сложившихся на текущий момент интересов населения. Именно поэтому экономические процессы, протекающие на каждой территории, должны соответствовать уровню потребностей, а значит, и уровню развития общества.

Уровень развития общества обусловлен системой ценностей различных групп населения, включающей целый ряд аксиологических оценочных шкал осознания реальности и процессов жизнедеятельности: материально-экономических, социальных, политических, социально-психологических, нравственных, познавательных, экологических и др. Поэтому система ценностей общества в целом влияет на поведение каждого индивида в разных сферах его жизнедеятельности и проявляется в отношении к образованию; труду; обществу через формы «включенности»

в общественные отношения; мобильности; восприятию различных внешних воздействий, в том числе провоцирующих креативность и новаторство. Таким образом, Е. З. Майминас рассматривает функционирование региона с позиции выявления и влияния на его жизнедеятельность социального кода территории, который у каждого конкретного общества свой и зависит от доминирования конкретного класса со своими культурными традициями и соответствующими им ценностей. Структура этих ценностей дифференцирована в рамках социальной структуры общества и имеет динамичный характер. Вместе с тем есть и интегрирующие долговременные ценности, символизирующие целостность и историческую преемственность каждого общества [27].

Идеи Е. З. Майминаса стали первыми российскими разработками социально-экономического генотипа территории, которые в дальнейшем были развиты Г. Б. Клейнером [28], В. Л. Тамбовцевым [29]. Эти авторы уточнили роль социально-экономического генотипа, а именно в том, что это «наследственная закономерность сложившихся социально-экономических отношений влияет и обуславливает возможности, а также пределы генерирования и отбора приоритетов научно-технологического развития территории» [29].

В дальнейшем развитие идей социально-экономического генотипа было сведено к разработке понятия «социокультурный код». Здесь можно привести работы таких авторов, как А. Аузан, Д. Лернер, Ж. Алмонд, Й. Колеман, М. Вейнер [30–34]. В данных исследованиях получила свое развитие идея влияния ценностей на поведенческие установки, которые, в свою очередь, выступают некими ключами, задающими допустимый ряд действий в обществе.

Также можно привести исследования Р. Инглхарта о ценностях и модернизации, которая определена конкретными видами аксиологий в определенной стадийной последовательности развития, отвечающей за масштабность и институционализацию модернизационных процессов на территории [35].

Мы считаем, что поскольку регион представляет собой совокупность интересов разных субъектов хозяйствования, каждому из которых необходимо приспособиться к существующим социально-экономическим отношениям, то в исследовании необходимо не только концентрировать внимание на социально-культурных или ценностных наследственных записях территории, но и на производственных и институциональных параметрах региона, определив их соединения, способные бездефектно создавать основную формулу ее экономического роста.

3. Методология исследования

3.1. Объект исследования

Нам близки идеи Е. М. Мартишина, в которых он раскрывает социально-экономический генотип как наследственную программу экономического эволюции территории, представляющий собой совокупность механизмов реализации закономерностей, передачи генетической информации и изменчивости в процессе хозяйственной деятельности региона [36, 37]. Механизмы регионального генотипа, по мнению ученого, направлены на воспроизводство и возмещение затраченных факторов производства, установление равновесия индивидуальной и общественной деятельности, организацию, регулирование сфер хозяйствования, а также на осуществление циклического развития. Анализ работ Е. М. Мартишина также позволяет отметить, что важен упор на институциональной составля-

ющей территориальной системы, социальная память которой, отвечающая в том числе и за саморазвитие региона хранится в соответствующих институциональных кодах, обеспечивающих формирование общего опыта, навыков и традиций ведения бизнеса экономических субъектов. Это подтверждает нашу идею о присутствии не только социальных, но и институциональных кодов, отвечающих за объединение территорий региона и равномерность их развития.

Таким образом, мы пришли к выводу, что, во-первых, генетические коды территории не имеют биологической основы своего происхождения, а представляют собой набор эндогенных факторов, исторически сформированных и передающихся от поколения к поколению. Во-вторых, у каждой территории есть исторически сложившиеся социальный и институциональный коды, которые составляют основу ядра социально-экономического генотипа. В-третьих, считаем, что у Уральского региона, имеющего статус старопромышленного, присутствует еще один базовый код, отвечающий за экономику территории – производственный код, зарождение которого произошло в XVIII в. из-за наличия в регионе соответствующих природных ресурсов, оказывающих влияние на размещение металлургических предприятий [38, с. 72].

То, что производственный код является базовым, следует из работ Е. Г. Анимиды и его последователей, в которых ученые уральской школы региональной экономики утверждают, что морфология региона оставалась без изменений вплоть до начала XX в. [39], а его происхождение было обусловлено появившимися центроориентированными трендами в развитии хозяйственной деятельности, связанными с зарождением и укреплением экономико-тех-

нологического взаимодействия между металлургическими и металлообработывающими предприятиями уральского региона. Это способствовало формированию экономической целостности региона и складыванию его как системы с относительно простой структурой хозяйства. Так, основное производство чугуна сосредоточено было на заводах Гороблагодатского, Екатеринбургского и Златоустовского округов, обеспечивало Камско-Воткинский железоделательный, пермские пушечные, ижевские оружейные и др. заводы. Вся медь с Мотовилихинского медеплавильного завода поставлялась на Екатеринбургский монетный двор. Это привело к тому, что к началу XIX в. заводы уральского региона давали около 80 % общего объема российского чугуна и примерно 95 % национальной меди, параллельно превращаясь в крупнейшую кузницу оружия, благодаря которой российская армия и военно-морской флот вели сражения и победили в 1812 г.

Также отметим, что именно в XVIII в. были основаны горные округа и современные моногорода, представляющие собой единые хозяйственно-территориальные комплексы, объединившие металлургические заводы, рудники и прииски, леса, использовавшееся для углежжения, реки и гидротехнические сооружения, давшие энергию и вспомогательные производства (табл. 1).

В настоящее время Уральский регион по-прежнему является центром машиностроения и металлургии, ядром оборонно-промышленного комплекса, а также научно-исследовательским и образовательным центром. Поэтому Урал обладает потенциалом стать регионом опережающего развития в XXI в. как на национальном, так и на международном уровне. Кроме того, такие города, как Бакал, Краснотурьинск, Верхний Уфалей, Миасс уже получили статус территорий опережающего развития и теперь имеют шанс укрепить и по-

Таблица 1. Уральские территории, основанные на конец XVIII в.

Table 1. The Ural territories founded for the end of the 18th century

Основан, год	Создан город, год	Административный центр монопрофильного муниципального образования	Основан, год	Создан город, год	Административный центр монопрофильного муниципального образования
1718	1942	г. Полевской	1758	1944	г. Североуральск
1722	1919	г. Нижний Тагил	1758	1942	г. Усть-Катав
1732	1933	г. Первоуральск	1758	1758	г. Сатка
1734	1936	г. Ревда	1759	1941	г. Карпинск
1736	1951	г. Чебаркуль	1759	1942	г. Сим
1737	1941	г. Верхняя Тура	1761	1941	г. Верхний Уфалей
1747	1944	г. Нязепетровск	1771	1943	г. Миньяр
1754	1865	г. Златоуст	1773	1919	г. Миасс
1757	1951	г. Бакал	1778	1938	г. Верхняя Салда
1758	1944	г. Краснотурьинск	1779	1944	г. Петухово

высить результативность влияния производственного кода на экономику уральского региона, опираясь на территориальное промышленное наследие.

Это в свою очередь служит посылком для поиска исторически сложившихся промышленных территорий, которые имеют скрытые «ядерные силы» стать территориями опережающего развития, т. е. социально-экономический генотип которых представляет собой совокупность экономически эффективных производственного, социального и институционального кодов, каждый из которых имеет характеристику «определяющего» кода, влияющего на экономический рост региона.

3.2. Предлагаемые методы и их оригинальность

Для определения социально-экономического генотипа монопрофильных территорий обратимся к методологическим особенностям его структурных элементов, образующих наследственное ядро территории. В качестве основных характеристик кодов социально-экономического генотипа можно отметить следующие:

- определяющий характер, отвечающий за экономическую специфику региона и определенную предрасположенность к процессам обновления;

- типичность, завязанная на территориальных и климатических условиях и традициях функционирования региона;

- наследственность, заключающаяся в фиксировании характерной для региона направленности развития, исторически сложившейся и закрепившейся за ней;

- универсальность, проявляющаяся в присутствии на каждой территории;

- устойчивость, выражаемая в высокой сопротивляемости и сложности трансформации этих кодов;

- ресурсоемкость, содержащая важность вливания больших объемов ресурсов для зарождения и поддержки без дефектности этих кодов, а также работающих кодовых соединений между собой;

- длительность зарождения и трансформации, отражающая большой временной лаг между формированием и эффективным применением данных кодов.

- продуктивность, выражающая способность генерировать «динамические» по своему характеру коды;

- взаимосвязность, указывающая на неспособность самостоятельно функционирования друг без друга в морфологии социально-экономического генотипа региона.

Представленные выше характеристики кодов социально-экономического генотипа служат методологическими принципами, позволяющими идентифицировать на практике «определяющие» коды конкретной территории.

Методический подход к выявлению социально-экономического генотипа монопрофильных территорий должен быть выстроен с учетом понимания состояния «опережающего развития» территорий, которое, по нашему мнению, достижимо при условии превышения динамик положительных трендов и изменений, протекающих на рассматриваемой территории, над отрицательными. Основные шаги идентификации социально-экономического генотипа следующие:

1. Выявление морфологии производственных, социальных и институциональных кодов региона. Так как речь идет о монопрофильных промышленных и старопромышленных территориях, то их производственный код представлен следующими элементами:

- индекс прироста (убыли) доли отгрузки произведенной продукции обрабатывающей промышленности ($P1$);

– индекс прироста (убыли) отгрузки продукции в сопоставимых ценах ($P2$);

– индекс прироста (убыли) объема величины отгруженной продукции, произведенной собственными силами, в расчете на 1 занятого ($P3$);

– индекс прироста (убыли) объема инвестиций в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования в расчете на 1 жителя ($P4$).

Социальный код данных территорий представлен следующими элементами:

– индекс миграционного прироста (убыли) населения ($S1$);

– индекс прироста (убыли) отношения среднесписочной численности занятых в организациях к трудоспособной части населения ($S2$);

– индекс прироста (убыли) доли занятых в обрабатывающей промышленности ($S3$);

– индекс естественного прироста (убыли) населения ($S4$).

Институциональный код монопрофильных территорий может быть представлен элементами, отражающими поддержку органов власти диверсификации экономики:

– наличие объектов инновационного малого и среднего предпринимательства ($I1$);

– индекс прироста (убыли) доли среднесписочной численности работников малых и средних предпринимателей в среднесписочной численности работников всех предприятий и организаций ($I2$);

– наличие на территории вновь созданных в течение года субъектов малого и среднего предпринимательства, которым оказана поддержка в рамках муниципальной программы развития малого и среднего предпринимательства ($I3$);

– индекс прироста (убыли) инвестиций в основной капитал относительно

предыдущего года, в сопоставимых ценах ($I4$).

2. Моделирование ядра социально-экономического генотипа монопрофильных территорий, имеющего матричный формат, элементами которого будут производственные, социальные и институциональные коды, интегрирующие в себе действующие тренды изменения функционирования территории:

$$A = \begin{vmatrix} P1 & P2 & P3 & P4 \\ S1 & S2 & S3 & S4 \\ I1 & I2 & I3 & I4 \end{vmatrix}. \quad (1)$$

3. Определение размера ядра территориального генотипа с применением норм Фробениуса, отражающими положительные и отрицательные кодовые трансформации:

$$\|A^+\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2} \text{ при } a_{ij} > 0, \quad (2)$$

$$\|A^-\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2} \text{ при } a_{ij} < 0, \quad (3)$$

$$C - E_Gen = \|A^+\| - \|A^-\|, \quad (4)$$

где $C - E_Gen$ – ядро социально-экономического генотипа территории,

$\|A^+\|$ – положительная норма матрицы,

$\|A^-\|$ – отрицательная норма матрицы,

a_{ij} – элементы матрицы A .

Итогом применения данного методического подхода будет формирование устойчивого диапазона значений ядра социально-экономического генотипа монопрофильных территорий, имеющих потенциал опережающего развития. Данный диапазон будет выступать эталоном, с которым можно сравнивать ядро генотипа территорий других регионов и выявлять скрытые ядерные силы территориального развития.

4. Анализ полученных результатов

Анализ производился по шести территориям опережающего развития (ТОР) уральского региона, расположенным в Свердловской (г. Краснотурьинск), Челябинской (г. Миасс, г. Верхний Уфалей) и Курганской (г. Далматово, г. Катайск, пгт Варгаши) областях. Данные населенные пункты являются моногородами промышленной специализации, старопромышленными территориями с устоявшимся и давно сформированным генетическим профилем.

Анализ производственных кодов рассматриваемых территорий позволяет отметить, что все уральские ТОРы имеют стабильный показатель отгрузки продукции, а также положительный рост объема инвестиций в основной капитал (табл. 2).

Также большинство территорий фиксируют рост отгруженной продукции, произведенной собственными силами, в расчете на одного занятого в организациях. Снижение показателя доли отгрузки произведенной продукции обрабатывающей промышленности в общем объеме отгруженной продукции говорит о развитии на данных территориях предпринимательства, что служит основой диверсификации эконо-

мики рассматриваемых территорий. В то же время изменение всех элементов производственного кода имеет незначительную динамику изменения, что говорит о том, что эти территории стабильно функционируют, но экономически уязвимы в нестабильных или кризисных экзогенных условиях.

Анализ социальных кодов рассматриваемых территорий позволяет отметить, что на всех уральских ТОРах наблюдается естественная убыль населения, которая подкрепляется миграционным оттоком населения с этих территорий (табл. 3).

Также фиксируется снижение занятых в обрабатывающей промышленности, что вызвано миграцией трудоспособного населения и трудоустройством в сфере малого и среднего предпринимательства за счет реализации стратегии диверсификации отраслевой структуры экономики территорий и снижения моноспециализации.

Анализ институциональных кодов рассматриваемых территорий позволяет отметить, что на всех уральских ТОРах созданы инновационные объекты, сфера предпринимательства развивается и создаются новые рабочие места, также запущены процессы промышленной модернизации функционирующих производств (табл. 4).

Таблица 2. Производственный код территорий опережающего развития УрФО
Table 2. The production code of territories of the advancing development of the Ural Federal District

ТОР УрФО	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
Городской округ Краснотурьинск	0,05	0,02	-0,04	0,01
Миасский городской округ	-0,07	0,08	0,07	0,05
Верхнеуфалейский городской округ	-0,03	0,01	-0,1	0,24
Далматовский муниципальный район	-0,11	0,01	0,04	0,24
Катайский муниципальный район	-0,04	0,0	0,04	0,06
Варгашинский муниципальный район	-0,06	0,19	0,15	0,75

Таблица 3. Социальный код территорий опережающего развития УрФО
 Table 3. The social code of territories of the advancing development of the Ural Federal District

ТОР УрФО	S1	S2	S3	S4
Городской округ Краснотурьинск	-0,2	-0,01	-0,01	-1,45
Миасский городской округ	0,02	0,82	-0,01	-1,52
Верхнеуфалейский городской округ	-0,06	-0,02	-0,07	-0,18
Далматовский муниципальный район	0,19	0,01	0,0	-0,08
Катайский муниципальный район	-2,82	0,0	0,0	-0,03
Варгашинский муниципальный район	0,0	0,0	-0,02	-0,17

Таблица 4. Институциональный код территорий опережающего развития УрФО
 Table 4. The institutional code of territories of the advancing development of the Ural Federal District

ТОР УрФО	I1	I2	I3	I4
Городской округ Краснотурьинск	1	1,17	1	1,01
Миасский городской округ	1,4	0,68	0,0	1,05
Верхнеуфалейский городской округ	5,5	0,5	0,0	1,22
Далматовский муниципальный район	1	0,75	0,0	1,21
Катайский муниципальный район	0,89	1,05	0,0	1,05
Варгашинский муниципальный район	0,75	0,59	0,0	1,74

Все перечисленные наблюдения свидетельствуют о том, что ТОРы – это монопрофильные территории, в генотип которых, с одной стороны, заложены проблемы узкоспециализированной экономики, с другой – дополнительные источники успешного функционирования, а именно предпосылки развития малого и среднего предпринимательства, инновационного бизнеса, а также инвестиций в обновление основных средств предприятий базовой отрасли. Каждый из этих источников необходимо развивать и усиливать прямыми и косвенными мерами государственной поддержки.

С целью выявления скрытых ядерных сил успешного функционирования,

заложенных на этих территориях, нами определена размерность социально-экономического генотипа, сформированного каждым из рассматриваемых ТОРов (табл. 5).

Полученные нормы матриц иллюстрируют, что наибольшими ядерными силами обладает Верхнеуфалейский городской округ, поскольку сила положительных трендов, протекающих на его территории, существенно превышает силу отрицательных динамик. Также можем утверждать, что данная территория обладает неиспользуемыми ядерными силами развития, так как находится в списке монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (мо-

Таблица 5. Социально-экономический генотип территорий опережающего развития УрФО

Table 5. A social and economic genotype of territories of the advancing development of the Ural Federal District

ТОР УрФО	A^+	A^-	$C-E_Gen$
Городской округ Краснотурьинск	2,0957	1,4643	0,6314
Миасский городской округ	2,0522	1,5216	0,5306
Верхнеуфалейский городской округ	5,6609	0,2285	5,4325
Далматовский муниципальный район	1,7669	0,1360	1,6309
Катайский муниципальный район	1,7327	2,8204	-1,0877
Варгашинский муниципальный район	2,1353	0,1814	1,9539

ногорода) с наиболее сложным социально-экономическим положением¹ при том, что индексы положительных трендов, протекающих в производственных, социальных и институциональных кодах, в более 20 раз превышают индексы отрицательных трансформаций. Городской округ Краснотурьинск также не использует свой потенциал в полную меру, находясь в перечне наиболее проблемных территорий. Катайский муниципальный район находится в категории монопрофильные муниципальные образования Российской Федерации (моногорода) с рисками ухудшения социально-экономического положения², однако данная территория имеет ряд серьезных скрытых проблем, выявленных в ходе анализа ее социально-экономического генотипа и выраженных в превышении отрицательных процессов, протекающих в обществе и доминировании их влияния на показатели хозяйственной деятельности.

В целом можно отметить, что значение ядра социально-экономического генотипа территорий опережающе-

¹ Перечень монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов) (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29 июля 2014 г. № 1398-р).

² Там же.

го развития УрФО лежит в диапазоне $\{0,5; 2,0\}$, т. е. любая монопрофильная уральская территория, имея параметры, попадающие в этот интервал, обладает потенциалом и может получить статус ТОР.

5. Основные выводы

В результате проведенного исследования была подтверждена научная гипотеза, заключающаяся в предположении, что у монопрофильных старопромышленных территорий можно выявить исторически заложенные специфические особенности развития. Эти особенности представляют собой характерный генотип территории, который, в свою очередь, отвечает за их предрасположенность к опережающему развитию. Используемый методический аппарат сосредоточен на матричном моделировании и применении норм Фробениуса, позволяющих представить в формализованном виде интегрированную информацию о специфике территории, отражая как положительные, так и отрицательные кодовые трансформации, происходящие в регионе.

Апробация предложенного подхода проведена на примере шести территорий опережающего развития, расположенных в Свердловской (г. Красно-

турьинск), Челябинской (г. Миасс, г. Верхний Уфалей) и Курганской (г. Далматово, г. Катайск, пгт Варгаши) областях. Данные населенные пункты являются территориями опережающего развития, моногородами промышленной специализации, старопромышленными территориями с устоявшимся и давно сформированным генетическим профилем. Это позволило выделить социально-экономический генотип территорий опережающего развития, расположенных в Уральском федеральном округе. Выявлена определенная характерная общность генотипа территории, имеющей потенциал опережающего развития.

Использование в практике регионального управления полученной в результате проведенного исследования матрицы социально-экономического генотипа территории опережающего развития в качестве определенной базы сравнения позволит вести оценку территории, имеющей перспективу получения государственной поддержки, на наличие заложенного в ней потенциала к опережающему развитию. В случае, если у территории будет выявлен схожий генотип с потенциалом опережающего развития, это позволит

предположить, что выделение средств государственной поддержки на развитие новых инновационных производств на данной территории даст в будущем экономический эффект и позволит стать ей драйвером экономического развития. В случае, если у территории будет выявлен генотип, имеющий существенные отличия от эталонного генотипа опережающего развития, это позволит сделать вывод о невозможности эффективного вмешательства государства в происходящие на территории социально-экономические процессы с позиций увеличения экономического роста.

При этом важным моментом является выявление факторов, являющихся причинами низкого отклика территориальной системы на стимулирующие механизмы развития. Благодаря наличию в генотипе отдельных генетических составляющих (производственные, социальные и институциональные коды), можно выделить и классифицировать данные факторы. Разработка методического инструментария данного исследования территориального социально-экономического генотипа является направлением дальнейших исследований нашего научного коллектива.

Список использованных источников

1. Минакир П. А. В поисках пространственной гармонизации // Пространственная экономика. 2017. № 2. С. 7–15. DOI: 10.14530/se.2017.2.007–015.
2. Dvoryadkina E. B., Kaibicheva C. I., Shurova I. I. Compression of Economic Space and Its Impact on Peripheral Areas // International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Vol. 6, No. 8 (Special Issue). Pp. 24–29. DOI: 10.14529/em200104.
3. Поннер К. Р. Предположения и опровержения: Рост научного знания. М.: АСТ, 2008, 640 с.
4. Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2009. 310 с.
5. Львов Д. С. Теоретическое ядро социально-экономического развития страны // Российский экономический журнал. 1997. № 1. С. 7–16.
6. Маевский В. И. Экономическая эволюция и экономическая генетика // Вопросы экономики. 1994. № 5. С. 4–21.
7. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений. Москва: Дело, 2002. 536 с.
8. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 708 с.

9. Полтерович В. М. Кризис экономической теории // Экономическая наука современной России. 1998. № 1. С. 46–66.
10. Клейнер Г. Б. Системно-интеграционная теория предприятия // Montenegrin Journal of Economics, 2005. Vol. 1, No. 2. С. 1–20.
11. Клейнер Г. Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004. 240 с.
12. Минакир П. А. Системные трансформации в экономике. Владивосток: Дальнаука, 2001. 536 с.
13. Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 122 с.
14. Taubman P. The determinants of earnings. Genetics, family, and other environments: A study of white male twins // American Economic Review. 1976. Vol. 66, Issue 5. Pp. 858–870.
15. Fletcher J. M. The promise and pitfalls of combining genetic and economic research // Health Economics. 2011. Vol. 20, Issue 8. Pp. 889–892.
16. Fletcher J. M. Why have tobacco control policies stalled? Using genetic moderation to examine policy impacts // PloSOne. 2012. Vol. 7, Issue 12. e50576.
17. Fletcher J. M. The effects of childhood ADHD on adult labor market outcomes // Health Economics. 2014. Vol. 23, Issue 2. Pp. 159–181.
18. Conley D., Fletcher J. The Genome Factor: What the Social Genomics Revolution Reveals about Ourselves, Our History, and the Future. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2017, 290 p.
19. Fletcher J. M. Environmental bottlenecks on children's genetic potential for adult socioeconomic attainments: Evidence from a health shock // IZA – Institute of Labor Economics, Discussion Paper Series. No. 11544. Institute of Labor Economics, 2018. 19 Pp. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ftp.iza.org/dp11544.pdf>.
20. Fletcher J. M., Boardman J. D. Integrating work from genetics and the social sciences: An introduction // Biodemography and Social Biology. 2013. Vol. 59, Issue 1. Pp. 1–3. DOI: 10.1093/acrefore/9780190625979.013.14.
21. Benjamin D. J., Cesarini D., Chabris C. F., Glaeser E. L. et al. The Promises and Pitfalls of Genoeconomics // Annual Review of Economics. 2012. Vol. 4, Issue 1. Pp. 627–662. DOI: 10.1146/annurev-economics-080511-110939.
22. Navarro A. Genoeconomics: Promises and Caveats for a New Field // Annals of the New York Academy of Sciences. 2009. Vol. 1167, Issue 1. Pp. 57–65. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04732.x.
23. Beauchamp J. P., Cesarini D., Johannesson M., van der Loos M. J., Koellinger P. D., Groenen P. J., Fowler J. H., Rosenquist J. N., Thurik A. R., Christakis N. A. A Molecular Genetics and Economics // Journal of Economic Perspectives. 2011. Vol. 25, Issue 4. Pp. 57–82. DOI: 10.1257/jep.25.4.57.
24. Ashraf Q., Oded G. The 'Out of Africa' Hypothesis, Human Genetic Diversity, and Comparative Economic Development // American Economic Review. 2013. Vol. 103, Issue 1. Pp. 1–46. DOI: 10.1257/aer.103.1.1.
25. Benjamin D. J., Cesarini D., Chabris C. F. et al. The Promises and Pitfalls of Genoeconomics // Annual Review of Economics. 2012. Vol. 4. Pp. 627–662.
26. Майминас Е. З. Социально-экономический генотип общества // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика. 2016. № 4. С. 186–204.
27. Майминас Е. З. Социально-экономический генотип общества // Постигение. М.: Прогресс, 1989. С. 93–113.
28. Клейнер Г. Б. Ритмы эволюционной экономики // Вопросы экономики. 2014. № 4. С. 123–136.
29. Тамбовцев В. Л. Понятие социально-экономического генотипа и современные исследования в сфере менеджмента // Российский журнал менеджмента. 2014. Т. 12, № 2. С. 117–132.
30. Аузан А. А. Социокультурные коды в экономическом анализе // Журнал Новой экономической ассоциации. 2013. № 1 (17). С. 173–176.

31. *Lerner D.* Modernization: Social Aspects // The International Encyclopedia of the Social Sciences / Edited by D. L. Sills. N.Y.: Free Press, 1968. Vol. 10. Pp. 386–395.
32. *Almond G. A., Verba S.* The Civic Culture: Political Attitudes in Five Western Democracies. Princeton: Princeton University Press, 1963. 574 p.
33. *Coleman J. S.* Social Capital in the Creation of Human Capital // American Journal of Sociology. 1988. Vol. 94. Pp. 95–121.
34. *Weiner M.* The Indian Paradox: Violent Social Conflict and Democratic Politics // Democracy and Modernity / Edited by S. N. Eisenstadt. Leiden: Brill, 1992. Pp. 67–85.
35. *Инглхарт П., Вельцель К.* Модернизация, культурные изменения и демократия: Последовательность человеческого развития. М.: Новое издательство, 2011. 464 с.
36. *Мартишин Е. М.* Эволюционные механизмы модернизации в стратегии региона // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 13 (340). С. 9–19.
37. *Мартишин Е. М.* Эволюционно-институциональные основы «экономического чуда» // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 5. С. 97–101.
38. *Кашиинцев Д.* История металлургии Урала / под. ред. М. А. Павлова. М.-Л.: 1939. Т. 1: Первобытная эпоха XVII и XVIII вв. 293 с.
39. *Силин Я. П., Анимица Е. Г., Новикова Н. В.* Уральский макрорегион: большие циклы индустриализации / под. ред. С. Ю. Глазьева, С. Д. Бодрунова. Екатеринбург: УрГЭУ, 2019. 371 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мыслякова Юлия Геннадьевна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000-0001-7635-3601; e-mail: myslyakova.ug@uiecc.ru.

Шамова Елена Алексеевна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000-0002-9784-0289; e-mail: shamova.ea@uiecc.ru.

Неклюдова Наталья Павловна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID 0000-0002-5026-1394; e-mail: neklyudova.np@uiecc.ru.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в соответствии с планом государственного задания Института экономики УрО РАН.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Мыслякова Ю. Г., Шамова Е. А., Неклюдова Н. П. Социально-экономический генотип территорий опережающего развития (на примере Уральского региона) // Journal of Applied Economic Research. 2020. Т. 19, № 3. С. 310–328. DOI: 10.15826/vesnik.2020.19.3.015.


ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 10 июля 2020 г.; дата поступления после рецензирования 12 августа 2020 г.; дата принятия к печати 20 августа 2020 г.

Social and Economic Genotype Territories of the Advancing Development on Example of the Ural Region

Yu. G. Myslyakova  , E. A. Shamova , N. P. Neklyudova 

*Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Ekaterinburg, Russia*

 *myslyakova.ug@uiiec.ru*

Abstract. Identifying new sources and drivers of regional development is an important task in the context of a slowdown in the growth of the national economy. Territories of advanced development, the purpose of which is leveling the country's spatial and economic imbalance, act as one of these drivers. The hypothesis of the research is that a number of monoprofile territories has specific inborn features that form their predisposition to advanced development. To prove the hypothesis, the objective of the research was to develop a scientific and methodical approach allowing one to estimate integrally the production, social and institutional legacy of monoprofile territories and to reveal their predisposition to advanced development. As a methodological basis of the research, the genetic approach was adopted that was presented by the authors at the level of defining codes, allowing them to analyze the hidden «nuclear forces» of territories created for long time and also to identify hereditary signs of advanced development. A methodological framework for defining the social and economic genotype of a territory is developed and the matrix method of identification of its kernel on the basis of comparison of the norms of Frobenius reflecting positive and negative code transformations is developed. The testing of the authors' method of a research is carried out on the case of territories of advanced development of the Ural region, the exploration of a large part of which was completed in the eighteenth century. The region possesses properties of «a mining civilization». The identified social and economic genetic signs can be used in the course of the assessment of monoprofile territories applying for the status of advanced development areas, for coordinating types of state support and the directions of innovative development, expansion of industrial modernization and institutionalization of small and medium-sized businesses.

Key words: a social and economic genotype; territories of the advancing development; the Ural Region; a kernel; predisposition; the hereditary program; defining codes; region morphology.

JEL R11

References

1. Minakir, P. A. (2017). V poiskakh prostranstvennoi garmonizatsii (Chinese Global and Russian Spatial Strategies: Harmonization Potential). *Prostranstvennaia ekonomika (Spatial Economics)*, No. 2, 7–15. DOI: 10.14530/se.2017.2.007–015. (In Russ.).
2. Dvoryadkina, E. B., Kaibicheva, C. I., Shurova, I. I. (2016). Compression of Economic Space and Its Impact on Peripheral Areas. *International Journal of Economics and Financial Issue*, Vol. 6, No. 8 (Special Issue), 24–29. DOI: 10.14529/em200104.
3. Popper, K. (2002). *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Routledge.
4. Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
5. Lvov, D. S. (1997). Teoreticheskoe iadro sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiia strany (The theoretical core of the socio-economic development of a country). *Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal (Russian Economic Journal)*, No. 1, 7–16. (In Russ.).

6. Maevsky, V.I. (1994). Ekonomicheskaya evolyutsiya i ekonomicheskaya genetika [Economic Evolution and Economic Genetics]. *Voprosy Ekonomiki*, No. 5, 4–21. (In Russ.).
7. Nelson, R., Winter, S. (1985). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press.
8. Neumann, J., Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
9. Polterovich, V.M. (1998). Krizis ekonomicheskoi teorii (The Crisis of Economic Theory). *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii (Economics of Contemporary Russia)*, No. 1, 46–66. (In Russ.).
10. Kleiner, G. B. (2005). Sistemno-integratsionnaya teoriya predpriyatiya (System-integrated theory of the enterprise). *Montenegrin Journal of Economics*, Vol. 1, No. 2, 1–20. (In Russ.).
11. Kleiner, G. B. (2004). *Evolutsiya institucionalnykh sistem (Evolution of institutional systems)*. Moscow, Nauka. (In Russ.).
12. Minakir, P. A. (2001). *Sistemnye transformatsii v ekonomike [Systemic Transformation in the Economy]*. Vladivostok, Dalnauka. (In Russ.).
13. Selye, H. (1967). *In Vivo: The Case for Supramolecular Biology*. New York, Livesight.
14. Taubman, Pp. (1976). The determinants of earnings. Genetics, family, and other environments: A study of white male twins. *American Economic Review*, Vol. 66, Issue 5, 858–870.
15. Fletcher, J. M. (2011). The promise and pitfalls of combining genetic and economic research. *Health Economics*, Vol. 20, Issue 8, 889–892.
16. Fletcher, J. M. (2012). Why have tobacco control policies stalled? Using genetic moderation to examine policy impacts. *PloSOne*, Vol. 7, Issue 12, e50576.
17. Fletcher, J. M. (2014). The effects of childhood ADHD on adult labor market outcomes. *Health Economics*, Vol. 23, Issue 2, 159–181.
18. Conley, D., Fletcher, J. (2017). *The Genome Factor: What the Social Genomics Revolution Reveals about Ourselves, Our History, and the Future*. Princeton, N.J., Princeton University Press, 290 p.
19. Fletcher, J. M. (2018). Environmental bottlenecks on children's genetic potential for adult socioeconomic attainments: Evidence from a health shock. *IZA – Institute of Labor Economics, Discussion Paper Series*. No. 11544. Institute of Labor Economics, 19 p. Available at: <http://ftp.iza.org/dp11544.pdf>.
20. Fletcher, J. M., Boardman, J. D. (2013). Integrating work from genetics and the social sciences: An introduction. *Biodemography and Social Biology*, Vol. 59, Issue 1, 1–3. DOI: 10.1093/acrefore/9780190625979.013.14.
21. Benjamin, D. J., Cesarini, D., Chabris, C. F., Glaeser, E. L. et al. (2012). The Promises and Pitfalls of Geneoconomics. *Annual Review of Economics*, Vol. 4, Issue 1, 627–662. DOI: 10.1146/annurev-economics-080511-110939.
22. Navarro, A. (2009). Geneoconomics: Promises and Caveats for a New Field. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1167, Issue 1, 57–65. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04732.x.
23. Beauchamp, J. P., Cesarini, D., Johannesson, M., van der Loos, M. J., Koellinger, P. D., Groenen, P. J., Fowler, J. H., Rosenquist, J. N., Thurik, A. R., Christakis, N. A. (2011). A Molecular Genetics and Economics. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 25, Issue 4, 57–82. DOI: 10.1257/jep.25.4.57.
24. Ashraf, Q., Oded, G. (2013). The 'Out of Africa' Hypothesis, Human Genetic Diversity, and Comparative Economic Development. *American Economic Review*, Vol. 103, Issue 1, 1–46. DOI: 10.1257/aer.103.1.1.
25. Benjamin, D. J., Cesarini, D., Chabris, C. F. et al. (2012). The Promises and Pitfalls of Geneoconomics. *Annual Review of Economics*, Vol. 4, 627–662.
26. Maiminas, E. Z. (2016). Sotsialno-ekonomicheskii genotip obshchestva (Socioeconomic genotype of a society). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 6. Ekonomika (Moscow University Economics Bulletin)*, No. 4, 186–204. (In Russ.).

27. Maiminas, E. Z. (1989). Sotsialno-ekonomicheskii genotip obshchestva (Socioeconomic genotype of a society). *Postizhenie [Cognition]*. Moscow, Progress, 93–113. (In Russ.).
28. Kleiner, G. (2014). Ritmy evoliutsionnoi ekonomiki (The Rhythms of Evolutionary Economics). *Voprosy Ekonomiki*, No. 4, 123–136. DOI: 10.32609/0042-8736-2014-4-123-136. (In Russ.).
29. Tambovtsev, V. L. (2014). Poniatie sotsialno-ekonomicheskogo genotipa i sovremennye issledovaniia v sfere menedzhmenta (The Concept of Social-Economic Genotype and Contemporary Research In Management). *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta (Russian Management Journal)*, Vol. 12, No. 2, 117–132. (In Russ.).
30. Auzan, A. A. (2013). Sotsiokul'turnye kody v ekonomicheskom analize (Sociocultural Codes in Economic Analysis). *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii (The Journal of the New Economic Association)*, No. 1 (17), 173–176. (In Russ.).
31. Lerner, D. (1968). Modernization: Social Aspects. *The International Encyclopedia of the Social Sciences*. Edited by D. L. Sills. N.Y., Free Press, Vol. 10, 386–395.
32. Almond, G. A., Verba, S. (1963). *The Civic Culture: Political Attitudes in Five Western Democracies*. Princeton, Princeton University Press, 574 p.
33. Coleman, J. S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital // *American Journal of Sociology*, Vol. 94, 95–121.
34. Weiner, M. (1992). The Indian Paradox: Violent Social Conflict and Democratic Politics. *Democracy and Modernity*. Edited by S. N. Eisenstadt. Leiden, Brill, 67–85.
35. Welzel, C., Inglehart, R. (2005) *Modernization, Cultural Change, and Democracy: The Human Development Sequence*. Cambridge University Press
36. Martishin, E. M. (2014). Evoliutsionnye mekhanizmy modernizatsii v strategii regiona (The evolutionary mechanisms of modernization in region strategy). *Regionalnaia ekonomika: teoriia i praktika (Regional Economics: Theory and Practice)*, No. 13 (340), 9–19. (In Russ.).
37. Martishin, E. M. (2014). Evoliutsionno-institutsional'nye osnovy «ekonomicheskogo chuda» (Evolutional and institutional foundation of “economic miracle”). *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta (Proceedings Of Petrozavodsk State University)*, No. 5, 97–101. (In Russ.).
38. Kashintsev, D. (1939). *Istoriia metallurgii Urala [History of the Metal Industry in the Urals]*. Moscow-Leningrad. Vol. 1. Pervobytnaia epokha XVII i XVIII vv. [Primitive era. 17th and 18th centuries]. (In Russ.).
39. Silin, Ia. P., Animitsa, E. G., Novikova, N. V. (2019). *Uralsky makroregion: bolshie tsikly industrializatsii [Urals Macro-Region: Big Cycles of Industrialization]*. Ekaterinburg, USUE. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Myslyakova Yuliya Gennadyevna

Candidate of Economic Sciences, Senior Research, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0001-7635-3601; e-mail: mysliakova.ug@uiec.ru.

Shamova Elena Alekseevna

Candidate of Economic Sciences, Senior Research, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0002-9784-0289; e-mail: shamova.ea@uiec.ru.

Neklyudova Natalia Pavlovna

Candidate of Economic Sciences, Senior Research, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID 0000-0002-5026-1394; e-mail: neklyudova.np@uiec.ru.

ACKNOWLEDGMENTS

Article is prepared according to the plan of a state task of Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

FOR CITATION





Myslyakova Yu.G., Shamova E. A., Neklyudova N.P. Social and Economic Genotype Territories of the Advancing Development on Example of the Ural Region. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, No. 3, 310–328. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.015.

ARTICLE INFO

Received July 10, 2020; Revised August 12, 2020; Accepted August 20, 2020.



Оценка технологий обработки осадков сточных вод в условиях перехода к циркулярной экономике

А. В. Киселев¹ , Е. Р. Магарил¹ , И. С. Глушанкова² , Л. В. Рудакова² 

*¹Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

*²Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
г. Пермь, Россия
ipkiselyov@mail.ru*

Аннотация. В статье исследованы пути решения актуальной проблемы загрязнения водосточников вследствие несовершенства технической и технологической оснащенности муниципальных сооружений очистки сточных вод, которая рассматривается с позиции перехода к экономике замкнутого цикла. Одним из ключевых элементов стратегии устойчивого развития в условиях экономики замкнутого цикла является разработка и реализация политики в области модернизации муниципальных станций очистки сточных вод с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду. Целью работы является создание системы комплексной оценки различных технологических решений обработки осадков сточных вод с использованием методов оценки жизненного цикла и анализа материальных потоков в условиях перехода к циркулярной экономике. Гипотеза настоящего исследования предполагает наличие определенного набора технологий, основанных на принципе «отходы-в-энергию», при котором возможно достижение чистого нулевого энергопотребления на станции очистки сточных вод. Предложен методический инструментарий к оценке полного цикла обработки и утилизации осадка сточных вод с применением методов оценки жизненного цикла и анализа материальных и энергетических потоков. Визуализация результатов произведена с использованием диаграммы Sankey. Авторы проводят апробацию предложенного метода по данным, представленным с реальных очистных сооружений, которые работают в городах-миллионниках Екатеринбурге и Перми. В результате исследования мы выяснили, что применение некоторых технологий обработки осадков сточных вод, основанных на принципе «отходы-в-энергию» не приводит к ожидаемому сокращению показателя среднего чистого потребления энергии совместно с сокращением массы отходов. По итогам исследования выявлены технологии-лидеры, которые делают возможным достижение чистого нулевого энергопотребления станции очистки сточных вод. Результаты исследования являются наглядными и простыми для интерпретации и могут быть использованы менеджерами разного уровня для выбора оптимального набора технологических стадий обработки и утилизации осадка сточных вод в соответствии с принципами циркулярной экономики, в том числе для эталонного сравнения в составе национальной отраслевой системы бенчмаркинга.

Ключевые слова: циркулярная экономика; осадок сточных вод; оценка; отходы в энергию; анаэробное сбраживание; термическая сушка; пиролиз.

1. Актуальность темы исследования

Одним из ключевых элементов стратегии устойчивого развития в ус-

ловиях экономики замкнутого цикла является разработка и реализация политики в области модернизации муниципальных станций очистки сточных

вод (СОСВ) с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду [1–3]. Развитие производственных процессов, а также создание дополнительных стадий обработки осадка зачастую приводят к интенсификации технологии и росту затрат на энергоносители [4–6].

Достижение чистого нулевого энергопотребления (когда собственная генерация покрывает текущие потребности в энергии) на СОСВ за счет внедрения энергоэффективных решений, систем когенерации и других возобновляемых источников энергии не является сегодня приоритетом для большинства организаций коммунального сектора в связи с необходимостью решать более острые проблемы, связанные с возможностью размещения значительных объемов осадка сточных вод на полигонах захоронения [7]. Тем не менее вопрос достижения чистого нулевого энергопотребления весьма важен в условиях бурного роста населения планеты и интенсивного пути совершенствования технологических процессов на СОСВ, что особенно актуально для развивающихся стран [8–10].

В настоящее время становится очевидно, что существующая модель хозяйствования СОСВ, основанная на традиционном (линейном) экономическом подходе, не позволяет в полной мере решать актуальные угрозы современности, с которыми человечество столкнется в ближайшие десятилетия: деградация окружающей среды и истощение природных ресурсов. Таким образом, скорейшее внедрение передовых практик рационального природопользования имеет огромное значение для сохранения среды обитания, а также для достижения позитивных результатов в вопросах экономики и энергоэффективности. Переход к экономике замкнутого цикла представляется со-

временным, актуальным и практичным вариантом достижения целей устойчивого развития [11, 12]. Такой подход фокусируется на сокращении использования возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, а также на рециклинге производственных процессов и создании дополнительных замкнутых контуров для повторной переработки материалов, что в конечном итоге приводит к значительному сокращению отходов или их полную трансформацию в энергию или новые товарные продукты [12, 13].

В настоящее время годовой объем образования осадков сточных вод оценивается на уровне 14, 6, 13 и 3 миллионов тонн сухого вещества в Европе, Китае, Соединенных Штатах Америки и Российской Федерации, соответственно, и будет только расти с дальнейшим ростом экономики и населения [14, 15].

Процесс очистки сточных вод и образовавшегося осадка сточных вод требует значительных энергетических затрат, при этом основная его часть сосредоточена на процессе аэрации активированного ила (более 60%), а также на перекачке и обезвоживании осадков сточных вод. Удельное энергопотребление блока биологической очистки на СОСВ в Российской Федерации составляет около 0,1 кВт/ч в день на 1 эквивалентного жителя, потенциальное потребление энергии для процесса аэрации по всей стране составляет 240 МВт/ч (почти 5800 МВт в день). Снижение энергетических затрат на СОСВ является важной и приоритетной задачей.

Внедрение наилучших доступных технологий обработки и утилизации осадков сточных вод путем широкого применения решений, основанных на принципе «отходы-в-энергию», является адекватной реакцией, направленной на решение существую-

ших проблем. Согласно опубликованным научным данным, теплотворная способность образцов осадков сточных вод с влажностью 80% составляет 4×10^3 кДж/кг, с влажностью 20% – 25×10^3 кДж/кг [16, 17].

На сегодняшний день на передовых СОСВ применяются следующие решения по обработке осадков сточных вод, основанные на принципе «отходы-в-энергию»: анаэробное сбраживание, сжигание, пиролиз и газификация, в соответствии с рис. 1 [15]. Учитывая высокое содержание органических веществ, процесс коксования также может быть применен для обработки осадков сточных вод, используя разработанную технологию переработки твердых бытовых органических отходов или интегрированные технологии [18–20].

Разработка методологических подходов для оценки альтернативных практик, основанных на принципе «отходы-в-энергию», и выбора наиболее

оптимального решения значительно увеличит рентабельность СОСВ и сократит затраты на технологические процессы.

Целью работы является создание системы комплексной оценки различных технологических решений обработки осадков сточных вод с использованием методов оценки жизненного цикла и анализа материальных потоков в условиях перехода к циркулярной экономике.

Гипотеза настоящего исследования предполагает наличие определенного набора технологий, основанных на принципе «отходы-в-энергию», при котором возможно достижение чистого нулевого энергопотребления на станции очистки сточных вод.

2. Степень проработанности проблемы

Описание методов повышения энергетической эффективности станций очистки сточных вод встречается в отечественной литературе достаточ-

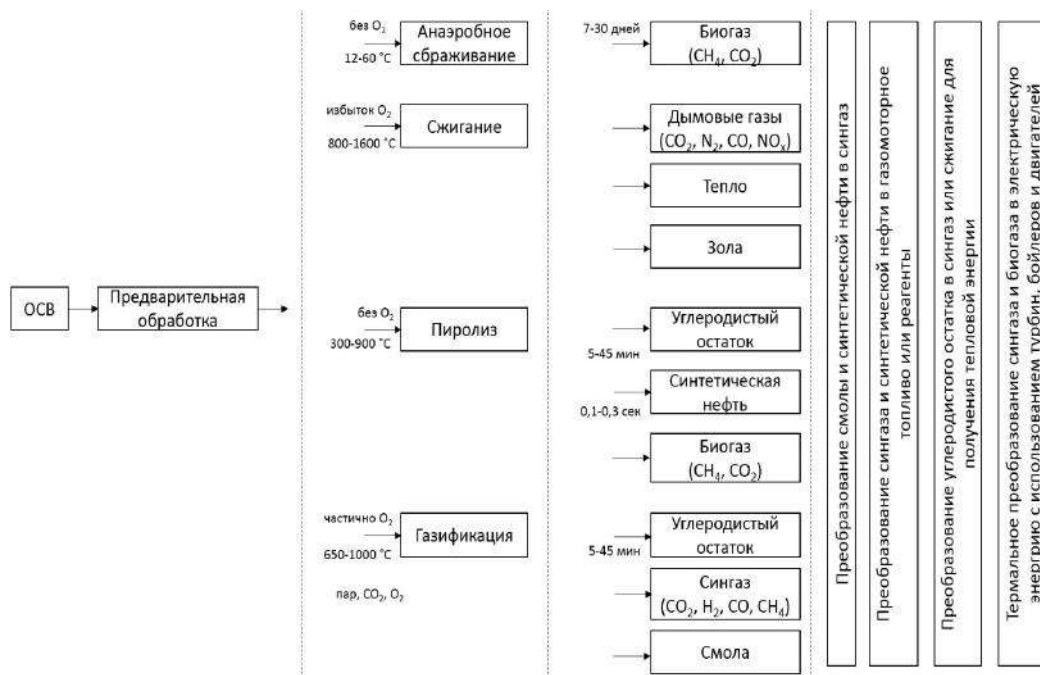


Рис. 1. Перспективные технологии обработки осадков сточных вод, основанные на принципе «отходы-в-энергию» [15]

Fig. 1. Potential sewage sludge treatment techniques based on waste-to-energy principle

но часто, однако вопросы оценки энергетического потенциала различных технологий обработки осадка сточных вод в условиях перехода к экономике замкнутого цикла почти не затрагиваются. Напротив, в Европе в связи с принятием директивы Совета ЕС 91/271/ЕЕС от 21 мая 1991 г. можно отметить повсеместное внедрение технологий повторного использования осадков сточных вод, что нашло отражение в практических исследованиях, направленных на оценку энергетического и материального потенциала таких отходов. В связи с этим авторы настоящей статьи анализировали научные труды зарубежных авторов.

Наиболее распространенным подходом к оценке процесса обработки осадка сточных вод в парадигме экономики замкнутого цикла является метод оценки жизненного цикла. Например, в работе Pintilie et al. авторы рассматривают оценку рационального природопользования с применением метода оценки жизненного цикла для повторного использования сточных вод по категориям воздействия [21]. В работе Molina-Moreno et al. использована основа метода оценки жизненного цикла для разработки и проведения оценки по показателям эффективности использования ресурсов в условиях экономики замкнутого цикла с целью уменьшения образования отходов и превращения свиного навоза в технологическое питательное вещество [22]. Vuonoscore et al. использовали подходы к оценке жизненного цикла для сравнения экологических характеристик различных сценариев рационального управления процессом обработки илов на очистных сооружениях [23]. Grönlund разработал метод оценки управления осадками сточных вод с использованием инструментов оценки жизненного цикла, эксергетического и экономического

анализа, анализа чрезвычайных ситуаций и оценки экологических рисков [24].

Анализ материальных потоков считается целесообразным для оценки очистных сооружений в рамках циркулярной экономики. Например, в работе Parangelou et al. [25] представлена система круговорота продовольствия и фосфора в столичном регионе Брюсселя, основанная на структуре анализа материальных потоков для оценки решений с учетом развития экономики замкнутого цикла для лучшего управления ресурсами.

На данный момент в отечественной и зарубежной научной литературе отсутствуют актуальные исследования успешного практического применения на крупных СОСВ технологий, основанных на принципе «отходы-в-энергию», которые реализуются в условиях перехода к циркулярной экономике.

3. Предлагаемые методы и подходы к исследованию

Представленное исследование было выполнено с применением базовых принципов методов оценки жизненного цикла и анализа материальных потоков к эмпирическим данным, собранным авторами на станциях очистки сточных вод. Методологический подход включает описание области исследования; построение методологической основы системы оценки.

3.1. Описание области исследования

Авторы выбрали три типовых сценария для наиболее распространенных методов обработки осадков сточных вод, которые представлены на рис. 2; они соответствуют реальным СОСВ, которые работают в двух крупнейших городах Российской Федерации с населением более 1 млн человек.

Первый сценарий, названный авторами базовым, используется

на Южной аэрационной станции в городе Екатеринбурге. На Южной аэрационной станции перерабатывается до 85 % всех сточных вод города; ее максимальная производительность составляет 550 000 м³/сут. Технологический процесс обработки осадка состоит из перекачивания, сгущения и усреднения сырого осадка (СО) и избыточно активного ила с последующим механическим обезвоживанием (МД) в камерном фильтр-прессе. Для повышения эффективности водоотдачи применяются специальные химические реагенты, например СаО. В настоящее время осадок после механического обезвоживания, называемый кеком, вывозится для размещения на специализированных полигонах. Это означает, что вся потенциальная энергия теряется. Кроме того, несмотря на специальную подготовку площадки, биодegradация кека на полигонах сопровождается эмиссиями токсичных загрязняющих веществ,

тяжелых металлов в грунтовые воды и почву [27].

Второй сценарий, названный авторами *интенсивным с сушкой*, является частично циркулярной структурой. Эта схема используется на Северной аэрационной станции в Екатеринбурге, на которую поступает до 15 % сточных вод из города; ее максимальная производительность составляет 100 000 м³/сут. Технологический процесс аналогичен первому сценарию, однако предусмотрено анаэробное сбраживание (АД) осадков сточных вод с комбинированной выработкой тепла и энергии путем когенерации на газопоршневых установках (СНП) и последующей низкотемпературной сушкой кека (DRY). Анаэробное сбраживание используется для достижения требуемого уровня стерилизации и уничтожения патогенных микроорганизмов с уменьшением количества сухого вещества осадков сточных вод для утилизации и произ-

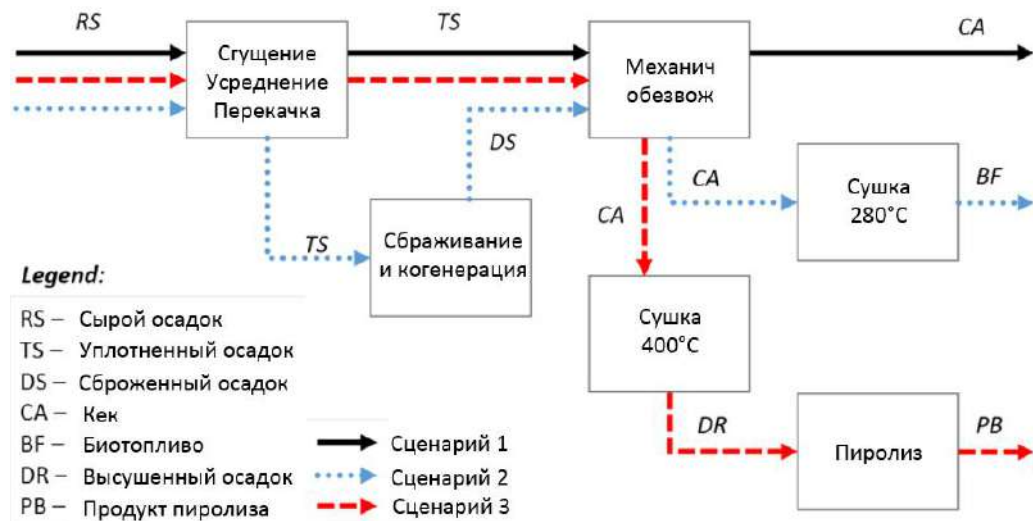


Рис. 2. Рассматриваемые сценарии: а – сценарий 1, основанный на технологическом процессе Южной станции очистки сточных вод Екатеринбурга; б – сценарий 2, основанный на технологическом процессе Северной станции очистки сточных вод Екатеринбурга; в – сценарий 3, основанный на технологическом процессе станции очистки сточных вод Перми

Fig. 2. Scenarios under consideration: (a) Scenario 1, based on Ekaterinburg Southern WWTP technological process; (b) scenario 2, based on Ekaterinburg Northern WWTP technological process; (c) scenario 3, based on Perm WWTP technological process

водства богатого метаном биогаза [28]. Сгущенная и усредненная смесь сырого осадка и избыточно активного ила перемещается в два метантенка с мезофильным режимом сбраживания. Биогаз, получаемый в результате анаэробного сбраживания, утилизируется на когенерационной установке с установленной электрической мощностью 635 кВт, тепловой мощностью 674 кВт.

Осадок сточных вод после сбраживания подается для дальнейшего механического обезвоживания, а затем в сооружение сушки. Сушка происходит в процессе прохождения осадка через специальные турбо-сушильные агрегаты, где благодаря центробежной силе создается тонкий слой осадка по всей поверхности нагреваемого цилиндра. На выходе после сушки осадок, состоящий примерно на 80 % из сухого вещества, спрессовывается в гранулы и может быть использован в качестве биотоплива при производстве порландцементного клинкера. Цементная печь с температурой 2000 °С создает благоприятные условия для полного использования энергии и материала: горючая часть используется для выработки тепла, а негорючая часть (зола) – в качестве добавок в цемент. Средняя теплотворная способность высушенного осадка сточных вод составляет ориентировочно 10250 МДж/кг, или 2847,22 кВт ч/кг [29].

Третий сценарий, названный авторами *интенсивным с пиролизом*, применяется на очистных сооружениях в городе Перми. Производительность биологических очистных сооружений Перми составляет 400 000 м³/сут. В процессе очистки ежедневно образуется 1800–2000 т сырых осадков с влажностью 98 %.

Сгущенные осадки обезвоживаются в присутствии флокулянтов на декантерных центрифугах до влажности

75 %. Одна часть обезвоженного осадка (88,0 т/сут) поступает на иловые карты, другая часть (72 т/сут) – на пилотную установку термической обработки осадков, где подвергается сушке и газификации. Сушка осадков сточных вод осуществляется в сушилке барабанного типа под воздействием горячего теплоносителя – дымового газа с температурой до 400 °С, образующегося при пиролизе/газификации осадков. Высушенный материал подается на пиролиз/газификацию в реактор. Реактор-газификатор сконструирован на основе многоподовой печи. Сухой осадок подается в верхнюю часть реактора. Вращением вала с лопатками, расположенным внутри, обеспечивается непрерывное перемещение материала с вышележащих подов на нижележащие. Выгрузка золы производится с нижнего пода реактора. При запуске реактор требует внешнего источника тепла для разогрева (используются дизельные горелки), после запуска реактор работает в автотермическом режиме без подвода тепла.

В многоподовой печи происходит полная газификация органической части осадков сточных вод с получением генераторного газа, минеральный остаток выводится в виде золы. Образующийся генераторный газ подается для сжигания в высокотемпературное горелочное устройство. Использование отдельного внешнего горелочного устройства позволяет обеспечить в камере сгорания объемное окисление генераторного газа при температуре более 1100 °С. Далее дымовой газ поступает в вихревой смеситель, где организовано его охлаждение холодным выпаром из сушилки. Таким образом подготавливается теплоноситель нужной температуры. Полученный теплоноситель направляется в сушилку.

Выпар из сушилки частично возвращается для разбавления и охлаждения дымовых газов в вихревой смеситель, а избыточный выпар выводится из сушилки и направляется на очистку в скруббер. В скруббере происходит очистка от пылевых частиц и газообразных загрязнителей (соединений хлора, фтора, серы), а также конденсация водяного пара, осушение потока дымовых газов перед выбросом в атмосферу. Выброс осуществляется через вытяжную трубу.

Количество тепловой энергии, полученной при сжигании генераторного газа достаточно для обеспечения процесса автотермической сушки осадков сточных вод. Тепловая энергия на первоначальный разогрев реактора и электроэнергия для привода механизмов комплекса, которые берутся извне, составляют лишь небольшую часть по сравнению с энергозатратами на сушку осадков.

После отработки режима эксплуатации установки пиролиза весь объем осадков сточных вод будет подвергаться термическому обезвреживанию.

3.2. Методологическая основа системы оценки

Метод оценки жизненного цикла имеет отношение к международным стандартам управления окружающей средой ISO 14000 и способен обеспечивать комплексную оценку на всех этапах технологического процесса от приобретения сырья до производства продукции, ее использования, обработки по окончании срока службы и утилизации [30]. Метод оценки жизненного цикла всесторонне рассматривает текущее и потенциальное влияние системы на окружающую среду. Пошаговый план действий оценки жизненного цикла, описанный в ISO 14040:2006, включает четыре последовательных этапа: 1) определение цели и области приме-

нения; 2) анализ запасов; 3) анализ воздействия; 4) интерпретация результатов.

Анализ материальных потоков считается важным инструментом оценки и управления экологической устойчивостью, который тесно связан с принципами экономики замкнутого цикла. Данная процедура количественно определяет потоки материалов и энергии в рассматриваемой экономической системе. Она отражает балансы масс в экономике, где затраты (добыча + импорт) равны объемам производства (потребление + экспорт + накопление + отходы) [31].

Проведенное в статье исследование основано на комбинированном применении принципов и подходов оценки жизненного цикла и анализа материальных потоков. Эти методы создают возможности для определения энергетического и материального баланса очистных сооружений в целях устойчивого совершенствования управления в рамках парадигмы экономики замкнутого цикла. Применение данного конструкта поможет создать надежную среду для принятия управленческих решений при разработке операционной и модернизационной политики предприятия. Применение инструмента анализа материальных потоков совместно с оценкой жизненного цикла создает простой и интуитивно понятный метод, который обеспечивает целостную оценку процесса очистки осадка сточных вод в определенных границах исследования для поиска лучшего эталона управления.

Потоки энергии и массы при обработке осадка сточных вод в ежедневном режиме собирались в течение 1 года (2018) и в итоге были консолидированы и усреднены в суточных значениях (кВт ч/день и т/день) для всех сценариев. Текущее исследование сфокусировано на общем уменьшении мас-

сы и определении энергетического баланса (потребляемая/произведенная энергия) для этого процесса, эмиссии загрязняющих веществ не оценивались. Для оценки энергетического баланса авторы использовали показатель чистого энергопотребления (*NEC*), который рассчитывается путем вычитания из общей энергии, потребленной в ходе эксплуатации объекта, энергии, произведенной из вторичного топлива и энергоносителей, полученных в ходе технологического процесса [7], используя следующее уравнение:

$$NEC = EC - EG, \quad (1)$$

где *EC* – энергия, потребленная из сети; *EG* – энергия, полученная в результате технологического процесса или потенциальная энергия, которая может быть получена за рамками границ рассматриваемых сценариев (например, высушенный осадок сточных вод может быть использован в качестве биотоплива в печах для производства портландцементного клинкера).

3.3. Порядок интерпретации результатов

Для визуализации полученных результатов авторы использовали диаграмму Sankey, так как она позволяет сосредоточиться на потоках энергии и массы и их трансформациях в различных рассматриваемых системах. Это выражается стрелками потоков, ширина которых определяет величину потока [32]. Энергетические и материальные пределы систем связаны с временными и пространственными измерениями.

Результаты построения диаграммы Sankey после их интерпретации используются для повышения энергетической эффективности и сокращения отходов за счет внедрения технологий повторного использования и переработки и создания замкнутых контуров (рецикли-

нга процессов). Переход к экономике замкнутого цикла дает возможность компании значительно уменьшить первоначальный, объем осадка сточных вод и повысить энергоэффективность производственного процесса. Прозрачная и естественная визуализация ключевых моментов при обработке и утилизации осадков сточных вод позволяет управленцам стремиться к технологическим совершенствованиям путем переосмысления и перестройки самой операционной системы.

Несмотря на то, что рассматриваемые очистные сооружения собирают сточные воды, образующиеся в крупнейших городах Российской Федерации с населением более 1 млн человек, каждый объект имеет свой масштаб. Для сравнения данных, полученных с различных очистных сооружений, авторы использовали следующие усредненные показатели: эффективность снижения массы (*MDE*), среднее потребление энергии (*AEC*), среднее чистое потребление энергии (*ANEC*).

Показатель эффективности снижения массы (*MDE*) показывает процентное отношение массы осадка сточных вод, полученного в результате технологического процесса, в сравнении с исходным осадком, и рассчитывается следующим образом:

$$MDE = \frac{M_{FS}}{M_{RS}}, \quad (2)$$

где M_{FS} – общая масса осадка сточных вод, полученного в результате реализации полного технологического цикла; M_{RS} – общая масса исходного осадка сточных вод.

Индикатор среднего энергопотребления отражает количество энергии, потребляемой для процесса очистки осадка сточных вод, по отношению к массе исходного необработанного осадка сточных вод. Среднее потребление

ние энергии (AEC) можно рассчитать как для полного технологического процесса, так и для его части (конкретного этапа). Этот показатель рассчитывается с использованием следующего уравнения:

$$AEC = \frac{EC}{M_{RS}}, \quad (3)$$

где EC – энергия, потребленная из сети; M_{RS} – общая масса исходного осадка сточных вод.

При расчете индикатора среднего чистого энергопотребления вместо энергопотребления (EC) используется чистое энергопотребление (NEC). Этот показатель рассчитывается по уравнению (4):

$$ANEC = \frac{NEC}{M_{RS}}, \quad (4)$$

где NEC – чистое энергопотребление, рассчитанное с применением формулы (1); M_{RS} – общая масса исходного осадка сточных вод. Авторы использовали оба индикатора – среднее потребление энергии (AEC) и среднее чистое

потребление энергии ($ANEC$) – для того, чтобы продемонстрировать, как возобновляемые источники энергии влияют на энергетический баланс очистных сооружений.

4. Полученные результаты

Полученные результаты для сценария 1 с использованием диаграммы Sankey представлены на рис. 3.

Стоит отметить, что данный сценарий является типовым для большинства СОСВ в Российской Федерации. Индикатор «Эффективность снижения массы (MDE)», рассчитанный с использованием уравнения (2), составляет 10,65%, что является удовлетворительным значением для обеспечения технологического процесса обработки осадков сточных вод. Кек вывозится с территории СОСВ и размещается на специально подготовленных площадках, которые позволяют исключить возможность негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду. Однако вся потенциальная энергия теряется. Потребление энер-

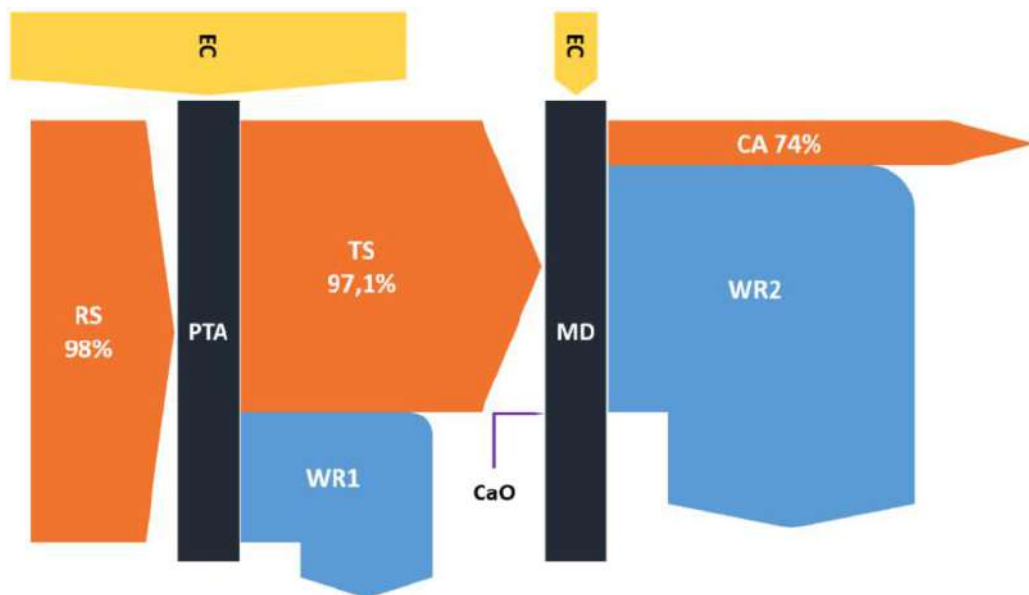


Рис. 3. Результаты сценария 1 на диаграмме Sankey
Fig. 3. Energy and material Sankey diagram for scenario 1

гии (EC) на процесс сгущения, усреднения и перекачивания осадков сточных вод в несколько раз превышает затраты на механическое обезвоживание, таким образом руководителям СОСВ необходимо рассматривать повышение энергетической эффективности сооружений в качестве одной из приоритетных целей при проведении модернизационной политики.

Загрязненные сточные воды, получаемые в результате разделения жидкой и твердой фракции (WR1 и WR2), возвращаются в основной технологический процесс очистки сточных вод. Однако, в зависимости от применяемых практик и действующего законодательства, они могут быть повторно использованы для решения проблем нехватки пресной воды [2, 33, 34].

Результаты, полученные для сценария 2, показывают более совершенную технологию обработки и утилизации осадков сточных вод (рис. 4).

Общий показатель эффективности снижения массы (MDE) составляет 2,41 %, однако можно считать, что данный показатель равен нулю, так

как высушенный осадок, получаемый в результате технологического процесса, после сжигания в печи для обжига портландцементного клинкера перестает существовать в качестве отхода водоочистки и трансформируется материально и энергетически в новую сущность. На рис. 4 можно увидеть, что значительные энергозатраты требуются на процесс сушки, что вполне естественно, учитывая необходимость нагрева осадков сточных вод до температуры 280 °С. С другой стороны, дополнительная энергия может быть получена в результате процесса когенерации и утилизации биогаза в газопоршневых установках.

Анализ полученных данных по сценарию 3 в соответствии с представленной диаграммой на рис. 5 показывает, что значение индикатора «Эффективность снижения массы (MDE)» для процесса пиролиза/газификации составляет 4,5%. Конечным продуктом процесса пиролиза/газификации является зола, которая представляет собой неорганический остаток, содержащий диоксид кремния, плохо

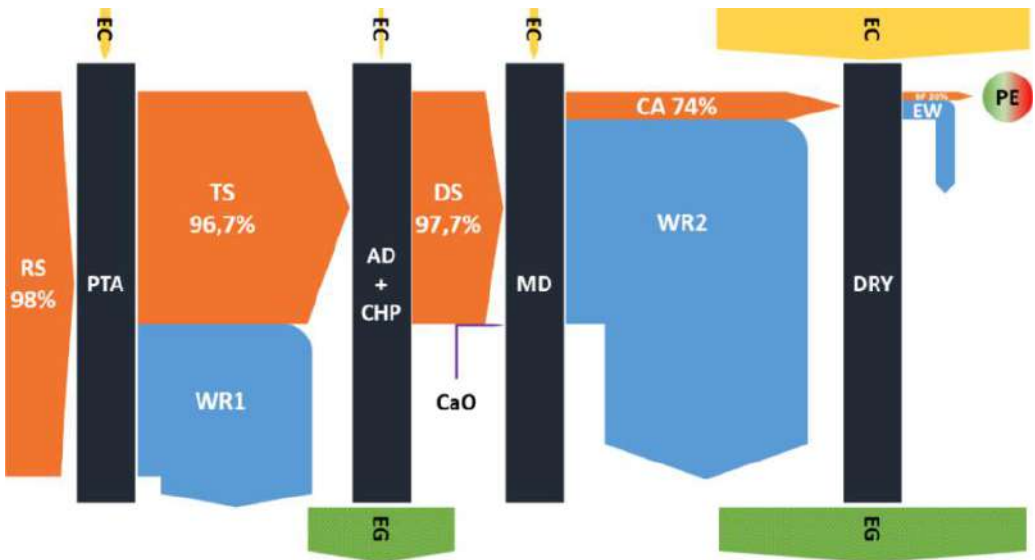


Рис. 4. Результаты сценария 2 на диаграмме Sankey
 Fig. 4. Energy and material Sankey diagram for scenario 2

растворимые фосфаты (до 5–6%) и ионы тяжелых металлов. Зола может быть использована в качестве комплексного минерального удобрения с помощью специальных методов восстановления – следовательно, значение показателя эффективности снижения массы (*MDE*) может быть значительно улучшено.

Чтобы оценить удельные показатели эффективности для всех рассматриваемых сценариев, результаты индикаторов «Эффективность снижения массы (*MDE*)», «Среднее потребление энергии (*AEC*)» и «Среднее чистое потребление энергии (*ANEC*)» были нанесены на один график, представленный на рис. 6. Можно заметить, что результаты второго сценария могут быть отмечены в качестве эталона для достижения чистого нулевого энергопотребления СОСВ.

Что касается третьего сценария, следует учитывать, что текущий процесс газификации находится в стадии испытаний, и в настоящее время генераторный газ, полученный из органического компонента осадков сточных вод, полностью расходуется на процесс суш-

ки кека. После запуска в эксплуатацию полного технологического комплекса, ожидается дополнительная энергия от генераторного газа.

Аналогичный результат для сценария 3 может быть получен, если на СОСВ в Перми будет внедрена технология анаэробного сбраживания совместно с установкой блока мини-ТЭЦ для совместной выработки тепловой и электрической энергии. До этого момента удельное потребление энергии для сценария 3 будет превышать потребление для сценария 1, хотя снижение массы здесь является более эффективным.

Несмотря на наглядные результаты, предложенная модель имеет ряд допущений и упрощений. Расходы на отопление зданий и сооружений, обслуживающих технологический процесс на всех этапах, не учитывались. Достижение чистого нулевого потребления при очистке сточных вод выходит за рамки исследований, представленных в этой статье, так как оно включает потребление энергии для основного процесса очистки сточных вод,

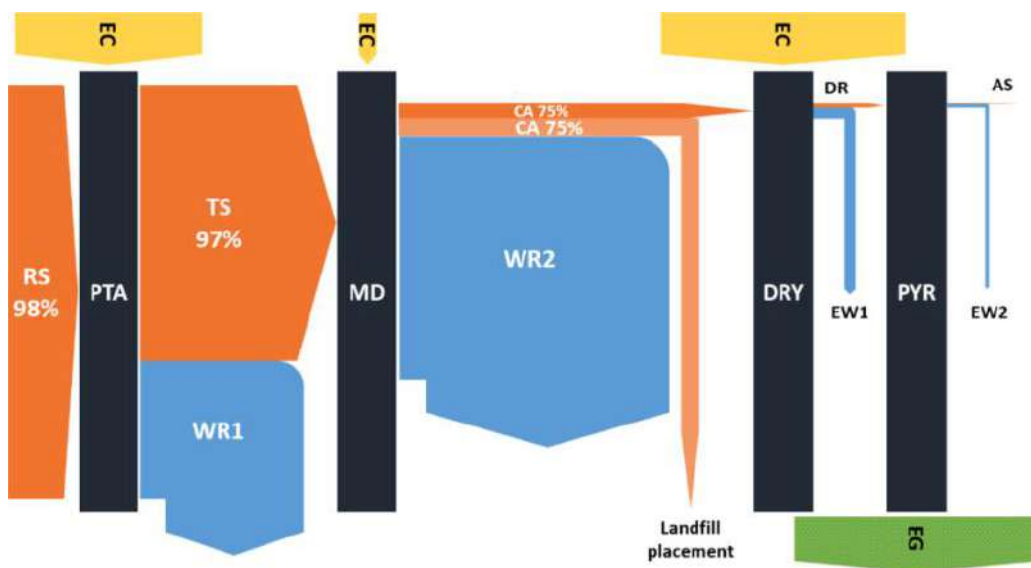


Рис. 5. Результаты сценария 3 на диаграмме Sankey
Fig. 5. Energy and material Sankey diagram for scenario 3

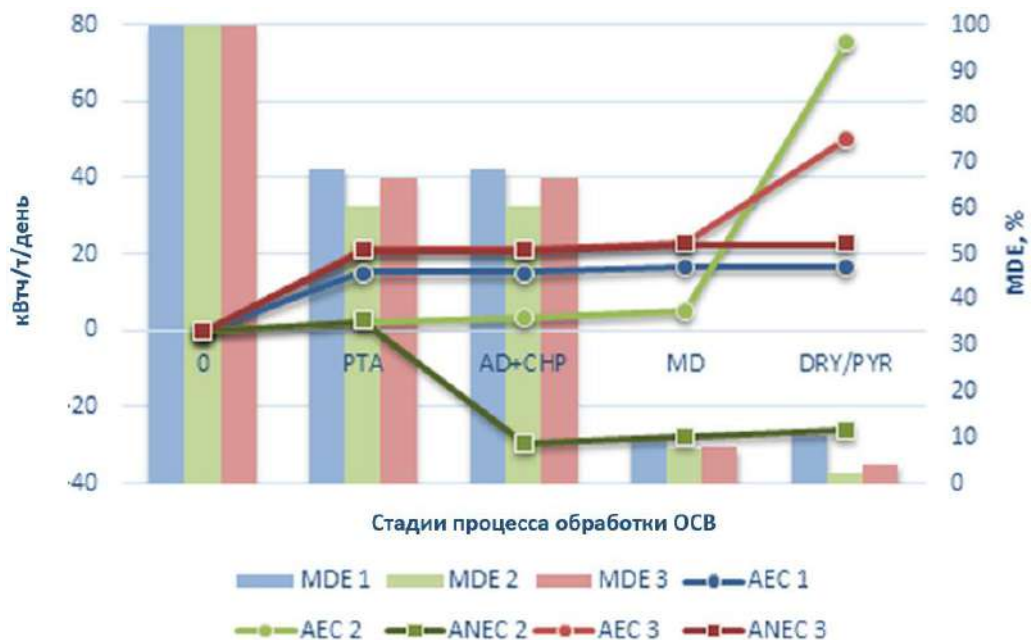


Рис. 6. Удельные индикаторы энергетической и материальной эффективности
 Fig. 6. Mass and energy efficiency output

тогда как практически нет возможности генерировать энергию. Расширенное изучение этого явления должно быть проведено в будущих работах.

5. Выводы

Важной особенностью применения предлагаемого метода для оценки технологий обработки осадков сточных вод, основанных на принципе «отходы-в-энергию», является тот факт, что полученные на диаграмме Sankey результаты можно легко сопоставить как в отношении потребления/генерации по каждому сценарию, так и среди всех сценариев, легко выявляя технологических лидеров. Использование относительных удельных индикаторов позволяет сравнивать разные по масштабу станции очистки сточных вод, а также оценивать пары «Эффективность снижения массы (MDE)/Чистое энергопотребление (NEC)» и «Эффективность снижения массы (MDE)/Среднее чистое потребление энергии (ANEC)» для

поиска наиболее энергоэффективных решений.

В результате исследования мы выяснили, что применение некоторых технологий обработки осадков сточных вод, основанных на принципе «отходы-в-энергию», не приводит к ожидаемому сокращению показателя среднего чистого потребления энергии совместно с сокращением массы отходов (в частности, в результате сценария 3 вся потенциальная энергия уходит на собственные нужды и не ведет к достижению чистого нулевого энергопотребления станциями очистки сточных вод).

Практическое применение предложенного метода создает мощный, но в то же время простой инструмент для менеджеров для работы над переходом к экономике замкнутого цикла на станциях очистки сточных вод. Данный подход может применяться обособленно или совместно с матричным набором индикаторов циркулярности.

Все возможные основные потоки энергии и материалов могут быть приняты во внимание и проанализированы для возможности рециклинга технологических процессов и производств. В случае наличия альтернатив в технологических методах обработки осадков сточных вод данный

подход поможет определить наиболее устойчивый вариант. Кроме того, может быть отслежен прогресс в достижении чистого нулевого потребления посредством эталонного сравнения предложенных показателей эффективности в национальной системе бенчмаркинга.

Список использованных источников

1. *Gherghel A., Teodosiu C., Notarnicola M., de Gisi S.* Sustainable design of large wastewater treatment plants considering multi-criteria decision analysis and stakeholders' involvement // *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 261. Pp. 110158. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110158.
2. *Kiselev A., Magaril E., Rada E. C.* Energy and sustainability assessment of municipal wastewater treatment under circular economy paradigm // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2019. Vol. 237. Pp. 109–120. DOI: 10.2495/ESUS190101.
3. *Casiano Flores C., Bressers H., Gutierrez C., de Boer C.* Towards circular economy – a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case // *Management Research Review*. 2018. Vol. 41, Issue 5. Pp. 554–571. DOI: 10.1108/MRR-02-2018-0056.
4. *Capodaglio A. G., Olsson G.* Energy issues in sustainable urban wastewater management: Use, demand reduction and recovery in the urban water cycle // *Sustainability*. 2020. Vol. 12, Issue 1. Pp. 266. DOI: 10.3390/su12010266.
5. *Yu Y., Zou Z., Wang S.* Statistical regression modeling for energy consumption in wastewater treatment // *Journal of Environmental Sciences*. 2019. Vol. 75. Pp. 201–208. DOI: 10.1016/j.jes.2018.03.023.
6. *Langone M., Ferrentino R., Trombino G., Waubert De Puiseau D, Rada E. C., Ragazzi M.* Application of a novel hydrodynamic cavitation system in wastewater treatment plants // *UPB Scientific Bulletin. Series D*. 2015. Vol. 77, Issue 1. Pp. 225–234.
7. *Yan P., Qin R.-C., Guo J.-S., Yu Q., Li Z., Shen Y., Fang F.* Net-zero-energy model for sustainable wastewater treatment // *Environmental Science and Technology*. 2017. Vol. 51, Issue 2. Pp. 1017–1023. DOI: 10.1021/acs.est.6b04735.
8. *Awad H., Gar Alalm M., El-Etriby H. K.* Environmental and cost life cycle assessment of different alternatives for improvement of wastewater treatment plants in developing countries // *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 660. Pp. 57–68. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.386.
9. *Hares M., Dayem M. A.* Difficulties encountered in executing and running of waste water plants in developing countries. Coating Conference // *Proceedings of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry*. 2017. Pp. 175–185.
10. *Ragazzi M., Catellani R., Rada E. C., Torretta V., Salazar-Valenzuela X.* Management of urban wastewater on one of the Galapagos Islands // *Sustainability*. 2016. Vol. 8, Issue 3. Pp. 208. DOI: 10.3390/su8030208.
11. *Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F., Kendall A.* A taxonomy of circular economy indicators // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 207. Pp. 542–559. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.014.
12. *Pinter L.* International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China // *Report for the Environment and Social Development Sector Unit. East Asia and Pacific Region. The World Bank, 2006.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/measure_circular_economy_china.pdf (дата обращения: 22.02.2020).

13. Lind M., Witherspoon J., Gokul B., Surti J. From wastewater treatment to total resource recovery – Changes are Happening in Auckland // 86th Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference. 2013. Vol. 9. Pp. 5729–5747.
14. Oladejo J., Shi K., Luo X., Yang G., Wu T. A Review of Sludge-to-Energy Recovery Methods // *Energies*. 2019. Vol. 12, Issue 1. Pp. 60. DOI: 10.3390/en12010060.
15. Kiselev A., Magaril E., Magaril R., Panepinto D., Ravina M., Zanetti M. C. Towards circular economy: evaluation of sewage sludge biogas solutions // *Resources*. 2019. Vol. 8, Issue 2. Pp. 91. DOI: 10.3390/resources8020091.
16. Туровский И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. М.: ДеЛи принт, 2008. 375 с.
17. Bernadiner I. M., Stepanova T. A., Klyuchniko A. D., Chevychelov D. D., Khoreva P. V., Nikolayev D. A., Tomanovsky V. A., Bernadiner M. N. Thermal methods of sewage sludge neutralization // *Ecology and Industry of Russia*. 2012. no. 7. Pp. 4–7.
18. Paukov A., Magaril R., Magaril E. An investigation of the feasibility of the organic municipal solid waste processing by coking // *Sustainability*. 2019. Vol. 11, Issue 2. Pp. 389. DOI: 10.3390/su11020389.
19. Merzari F., Langone M., Andreottola G., Fiori L. Methane production from process water of sewage sludge hydrothermal carbonization. A review. Valorising sludge through hydrothermal carbonization // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2019. Vol. 49, Issue 11. Pp. 947–988. DOI: 10.1080/10643389.2018.1561104.
20. Rada E. C., Ragazzi M., Villotti S., Torretta V. Sewage sludge drying by energy recovery from OFMSW composting: Preliminary feasibility evaluation // *Waste Management*. 2014. Vol. 34, Issue 5. Pp. 859–866. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.02.013.
21. Pintilie L., Torres C. M., Teodosiu C., Castells F. Urban wastewater reclamation for industrial reuse: An LCA case study // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 139, Issue 15. Pp. 1–14. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.209.
22. Molina-Moreno V., Leyva-Díaz J. C., Llorens-Montes F. J., Cortés-García F. G. Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry // *Water*. 2017. Vol. 9, Issue 9. Pp. 653. DOI: 10.3390/w9090653.
23. Buonocore E., Mellino S., De Angelis G., Liu G., Ulgiati S. Life cycle assessment indicators of urban wastewater and sewage sludge treatment // *Ecological Indicators*. 2018. Vol. 94, Part 3. Pp. 13–23. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.047.
24. Grönlund S. E. Indicators and methods to assess sustainability of wastewater sludge management in the perspective of two systems ecology models // *Ecological Indicators*. 2019. Vol. 100. Pp. 45–54. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.07.013.
25. Papangelou A., Achten W., Mathijs E. Phosphorus and energy flows through the food system of Brussels capital region // *Resources, Conservation and Recycling*. 2020. Vol. 156. Pp. 104687. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104687.
26. Fisher R. M., Alvarez-Gaitan J. P., Stuetz R. M., Moore S. J. Sulfur flows and biosolids processing: using material flux analysis (MFA) principles at wastewater treatment plants // *Journal of Environmental Management*. 2017. Vol. 198. Pp. 153–162. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.056.
27. Yuan H., Xing S., Lu T., Huhetaoli, Chen Y., Kobayashi N. Main organic pollutants migration and transformation laws in sewage sludge landfill and composting process // *WIT Transactions on Biomedicine and Health*. 2014. Vol. 18. Pp. 1183–1190. DOI: 10.2495/HHME131342.
28. Mills N., Pearce P., Farrow J., Thrope R. B., Kirkby N. F. Environmental & economic life cycle assessment of current & future sewage sludge to energy technologies // *Waste Management*. 2014. Vol. 34. Pp. 185–195. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.08.024.
29. Grile V., Mislej V., Šalej S. Thermal utilisation of biologically stabilised and dried waste sludge from wastewater treatment plants // 3rd International Symposium on Energy from Biomass and Waste. Venice, 2010.

30. *Chen G., Wang X., Li J., Yan B., Wang Y., Wu X., Velichkova R., Cheng Zh., Ma W.* Environmental, energy, and economic analysis of integrated treatment of municipal solid waste and sewage sludge: A case study in China // *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 647. Pp. 1433–1443. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.104.

31. *Pincetl S.* A living city: using urban metabolism analysis to view cities as life forms // *Metropolitan Sustainability. Understanding and Improving the Urban Environment*. Woodhead Publishing Series in Energy, 2012. Pp. 3–25. DOI: 10.1533/9780857096463.1.3.

32. *Soundararajan K., Ho H. K., Su B.* Sankey diagram framework for energy and exergy flows // *Applied Energy*. 2014. Vol. 136. Pp. 1035–1042. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.08.070.

33. *Trulli E., Torretta V., Rada E. C.* Water restoration of an urbanized karst stream by free-water-surface constructed wetlands as municipal wastewater post treatment // *UPB Scientific Bulletin. Series D*. 2016. Vol. 78, Issue 4. Pp. 163–174.

34. *Киселев А. В., Магарил Е. Р.* Обеспечение эффективности водоочистки в условиях циркулярной экономики как элемент эколого-экономической безопасности территорий // *Вестник УрФУ. Серия экономика и управление*. 2019. Т. 18, № 6. С. 911–929. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.6.044.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Киселев Андрей Владимирович

Аспирант, младший научный сотрудник кафедры экономики природопользования Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0002-4199-2582; e-mail: ipkiselyov@mail.ru.

Магарил Елена Роменовна

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0003-3034-9978; e-mail: magaril67@mail.ru.

Глушанкова Ирина Самуиловна

Доктор технических наук, профессор кафедры охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия (614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29); ORCID 0000-0003-3376-8000; e-mail: irina_chem@mail.ru.

Рудакова Лариса Васильевна

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны окружающей среды Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия (614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29); ORCID 0000-0003-3292-8359; e-mail: larisa.rudakova.007@gmail.com.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Киселев А. В., Магарил Е. Р., Глушанкова И. С., Рудакова Л. В. Оценка технологий обработки осадков сточных вод в условиях перехода к циркулярной экономике // *Journal of Applied Economic Research*. 2020. Т. 19, № 3. С. 329–347. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.016.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 19 мая 2020 г.; дата поступления после рецензирования 15 июля 2020 г.; дата принятия к печати 24 июля 2020 г.


Analysis of Sewage Sludge Alternatives Towards Circular Economy

A. V. Kiselev¹  , E. R. Magaril¹ , I. S. Glushankova² , L. V. Rudakova² 

¹ Ural Federal University

named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

² Perm National Research Polytechnic University
Perm, Russia

 ipkiselyov@mail.ru

Abstract. The article describes ways to solve the urgent Issue of the pollution of water sources due to the imperfection of the technical and technological equipment of municipal wastewater treatment plants. The subject matter is considered from the perspective of the transition to the circular economy. One of the key elements of a sustainable development strategy in a circular economy is the development and implementation of policies for the modernization of municipal wastewater treatment plants in order to reduce the negative impact on the environment. The goal of this research is to create a holistic assessment system of various technological solutions for the treatment of sewage sludge using life cycle assessment and material flow analysis methods for the transition towards the circular economy. The hypothesis of the present study assumes a specific set of technologies based on the waste-to-energy principle, in which it is possible to achieve net zero energy consumption in a wastewater treatment plant. A methodological framework for assessing the complete technological cycle of sewage sludge treatment and disposal using life cycle analysis and material flow analysis tools is proposed. The results are visualized using the Sankey chart. The authors test the proposed method according to data presented from real treatment facilities that operate in Ekaterinburg and Perm. As a result of the study, we found that the use of some waste-to-energy technologies for treating sewage sludge does not lead to the expected reduction in average net energy consumption along with a reduction in waste mass. Based on the research, leading techniques have been identified that make it possible to achieve net zero energy consumption of a wastewater treatment plant. The results of the study are clear and easy to interpret and can be used by managers of different levels to select the most optimal set of technological stages for the treatment and disposal of sewage sludge in accordance with the principles of the circular economy, including reference comparison through the national sectoral benchmarking system.

Key words: sustainable development; economic security; assessment; wastewater treatment; sewage sludge; circular economy; key performance indicators; anaerobic digestion; pyrolysis; drying.

JEL Q01, Q32

References

1. Gherghel, A., Teodosiu, C., Notarnicola, M., de Gisi, S. (2020). Sustainable design of large wastewater treatment plants considering multi-criteria decision analysis and stakeholders' involvement. *Journal of Environmental Management*, Vol. 261, 110158. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110158.
2. Kiselev, A., Magaril, E., Rada, E.C. (2019). Energy and sustainability assessment of municipal wastewater treatment under circular economy paradigm. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol. 237, 109–120. DOI: 10.2495/ESUS190101.
3. Casiano Flores, C., Bressers, H., Gutierrez, C., de Boer, C. (2018). Towards circular economy – a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case. *Management Research Review*, Vol. 41, Issue 5, 554–571. DOI: 10.1108/MRR-02-2018-0056.

4. Capodaglio, A. G., Olsson, G. (2020). Energy issues in sustainable urban wastewater management: Use, demand reduction and recovery in the urban water cycle. *Sustainability*, Vol. 12, Issue 1, 266. DOI: 10.3390/su12010266.
5. Yu, Y., Zou, Z., Wang, S. (2019). Statistical regression modeling for energy consumption in wastewater treatment. *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 75, 201–208. DOI: 10.1016/j.jes.2018.03.023.
6. Langone, M., Ferrentino, R., Trombino, G., Waubert De Puiseau, D., Rada, E.C., Ragazzi, M. (2015). Application of a novel hydrodynamic cavitation system in wastewater treatment plants. *UPB Scientific Bulletin. Series D*, Vol. 77, Issue 1, 225–234.
7. Yan, P., Qin, R.-C., Guo, J.-S., Yu, Q., Li, Z., Shen, Y., Fang, F. (2017). Net-zero-energy model for sustainable wastewater treatment. *Environmental Science and Technology*, Vol. 51, Issue 2, 1017–1023. DOI: 10.1021/acs.est.6b04735.
8. Awad, H., Gar Alalm, M., El-Etriby, H.K. (2019). Environmental and cost life cycle assessment of different alternatives for improvement of wastewater treatment plants in developing countries. *Science of the Total Environment*, Vol. 660, 57–68. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.386.
9. Hares, M., Dayem, M. A. (2017). Difficulties encountered in executing and running of waste water plants in developing countries. Coating Conference. *Proceedings of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, 175–185.
10. Ragazzi, M., Catellani, R., Rada, E. C., Torretta, V., Salazar-Valenzuela, X. (2016). Management of urban wastewater on one of the Galapagos Islands. *Sustainability*, Vol. 8, Issue 3, 208. DOI: 10.3390/su8030208.
11. Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 207, 542–559. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.014.
12. Pinter, L. (2006). International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China. *Report for the Environment and Social Development Sector Unit. East Asia and Pacific Region*. The World Bank. Available at: https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/measure_circular_economy_china.pdf.
13. Lind, M., Witherspoon, J., Gokul, B., Surti, J. (2013). From wastewater treatment to total resource recovery – Changes are Happening in Auckland. *86th Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference*, Vol. 9, 5729–5747.
14. Oladejo, J., Shi, K., Luo, X., Yang, G., Wu, T. (2019). A Review of Sludge-to-Energy Recovery Methods. *Energies*, Vol. 12, Issue 1, 60. DOI: 10.3390/en12010060.
15. Kiselev, A., Magaril, E., Magaril, R., Panepinto, D., Ravina, M., Zanetti, M.C. (2019). Towards circular economy: evaluation of sewage sludge biogas solutions. *Resources*, Vol. 8, Issue 2, 91. DOI: 10.3390/resources8020091.
16. Turovsky, I. S. (2008). *Osadki stochnykh vod. Obezvozhivanie i obezzarazhivanie (Treatment of sewage sludge)*. Moscow, DeLi print.
17. Bernadiner, I. M., Stepanova, T. A., Klyuchniko, A. D., Chevychelov, D. D., Khoreva, P. V., Nikolayev, D. A., Toumanovsky, V. A., Bernadiner, M. N. (2012). Thermal methods of sewage sludge neutralization. *Ecology and Industry of Russia*, no. 7, 4–7.
18. Paukov, A., Magaril, R., Magaril, E. (2019). An investigation of the feasibility of the organic municipal solid waste processing by coking. *Sustainability*, Vol. 11, Issue 2, 389. DOI: 10.3390/su11020389.
19. Merzari, F., Langone, M., Andreottola, G., Fiori, L. (2019). Methane production from process water of sewage sludge hydrothermal carbonization. A review. Valorising sludge through hydrothermal carbonization. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, Vol. 49, Issue 11, 947–988. DOI: 10.1080/10643389.2018.1561104.
20. Rada, E. C., Ragazzi, M., Villotti, S., Torretta, V. (2014). Sewage sludge drying by energy recovery from OFMSW composting: Preliminary feasibility evaluation. *Waste Management*, Vol. 34, Issue 5, 859–866. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.02.013.

21. Pintilie, L., Torres, C.M., Teodosiu, C., Castells, F. (2016). Urban wastewater reclamation for industrial reuse: An LCA case study. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 139, Issue 15, 1–14. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.209.
22. Molina-Moreno, V., Leyva-Díaz, J.C., Llorens-Montes, F.J., Cortés-García, F.G. (2017). Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry. *Water*, Vol. 9, Issue 9, 653. DOI: 10.3390/w9090653.
23. Buonocore, E., Mellino, S., De Angelis, G., Liu, G., Ulgiati, S. (2018). Life cycle assessment indicators of urban wastewater and sewage sludge treatment. *Ecological Indicators*, Vol. 94, Part 3, 13–23. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.047.
24. Grönlund, S.E. (2019). Indicators and methods to assess sustainability of wastewater sludge management in the perspective of two systems ecology models. *Ecological Indicators*, Vol. 100, 45–54. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.07.013.
25. Papangelou, A., Achten, W., Mathijs, E. (2020). Phosphorus and energy flows through the food system of Brussels capital region. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 156, 104687. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104687.
26. Fisher, R.M., Alvarez-Gaitan, J.P., Stuetz, R.M., Moore, S.J. (2017). Sulfur flows and biosolids processing: using material flux analysis (MFA) principles at wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management*, Vol. 198, 153–162. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.056.
27. Yuan, H., Xing, S., Lu, T., Huhetaoli, Chen, Y., Kobayashi, N. (2014). Main organic pollutants migration and transformation laws in sewage sludge landfill and composting process. *WIT Transactions on Biomedicine and Health*, Vol. 18, 1183–1190. DOI: 10.2495/HHME131342.
28. Mills, N., Pearce, P., Farrow, J., Thrope, R.B., Kirkby, N.F. (2014). Environmental & economic life cycle assessment of current & future sewage sludge to energy technologies. *Waste Management*, Vol. 34, 185–195. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.08.024.
29. Grilc, V., Mislej, V., Šalej, S. (2010). Thermal utilisation of biologically stabilised and dried waste sludge from wastewater treatment plants. *3rd International Symposium on Energy from Biomass and Waste*. Venice.
30. Chen, G., Wang, X., Li, J., Yan, B., Wang, Y., Wu, X., Velichkova, R., Cheng, Zh., Ma, W. (2019). Environmental, energy, and economic analysis of integrated treatment of municipal solid waste and sewage sludge: A case study in China. *Science of the Total Environment*, Vol. 647, 1433–1443. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.104.
31. Pincetl, S. (2012). A living city: using urban metabolism analysis to view cities as life forms. *Metropolitan Sustainability. Understanding and Improving the Urban Environment*. Woodhead Publishing Series in Energy, 3–25. DOI: 10.1533/9780857096463.1.3.
32. Soundararajan, K., Ho, H.K., Su, B. (2014). Sankey diagram framework for energy and exergy flows. *Applied Energy*, Vol. 136, 1035–1042. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.08.070.
33. Trulli, E., Torretta, V., Rada, E.C. (2016). Water restoration of an urbanized karst stream by free-water-surface constructed wetlands as municipal wastewater post treatment. *UPB Scientific Bulletin. Series D*, Vol. 78, Issue 4, 163–174.
34. Kiselev, A.V., Magaril, E.R. (2019). Ensuring Water Treatment Assessment within Spatial Ecological and Economic Security Framework Towards Circular Economy (Obespechenie effektivnosti vodoochistki v usloviiakh tsirkuliarnoi ekonomiki kak element ekologo-ekonomicheskoi bezopasnosti territorii). *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie (Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management)*, Vol. 18, no. 6, 911–929 (In Russ.).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kiselev Andrey Vladimirovich

Post-Graduate Student, Junior Research Fellow, Department of Environmental Economics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0002-4199-2582; e-mail: ipkisev@mail.ru.

Magaril Elena Romenovna

Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Environmental Economics, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0003-3034-9978; e-mail: magaril67@mail.ru.

Glushankova Irina Samuilovna

Doctor of Technical Science, Professor, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (614990, Perm, Komsomolsky avenue, 29); ORCID 0000-0003-3376-8000; e-mail: irina_chem@mail.ru.

Rudakova Larisa Vasilyevna

Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (614990, Perm, Komsomolsky avenue, 29); ORCID 0000-0003-3292-8359; e-mail: larisa.rudakova.007@gmail.com.

FOR CITATION

Kiselev A. V., Magaril E. R., Glushankova I. S., Rudakova L. V. Analysis of Sewage Sludge Alternatives Towards Circular Economy. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, no. 3, 329–347. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.016.

ARTICLE INFO

Received May 19, 2020; Revised July 15, 2020; Accepted July 24, 2020.




Оптимальное адаптивное управление численностью сотрудников и системой продаж банка

*А. Ф. Шориков*¹  , *А. С. Филиппова*² , *В. А. Тюлюкин*³ 

¹Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

²ПАО «Сбербанк России»,
г. Москва, Россия

³Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Россия
 afshorikov@mail.ru

Аннотация. Значительные изменения, происходящие как в мировой, так и в российской банковской системе, требуют немедленной реакции от участников рынка на появляющиеся вызовы. Сокращение времени принятия решений вынуждает любой коммерческий банк осуществлять цифровизацию и автоматизацию всех основных фронт- и бэк-офисных процессов. В настоящее время большинство управленческих решений в банковской деятельности принимаются либо экспертным путем, либо на основании разовых расчетов экономической эффективности отдельных проектов, что не позволяет быстро и качественно проводить сценарный анализ развития ситуации в различных рыночных условиях. Цель исследования заключается в разработке динамической экономико-математической модели и методики оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и системой продаж банка и реализующей ее инструментальной компьютерной программной системы. Гипотеза данного исследования – применение новой динамической управляемой экономико-математической модели, а также новой вышеуказанной методики повышает эффективность данного процесса с точки зрения выбранного критерия качества по сравнению с результатами программного управления. Новизной данной статьи является разработка новой детерминированной динамической экономико-математической модели для принятия оптимальных адаптивных управленческих решений банка, разработанный авторами метод ее решения и создание соответствующего моделирующего компьютерного программного комплекса. В работе представлены основные этапы создания предлагаемой дискретной управляемой динамической экономико-математической модели при наличии заданного критерия качества – Cost Income Ratio розничного блока банка. На практическом примере приведен алгоритм решения рассматриваемой задачи оптимизации адаптивного управления, для всех полученных результатов реализовано компьютерное моделирование их формирования и проведен анализ полученных вариантов оптимальных решений. На основании предложенной динамической модели можно решать и другие задачи оптимизации программного и адаптивного управления процессами, определяющими банковскую деятельность и разрабатывать автоматизированные информационные системы для реализации поддержки принятия управленческих решений в этой сфере.

Ключевые слова: адаптивное управление; векторная оптимизация процесса; динамическое моделирование; повышение эффективности; банковские процессы.

1. Актуальность исследования

Наш век – век разработки и создания высоких технологий и искусственного интеллекта. Современные коммерческие банки пытаются внедрять новые цифровые технологии как в свою повседневную операционную деятельность, так и в процессы разработки новых продуктов, выстраивания моделей продаж, развития каналов дистрибуции и повышения эффективности профильной деятельности [1, 2].

На фоне динамично развивающегося банковского сектора, сокращения количества действующих кредитных организаций и, как следствие, увеличения конкуренции, существующие банки должны регулярно совершенствовать свою деятельность, чтобы удерживать действующих и привлекать новых для банка клиентов. Не менее важным, с точки зрения повышения эффективности банковской деятельности, является управление ресурсами, в том числе персоналом. Высокая стоимость физических каналов обслуживания клиентов, обслуживающих реализацию цифровизации, ставит под вопрос их дальнейшее существование и, как следствие, расширение штата операционных сотрудников банка [3, 4].

Чтобы успешно функционировать в сложившихся условиях, кредитные организации вынуждены действовать максимально оперативно, принимая решения о стратегии развития, выводе продукта на рынок или сокращении присутствия в отдельных его сегментах. Причем принимать быстрые и одновременно качественные решения становится все сложнее.

В современном мире на помощь банковским служащим приходят автоматизированные системы поддержки принятия решений, построенные в том числе на базе Data Science- и Machine Learning – моделей данных и инструментальных средств, которые в автоматиче-

ском режиме формируют наборы информации (отчетные формы, графическая визуализация, инфографика), достаточной для принятия управленческих решений, а иногда предлагающие различные варианты таких решений [5–9].

Важной составляющей эффективного использования таких систем является применения экономико-математических моделей и методов оптимального управления бизнес-процессами [10–13].

Объектом проводимого исследования является система принятия решений и управления численностью сотрудников и продажами розничного блока банка.

Предмет исследования – экономико-математические модели и методы оптимизации комплексного программного и адаптивного управления численностью сотрудников и продажами розничного блока банка.

Цель исследования заключается в разработке динамической экономико-математической модели и методики оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка и реализующей ее инструментальной компьютерной программной системы.

Гипотеза данного исследования – применение новой динамической управляемой экономико-математической модели, а также новой методики оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и продажами розничного блока банка повышает эффективность данного процесса с точки зрения выбранного критерия качества по сравнению с результатами программного управления.

2. Степень изученности проблемы

Современные экономико-математические модели и созданные на их ба-

зе инструментальные компьютерные программные системы позволяют проводить комплексный анализ деятельности универсального коммерческого банка – от анализа кредитного портфеля до оптимизации бизнес и back-офисных процессов, реализации сложных исследований по принятию решений о купле-продаже валюты и ценных бумаг.

В статье Т. М. Поповой рассматривается построение математической модели ликвидности банка при наличии всех видов банковской деятельности, таких как привлечение во вклады денежных средств физических и юридических лиц, ведение банковских счетов, кредитование и инвестирование в ценные бумаги [14]. Проведен расчет модели моментальной ликвидности банка при реалистичном сценарии развития экономики, при выполнении всех норм и ограничений, определенных инструкцией Банка России.

Большая часть работ посвящена построению оптимального кредитного портфеля. В работе С. С. Подлужного и С. В. Кругликова предлагается экономико-математическая модель построения оптимального кредитного портфеля коммерческого банка на основе связи классической теории портфельных инвестиций и таких риск-метрик индивидуальных кредитов, как вероятность дефолта в течение ближайшего года (PD), потери в случае дефолта (LGD) и стоимость под риском дефолта (EAD) [15].

Задача максимизации прибыли, получаемой банком от реализации инвестиционных проектов, рассмотрена в работе Е. А. Семенчина и Е. Ю. Шаталовой [16]. В работе приведены обобщенные формулы для вычисления индекса среднего риска, средней продолжительности инвестирования и динамики денежных средств по месяцам. Представлен пример максимизации

прибыли получаемой банком за период инвестирования.

Проблемой разработки линейки моделей динамики активов и пассивов банка с использованием аппарата дифференциальных и разностных уравнений занимались в своей работе В. В. Селютин и К. Э. Месропян [17]. Предлагаемый ими модельный подход помогает найти применение моделей в банковских системах поддержки принятия решений, позволяет расширить спектр их возможностей и сделать модели более реалистичными. Предложенная модель может быть использована для исследования различных способов размещения активов в целях выбора рационального решения.

Рассмотрены оригинальные методики проектирования и разработки информационных систем для оптимизации процессов управления и реализации имитационного моделирования в различных экономических системах [18, 19].

Отметим, что в большей части работ, посвященных банковской деятельности в области математического моделирования, рассматривается проблематика оптимизации структуры баланса или управления ликвидностью. Научные статьи, посвященные проблеме оптимизации банковского персонала и управления системой продаж банка с использованием математического моделирования, встречаются достаточно редко.

Задача управления численностью персонала банка изучалась, например, в работе [20]. А. А. Фурсой разработана имитационная экономико-математическая модель обслуживания клиентов банка, позволяющая принимать решение о необходимости изменения численности персонала дополнительного офиса банка исходя из количества обращений клиентов. В основе предлага-

емой модели – методы математической статистики, теории массового обслуживания и имитационного моделирования.

В данной статье, в отличие от большей части имеющихся работ по данной тематике, рассматривается задача оптимизации адаптивного управления конкретным бизнес-процессом – управления численностью персонала розничного блока коммерческого банка путем построения соответствующей дискретной управляемой динамической экономико-математической модели и введения класса допустимых стратегий адаптивного управления.

3. Построение экономико-математической модели управления розничным блоком коммерческого банка

Представим процедуру формирования динамической экономико-математической модели для исследования процессов оптимизации управления розничным бизнесом банка. Подобные модели для экономических систем в других сферах экономики представлены, например, в работах [21, 22].

Рассмотрим особенности процесса принятия управленческих решений и входные данные для использования в работе розничного подразделения банка в случае корректировки нормативов продаж для различных их ролей сотрудников и их численности.

Для построения модели принятия решений необходимо ввести следующие обозначения:

n – количество основных банковских «портфельных» продуктов для физических лиц (например, ипотечное кредитование, автокредитование, депозиты физическим лицам, дебетовые банковские карты и др.; $n \in \mathbf{N}$; где \mathbf{N} – множество всех натуральных чисел, в этом случае и в дальнейшем тексте);
 m – общее количество должностей

сотрудников, реализующих продукты для физических лиц (в функциях одних ролей прописаны обязанности по продажам нескольких видов продуктов, других – только одного продукта; $m \in \mathbf{N}$);

$x(t) = (x_1(t), x_2(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор, описывающий объем портфеля банковских продуктов за период времени t , тыс. руб. ($t \in \overline{0, T-1} = \{0, 1, 2, \dots, T-1\}$; $T \in \mathbf{N}$), у которого каждая i -я координата $x_i(t)$ соответствует значению объема портфеля i -го вида банковских продуктов ($i \in \overline{1, n}$), тыс. руб.; здесь и далее по тексту для $k \in \mathbf{N}$, \mathbf{R}^k есть k -мерное евклидово векторное пространство векторов-столбцов; T – количество месяцев, определяющих промежуток времени $0, T$, на котором осуществляется управление рассматриваемым процессом;

$y(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор, описывающий численность различных должностей сотрудников в банке в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $y_j(t)$ есть значение численности по штатному расписанию сотрудников должности j -го типа ($j \in \overline{1, m}$);

$A(t) = \|a_{ij}(t)\|, i \in \overline{1, n}, j \in \overline{1, m}$ – матрица месячных нормативов продаж в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), $a_{ij}(t)$ – нормативное количество проданных продуктов i -го вида сотрудником j -й должности, в штуках ($i \in \overline{1, n}, j \in \overline{1, m}$);

$H = (h_1, h_2, \dots, h_n)' \in \mathbf{R}^n$ – вектор коэффициентов гашения портфеля каждой группы (вида) продукта в месяц (амортизация портфеля), %;

$S = (s_1, s_2, \dots, s_n)' \in \mathbf{R}^n$ – вектор средних чеков продаж каждого продаваемого продукта, тыс. руб.;

$u(t) \in (u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор введения численности каждой должности сотрудников (количество чел.), в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $u_j(t)$ есть значение количества добавляемых штатных

единиц сотрудников должности j -го типа ($j \in \overline{1, m}$).

Динамика численности сотрудников розничного блока банка и портфеля банковских продуктов для физических лиц, в зависимости от нормативов продаж, описывается системой квазилинейных рекуррентных уравнений вида:

$$\begin{cases} y_j(t+1) = y_j(\tau_t) + u_j(\tau_t), u_j(0) = 0, \tau_t = \\ = \tau \cdot E\left(\frac{t}{\tau}\right), y_j(\tau_0) = y_j(0) = y_{0j}, j \in \overline{1, m}, \\ x_i(t+1) = x_i(t) - h_i \frac{x_i(t)}{100} + \\ + s_i \sum_{j=1}^m a_{ij}(\tau_t)[y_j(\tau_t) + u_j(\tau_t)], x_i(0) = x_{0i}, \\ i \in \overline{1, n}, t \in \overline{0, T-1}, h_i = \text{const}, s_i = \\ = \text{const}, i \in \overline{1, n} \end{cases} \quad (1)$$

где τ – длительность периода времени неизменности численности должностного состава розничного блока банка и нормативов продаж ($\tau \in \mathbf{N}, \tau \leq T$);

$E: \mathbf{R}^1 \rightarrow \mathbf{Z} = \mathbf{N} \cup \{0\}$ – функция целой части действительного числа.

Вектор введения численности сотрудников $u(\tau_t) \in (u_1(\tau_t), u_2(\tau_t), \dots, u_m(\tau_t))' \in \mathbf{R}^m$ и матрица нормативов продаж $A(\tau_t) = \|a_{ij}(\tau_t)\|, (j \in \overline{1, m})$, в рамках розничного блока банка в период времени $t(t \in \overline{0, T-1})$ являются управляющими воздействиями (управлениями) в системе уравнений (1), для которых необходимо выполнение следующих заданных ограничений:

$$\bar{u}(t) = (u(\tau_t), A(\tau_t)) \in \bar{U}_1(t, y(\tau_t), y(\tau_t - 1)) = (U_1(\tau_t) \times A_1(\tau_t)) \subset \mathbf{R}^{\bar{p}} (\bar{p} = m(n+1) \in \mathbf{N}), (2)$$

$$\begin{aligned} u(\tau_t) \in U_1(\tau_t) \subset \mathbf{R}^m, t \in \overline{0, T-1}, U_1(\tau_t) = \\ = \left\{ u(\tau_t) : u(\tau_t) \in \{u^{(1)}(\tau_t), u^{(2)}(\tau_t), \dots\}, \right. \\ \left. u^{(N_{\tau_t})}(\tau_t) \right\} \subset \mathbf{R}^m \\ N_{\tau_t} \in \mathbf{N} \end{aligned} \quad (3)$$

$$A(\tau_t) \in A_1(\tau_t) \subset \mathbf{R}^{(n \times m) \times M_{\tau_t}}, A_1(\tau_t) =$$

$$\begin{aligned} = \left\{ A(\tau_t) : A(\tau_t) \in \{A^{(1)}(\tau_t), A^{(2)}(\tau_t), \dots\}, \right. \\ \left. A^{(M_{\tau_t})}(\tau_t) \right\} \subset \mathbf{R}^{(n \times m) \times M_{\tau_t}} \\ M_{\tau_t} \in \mathbf{N} \end{aligned} \quad (4)$$

где N_{τ_t} – количество допустимых управляющих воздействий $u(\tau_t)$ в период времени $t(N_{\tau_t} \in \mathbf{N})$; M_{τ_t} – количество допустимых матриц $A(\tau_t)$ нормативов продаж в период времени $t(M_{\tau_t} \in \mathbf{N})$.

В процессе управления для всех $t(t \in \overline{0, T-1})$ должны также выполняться следующие заданные фазовые ограничения:

$$\begin{aligned} \bar{x}(t) = (y(t), x(t)) \in \bar{X}_1(t) = Y_1(t) \times X_1(t), (5) \\ y(t) \in Y_1(t), x(t) \in X_1(t), Y_1(t) = \{y(t) : y(t) = \\ = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t))' \in \mathbf{R}^m, \forall i \in \overline{1, m}, \\ y_i(t) \geq 0\}, X_1(t) = \{x(t) : x(t) = (x_1(t), x_2(t), \\ \dots, x_n(t))' \in \mathbf{R}^n, \forall i \in \overline{1, n}, x_i(t) \geq 0\}. \end{aligned} \quad (6)$$

Набор $\bar{x}(t) = (y(t), x(t))' \in \mathbf{R}^{\bar{n}}$ образует фазовый вектор дискретной динамической системы (1), где $\bar{n} = m + n$.

В рамках решаемой задачи установим ограничение, что управляющее воздействие $\bar{u}(t) = (u(\tau_t), A(\tau_t)) \in \bar{U}_1(t), t \in \overline{0, T-1}$, может изменяться не чаще, чем 1 раз в 6 месяцев, т. е. при $\tau \geq 6$.

Для рассматриваемого целочисленного промежутка времени $\overline{0, T}$, фиксированного периода времени $\vartheta \in \overline{0, T-1} (T \in \mathbf{N})$ и соответствующего целочисленного промежутка времени $\overline{\vartheta, T} \subset \overline{0, T}$ обозначим символом $\bar{x}(T) = \phi_{\vartheta, T}(T; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))$ финальное состояние (в момент времени T) траектории $\bar{x}(\cdot) = \{\bar{x}(t)\}_{t \in \overline{\vartheta, T}} = \{y(t), x(t)\}_{t \in \overline{\vartheta, T}}$ фазового вектора дискретной динамической системы (1).

Схожие модели для банковской деятельности, только в упрощенном виде, рассматривались в работах [23, 24]. В них исследовался процесс построения экономико-математических моделей программного управления числен-

ностью персонала и системой продаж банка для одного и нескольких критериев качества. При этом применение данных моделей не учитывало изменение входных параметров модели с течением времени, т. е. согласно результатам моделирования предлагалось на всем рассматриваемом промежутке времени использовать оптимальное программное управление, выбранное на начальном этапе моделирования. Однако в реальности параметры рассматриваемой модели могут меняться достаточно часто как под воздействием факторов внешней среды, так и внутренних решений банковского менеджмента. Например, в случае изменения ключевой ставки ЦБ РФ рассматриваются варианты корректировки процентных ставок по кредитам и депозитам банка. Средние суммы кредитов могут вырасти под влиянием инфляции и роста спроса на недвижимость, автотранспорт и другие цели кредитования. Численность сотрудников банка может также отклоняться от выбранного сценария в случае, например массового увольнения персонала, либо при решении о необходимости найма сотрудников той или иной категории ввиду отсутствия на рынке труда данных специалистов. Все эти параметры в значительной степени влияют на результаты моделирования. Соответственно, для более эффективного применения модели необходимо учитывать все возможные их изменения при выборе оптимального управления. Таким образом, требуется учитывать обратную связь о состоянии параметров модели.

Обозначим информационные возможности субъекта управления – менеджера P розничного блока банка в процессе адаптивного (по принципу обратной связи) управления в дискретной динамической системе (1)–(6).

Пусть на рассматриваемом целочисленном промежутке времени $\overline{0, T}$ для любого $\vartheta \in \overline{0, T-1}$ ($T \in \mathbf{N}$) и соответствующего целочисленного промежутка времени $\overline{\vartheta, T} \subset \overline{0, T}$ к моменту времени ϑ в процессе адаптивного управления менеджером P измеряются и фиксируются следующие величины: $\bar{x}(\vartheta) = \bar{x}_\vartheta$ – фазовое состояние объекта управления в период управления ϑ ($\bar{x}(0) = \bar{x}_0$); $\bar{u}(\cdot) = \{\bar{u}(t)\}_{t \in \overline{0, \vartheta-1}}$ – история реализации допустимого управления менеджера P на промежутке времени $\overline{0, \vartheta}$. Предполагается также, что система уравнений динамики (1) объекта управления и ограничения (2)–(6) для него также известны.

Функционалом качества для рассматриваемого процесса адаптивного управления является коэффициент *Cost Income Ratio (CIR)*, который оценивает отношение операционных затрат к операционному доходу розничного блока банка на промежутке времени $\overline{\vartheta, T}$, который равен допустимым (возможным) значениям терминального функционала $F_{\vartheta, T} : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^1$, определенного на допустимых (возможных) реализациях фазового вектора $\bar{x}(T) = (y(T), x(T))' = \phi_{\vartheta, T}(T; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))$ системы (1)–(6) в финальный момент времени, которые соответствуют допустимым реализациям наборов $(\bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))$.

Тогда в рамках сформированной дискретной динамической системы (1)–(6) цель оптимального адаптивного управления с точки зрения менеджера P розничного блока банка может быть определена следующим образом: на заданном промежутке времени $\overline{0, T}$ требуется, чтобы менеджер P организовал свое управление $\bar{u}(\cdot) = \{\bar{u}(t)\}_{t \in \overline{0, T-1}}$ ($\forall t \in \overline{0, T-1} : \bar{u}(t) \in \bar{U}_1(t, y(\tau_t), y(\tau_t-1))$) по принципу обратной связи, используя возможную в силу (1)–(6) реализацию значений фазового вектора

$\bar{x}(\cdot) = \{\bar{x}(t)\}_{t \in \overline{0, T}}$, совместно со всей доступной для него информацией об этом процессе, таким образом чтобы значение функционала $F_{0, T} = F_{0, T}(\bar{x}(T))$, определенного на реализации вектора, было минимальным (где $\bar{x}(T)$ есть реализация фазового вектора объекта управления, описываемого системой (1) в момент времени T , соответствующая реализации управления $\bar{u}(\cdot)$).

4. Формализация задач оптимизации программного и адаптивного управления процессом

Введем ряд определений, которые нужны для строгого математического формулирования задач оптимального программного и адаптивного управления в рассматриваемой дискретной динамической системе (1)–(6).

Здесь и далее для любых множеств X и Y множество $X \times Y$ есть произведение X и Y , т. е. множество всех пар (x, y) , таких, что $x \in X, y \in Y$ (использование аналогичных обозначений справедливо и для большего числа множеств).

Назовем набор $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \overline{0, T} \times \mathbf{R}^n$ ($w(0) = w_0 = \{0, \bar{x}_0\}$) ϑ -позицией менеджера P в дискретной динамической системе (1)–(6).

Для каждого $\vartheta \in \overline{0, T}$ определим также множество $\hat{W}(\vartheta) = \{\vartheta\} \times \mathbf{R}^n$ ($\hat{W}(0) = \hat{W}_0 = \{w(0) = w_0; w_0 = \{0, \bar{x}_0\} \in \{0\} \times \mathbf{R}^n\}$) всех допустимых ϑ -позиций менеджера P .

На рассматриваемом целочисленном промежутке времени $\overline{0, T}$ для фиксированного $\vartheta \in \overline{0, T-1}$ ($T \in \mathbf{N}$) и соответствующего целочисленного промежутка времени $\overline{\vartheta, T} \subseteq \overline{0, T}$ на основании (2)–(6) для каждой допустимой ϑ -позиции $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$ менеджера P определим конечное множество $\bar{U}(\overline{\vartheta, T}, w(\vartheta)) = \{\bar{u}(\cdot)\} = \{(u(\cdot), A(\cdot))\}$ допустимых программных управлений

$\bar{u}(\cdot) = (u(\cdot), A(\cdot)) = (\{u(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}}, \{A(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}})$ менеджера P , соответствующих промежутку времени $\overline{\vartheta, T}$, следующим соотношением:

$$\begin{aligned} \bar{U}(\overline{\vartheta, T}, w(\vartheta)) &= \{\bar{u}(\cdot) : \bar{u}(\cdot) = (u(\cdot), A(\cdot)) = \\ &= (\{u(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}}, \{A(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}}) \subset \mathbf{R}^{\bar{p} \times (T-\vartheta)}, \\ \forall t \in \overline{\vartheta, T-1}, (u(\tau_i), A(\tau_i)) &\in \bar{U}_1(t, y(\tau_i), \\ &y(\tau_i - 1))\} \end{aligned} \quad (7)$$

Далее, для фиксированного промежутка времени $\overline{\vartheta, T} \subseteq \overline{0, T}$ ($t < \vartheta$) t -позиции $w(t) = \{t, \bar{x}(t)\} \in \hat{W}(t)$ менеджера P и его программного управления $\bar{u}(\cdot) \in \bar{U}(w(t), \overline{\vartheta, T}, w(t))$ определим согласно (1)–(6) следующее множество:

$$\begin{aligned} W(t, w(t), \vartheta, \bar{u}(\cdot)) &= \{w(\vartheta) : w(\vartheta) = \\ &= \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta), \forall \theta \in \overline{t+1, \vartheta}, \\ \bar{x}(\theta) &= \phi_{t, \vartheta}(\theta; \bar{x}(t), \bar{u}(\cdot)) \in \bar{X}_1(\theta)\}, \end{aligned} \quad (8)$$

которое назовем множеством допустимых ϑ -позиций менеджера P , отвечающим его t -позиции $w(t)$ и управлению $\bar{u}(\cdot)$.

Тогда для каждого фиксированного целочисленного промежутка времени и допустимых вариантов реализации наборов $(w(\vartheta), \bar{u}(\cdot)) \in \hat{W}(\vartheta) \times \bar{U}(\overline{\vartheta, T}, w(\vartheta))$, где $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$ ($w(0) = w_0$) – ϑ -позиции менеджера P , а $\bar{u}(\cdot) = (u(\cdot), A(\cdot)) = (\{u(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}}, \{A(\tau_i)\}_{i \in \overline{\vartheta, T-1}}) \in \bar{U}(\overline{\vartheta, T}, w(t))$ – допустимое на этом промежутке времени программное управление менеджера P , в качестве показателя качества (целевой функции) адаптивного управления в дискретной динамической системе (1)–(6), описывающей динамику рассматриваемого процесса, а также имеющиеся ограничения, будем использовать функционал *Cost Income Ratio (CIR) розничного блока банка*, значения которого вычисляются по формуле (подробное описание расчета приведено в работе [23]):

$$\begin{aligned} \Phi_{\vartheta, T}(\omega(\vartheta), \bar{u}(\cdot)) &= p(T) = \\ &= \frac{\sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^m v_j y_j(t) + q \right)}{\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{12 \cdot 100} \sum_{i=1}^n (x_i(t) + x_i(t-1)) \cdot \frac{1}{2} (r_i - c_i) \right)} = \\ &= F_{\vartheta, T}(\phi_{\vartheta, T}(T; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))) = F_{\vartheta, T}(\bar{x}(T)) \quad (9) \end{aligned}$$

где $p(t)$ – значение CIR, %, в периоде времени $t(t \in \overline{\vartheta, T})$; $p(0) = 0$;

$v = (v_1, v_2, \dots, v_m)' \in \mathbf{R}^m$ – вектор величины заработной платы для сотрудников каждой роли, тыс. руб.;

$r = (r_1, r_2, \dots, r_n)' \in \mathbf{R}^n$ – вектор процентных и трансфертных доходов по каждому виду портфеля, % годовых;

$c = (c_1, c_2, \dots, c_n)' \in \mathbf{R}^n$ – вектор процентных и трансфертных расходов по каждому виду портфеля, % годовых;

q – значение административно-хозяйственных расходов в месяц без учета оплаты труда, тыс. руб.;

$\bar{x}(T) = \phi_{\vartheta, T}(T; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot)) \in \bar{X}_1(T)$ – финальное значение фазового вектора траектории $\bar{x}(\cdot) = \phi_{\vartheta, T}(\cdot; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))$ системы (1) – (6) на промежутке времени.

Оптимальным значением данного функционала является его минимальное значение.

Тогда с позиции менеджера P можно сформулировать его цель во *вспомогательной задаче оптимального программного управления* для динамической системы (1) – (6), (9) следующим образом.

Будем считать, что менеджер P на промежутке времени $\overline{\vartheta, T} \subseteq \overline{0, T} (\vartheta < T)$ для каждой допустимой реализации его ϑ -позиции $\omega(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$ заинтересован в таком исходе процесса управления – за счет влияния на него возможным выбором своих допустимых программных управлений $\bar{u}(\cdot) \in \bar{U}(\vartheta, T, \omega(\vartheta))$, при котором функционал $\Phi_{\vartheta, T}$, определенный соотношением (10), принимает наименьшее возможное значение.

Цель менеджера P достигается в рамках решения следующей *нелиней-*

ной многошаговой задачи оптимального программного управления для динамической системы (1) – (6), (9).

Задача 1. Для фиксированных промежутка времени $\overline{\vartheta, T} \subseteq \overline{0, T} (\vartheta < T, T \in \mathbf{N})$ и реализации ϑ -позиции $\omega(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$ ($\omega(0) = \omega_0$) менеджера P в динамической системе (1) – (6), (9) требуется найти *множество оптимальных программных управлений численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка* $\bar{u}^{(e)}(\cdot) \in \bar{U}(\vartheta, T, \omega(\vartheta))$ менеджера P , которое определяется соотношением:

$$\begin{aligned} \bar{U}_{\Phi_{\vartheta, T}}^{(e)}(\overline{\vartheta, T}, \omega(\vartheta)) &= \{\bar{u}^{(e)}(\cdot) : \bar{u}^{(e)}(\cdot) \in \\ &\in \bar{U}(\overline{\vartheta, T}, \omega(\vartheta)), \Phi_{\vartheta, T}^{(e)} = \Phi_{\vartheta, T}(\omega(\vartheta), \bar{u}^{(e)}(\cdot)) = \\ &= \min_{\bar{u}(\cdot) \in \bar{U}(\vartheta, T, \omega(\vartheta))} \Phi_{\vartheta, T}(\omega(\vartheta), \bar{u}(\cdot)) = \\ &= \min_{\bar{u}(\cdot) \in \bar{U}(\vartheta, T, \omega(\vartheta))} F_{\vartheta, T}(\phi_{\vartheta, T}(T; \bar{x}(\vartheta), \bar{u}(\cdot))) = \\ &= F_{\vartheta, T}(x_{\vartheta, T}^{(e)}(T)) = F_{\vartheta, T}^{(e)} = c_{\Phi_{\vartheta, T}}^{(e)}(\overline{\vartheta, T}, \omega(\vartheta)) \quad (10) \end{aligned}$$

как выполнение конечной последовательности только одношаговых операций.

Здесь функционал $\Phi_{\vartheta, T}$ определен соотношением (9).

Число $\Phi_{\vartheta, T}^{(e)} = c_{\Phi_{\vartheta, T}}^{(e)}(\overline{\vartheta, T}, \omega(\vartheta)) = F_{\vartheta, T}^{(e)}$ назовем как *оптимальное значение результата процесса программного управления* менеджера P на промежутке времени $\overline{\vartheta, T}$ для дискретной динамической системы (1) – (6), (9) относительно его ϑ -позиции $\omega(\vartheta)$ и функционала $\Phi_{\vartheta, T}$.

Отметим, что решение задачи 1, определяемое соотношением (10), существует [25]. В работе [23] приведена *общая схема* его нахождения.

Предположим, что на заданном целочисленном промежутке времени $\overline{0, T} (T \in \mathbf{N})$ менеджер P для каждой допустимой в дискретной динамической системе (1) – (6), (9) реализации ϑ -позиции $\omega(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta) (\omega(0) = \omega_0)$

располагается выбором управления $\bar{u}(\vartheta) = \bar{u}(\tau_\vartheta) \in \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1))$, $\vartheta \in \overline{0, T-1}$ и находится в условиях информированности, описанных выше (здесь $\bar{x}(\vartheta) = (y(\vartheta), x(\vartheta)) = (y(\tau_\vartheta), x(\vartheta))$). Следовательно, можно сформулировать с позиции менеджера P его цель в задаче оптимального адаптивного управления рассматриваемого процесса следующим образом.

Будем считать, что менеджеру P на промежутке времени $\overline{0, T}$ требуется так организовать выбор своего управления $\bar{u}(\cdot) = \{\bar{u}(\tau_\vartheta)\}_{\vartheta \in \overline{0, T-1}}$ (для всех $\vartheta \in \overline{0, T-1}$: $\bar{u}(\tau_\vartheta) \in \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1))$) системой (1)–(6), (9) в адаптивном режиме на основании знания в каждый момент времени $\vartheta \in \overline{0, T-1}$ своей \mathcal{I} -позиции $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$, чтобы при завершении процесса управления функционал $\Phi_{0,T}$, определенный соотношением (9) при, принимал наименьшее возможное значение (здесь $\bar{x}(\vartheta) = (y(\vartheta), x(\vartheta)) = (y(\tau_\vartheta), x(\vartheta))$).

На основании вышеизложенного и аналогично [23–25] можно формализовать достижение этой цели менеджера P следующим образом.

Допустимой стратегией адаптивного управления \bar{U}_a менеджера P для дискретной динамической системы (1)–(6), (9) на промежутке времени $\overline{0, T}$ будем называть отображение $\bar{U}_a: \hat{W}(\vartheta) \rightarrow \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1))$, которое каждому периоду времени $\vartheta \in \overline{0, T-1}$ и возможной реализации \mathcal{I} -позиции $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$ ($w(0) = w_0$) назначает множество $\bar{U}_a(w(\vartheta)) \subseteq \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1))$ управлений $\bar{u}(\tau_\vartheta) \in \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1))$ менеджера P (здесь $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\}$, $\bar{x}(\vartheta) = (y(\vartheta), x(\vartheta)) = (y(\tau_\vartheta), x(\vartheta))$). Обозначим множество всех допустимых стратегий адаптивного управления менеджера P для рассматриваемого процесса через \bar{U}_a^* .

Далее, пучком фазовых траекторий (движений) системы (1)–(6) на промежутке времени $\overline{0, T}$, соответствующим уравнению динамики объекта управления (1), начальной позиции $w_0 = \{0, \bar{x}_0\} \in \hat{W}_0$ менеджера P и его допустимой стратегии $\bar{U}_a = \bar{U}_a(w^*(\vartheta)) \in \bar{U}_a^*$, $t \in \overline{0, T-1}$, $w^*(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}^*(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$, будем называть множество

$$\begin{aligned} \bar{X}(\cdot; \overline{0, T}, w_0, \bar{U}_a) &= \{\bar{x}^*(\cdot) : \bar{x}^*(\cdot) \in \mathbf{R}^{\bar{n} \times (T+1)}, \\ &\exists \bar{u}^*(\cdot) \in \bar{U}(\overline{0, T}, w^*(\vartheta)), \forall \vartheta \in \overline{0, T}, \\ \bar{x}^*(\vartheta) &= \phi_{\overline{0, T}}(\vartheta; \bar{x}_0, \bar{u}^*(\cdot)), w^*(\vartheta) = \\ &= \{\vartheta, \bar{x}^*(\vartheta)\} \in \hat{W}(0, w_0, \vartheta, \bar{u}^*(\cdot)) \subseteq \hat{W}(\vartheta), \\ w^*(0) &= w_0, \bar{u}^*(\cdot) = \{\bar{u}(\tau_t)\}_{t \in \overline{0, T-1}}, \\ \forall t \in \overline{0, T-1}, \bar{u}^*(\tau_t) &\in \bar{U}_a(w^*(t))\}. \end{aligned} \quad (11)$$

На основании этого можно сформулировать следующую нелинейную многошаговую задачу оптимального адаптивного управления численностью и системой продаж розничного блока банка в рамках дискретной динамической системы (1)–(6), (9).

Задача 2. Для заданных промежутка времени $\overline{0, T}$ ($T \in \mathbf{N}$) и начальной позиции $w_0 = \{0, \bar{x}_0\} \in \hat{W}_0$ менеджера P в дискретной динамической системе (1)–(6), (9) требуется найти допустимую стратегию оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка $\bar{U}_a^{(e)} = \bar{U}_a^{(e)}(w(\vartheta)) \in \bar{U}_a^*$, $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta)$, $\vartheta \in \overline{0, T-1}$, менеджера P , которая определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} 1) \forall w(\vartheta) &= \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\} \in \hat{W}(\vartheta), \\ \vartheta \in \overline{0, T-1}, & \text{полагается} \\ \bar{U}_a^{(e)} &= \bar{U}_a^{(e)}(w(\vartheta)), \end{aligned} \quad (12)$$

где множество $\bar{U}_a^{(e)}(w(\vartheta))$ определяется согласно (10) соотношением

$$\begin{aligned} \bar{U}_a^{(e)}(w(\vartheta)) &= \{\bar{u}^{(e)}(\vartheta) : \bar{u}^{(e)}(\vartheta) = (u^{(e)}(\tau_\vartheta), \\ A(\tau_\vartheta)) &\in \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), y(\tau_\vartheta - 1)), U\bar{u}^{(e)}(\vartheta) = \end{aligned}$$

$$= \bar{u}_*^{(e)}(\vartheta), \bar{u}_*^{(e)}(\cdot) \in \bar{U}_{\vartheta, \bar{T}}^{(e)}(\vartheta, \bar{T}, w(\vartheta)) \} \quad (13)$$

$$2) \forall w_*(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}_*(\vartheta)\} \notin \hat{W}(\vartheta),$$

$\vartheta \in \overline{0, T-1}$, согласно (2) полагается

$$\begin{aligned} \bar{U}_a^{(e)} &= \bar{U}_a^{(e)}(w(\vartheta)) = \bar{U}_1(\vartheta, y(\tau_\vartheta), \\ y(\tau_\vartheta - 1)) \end{aligned} \quad (14)$$

как реализацию конечной последовательности только одношаговых операций (здесь $w(\vartheta) = \{\vartheta, \bar{x}(\vartheta)\}$, $\bar{x}(\vartheta) = (y(\tau_\vartheta), x(\vartheta))$).

Пусть фазовая траектория системы (1) – (6) $\bar{x}_a^{(e)}(\cdot) = \{\bar{x}_a^{(e)}(t)\}_{t \in \overline{0, T}} \in \bar{X}(\cdot; \overline{0, T}, w_0, \bar{U}_a^{(e)})$, т. е. порождена реализацией стратегии $\bar{U}_a^{(e)} \in \bar{U}_a^*$, и $(T-1)$ -позиция менеджера P такова, что $w_a^{(e)}(T-1) = \{T-1, \bar{x}_a^{(e)}(T-1)\}$. Тогда число $\Phi_{\overline{0, T}}^{(e, a)} = c_{\overline{0, T}}^{(e, a)}(\overline{0, T}, w_0) = F_{\overline{0, T}}^{(e, a)}$, которое определяется на основании (9) и следующего соотношения:

$$\begin{aligned} \Phi_{\overline{0, T}}^{(e, a)} &= c_{\overline{0, T}}^{(e, a)}(\overline{0, T}, w_0) = F_{\overline{0, T}}^{(e, a)} = \\ &= c_{\overline{T-1, T}}^{(e)}(\overline{T-1, T}, w_a^{(e)}(T-1)) = F_{\overline{T-1, T}}^{(e)} = \\ &= \min_{\bar{u}(\cdot) \in \bar{U}(\overline{T-1, T}, w_a^{(e)}(T-1))} F_{\overline{T-1, T}}(\phi_{\overline{T-1, T}}(T; \bar{x}(T-1), \bar{u}(\cdot))) \end{aligned} \quad (15)$$

будем называть *оптимальным значением результата процесса адаптивного управления* менеджера P на промежутке времени $\overline{0, T}$ для дискретной динамической системы (1) – (6), (9) относительно его начальной позиции w_0 и функционала $\Phi_{\overline{0, T}}$.

При этом соотношение, аналогичное (15), определяет оптимальное значение результата процесса адаптивного управления менеджера P и на любом промежутке времени $\overline{\vartheta, T} \subset \overline{0, T}$.

Далее, пусть $\bar{u}^{(e)}(\cdot) \in \bar{U}_{\vartheta, \bar{T}}^{(e)}(\overline{0, T}, w_0)$, т. е. является оптимальным программным управлением менеджера P , на целочисленном промежутке времени $\overline{0, T}$. Тогда для стратегии оптимального адаптивного управления $\bar{U}_a^{(e)} = \bar{U}_a^{(e)}(w(t)) \in \bar{U}_a^*$, $w(t) = \{t, \bar{x}(t)\} \in$

$\in \hat{W}(t), t \in \overline{0, T-1}, (w(0) = w_0)$ менеджера P , которая удовлетворяет соотношениям (12) – (14) и любой допустимой реализации $(T-1)$ -позиции $w(T-1) = \{t, \bar{x}(T-1)\} \in \hat{W}(T-1)$ таковой, что для нее выполняется условие: $(\bar{x}(T-1) \in X(T-1; \overline{0, T}, w_0, \bar{U}_a^{(e)})) \wedge (\bar{x}(T-1) \neq \bar{x}^{(e)}(T-1) = \phi_{\overline{0, T-1}}(T-1; \bar{x}_0, \bar{u}_{T-1}^{(e)}(\cdot)))$, на основании (9) – (10), (14) – (16) следует справедливость следующих соотношений:

$$\begin{aligned} \Phi_{\overline{T-1, T}}(w(T-1), \bar{u}^{(e)}(T-1)) &= F_{\overline{T-1, T}}(\phi_{\overline{T-1, T}}(T; \bar{x}(T-1), \bar{u}^{(e)}(T-1))) \geq \\ &\geq c_{\overline{T-1, T}}^{(e)}(\overline{T-1, T}, w(T-1)) = \Phi_{\overline{T-1, T}}^{(e)} = \Phi_{\overline{0, T}}^{(e, a)} = \\ &= c_{\overline{T-1, T}}^{(e, a)}(\overline{T-1, T}, w(T-1)) = F_{\overline{0, T}}^{(e, a)} \end{aligned} \quad (16)$$

где $\bar{u}_{T-1}^{(e)}(\cdot) = \{\bar{u}^{(e)}(t)\}_{t \in \overline{0, T-1}}$; $\bar{x}(T) = \phi_{\overline{T-1, T}}(T; \bar{x}(T-1), \bar{u}^{(e)}(T-1))$.

Из соотношений (16) следует, что результат решения задачи 2 может только улучшить результат решения задачи 1 в ситуациях, когда по ходу реализации рассматриваемого процесса управления, реальная реализация фазового вектора системы (1) отлична от фазового вектора, который соответствует выбранному оптимальному программному управлению, т. е. адаптивное управление рассматриваемым процессом оптимизации управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка более эффективно для менеджера P по сравнению с его программным управлением.

На основе разработанного формализованного описания задачи оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка, а также конструктивной общей схемы решения сформулированной соответствующей задачи 2, можно разрабатывать численные алгоритмы и реализовать компьютерное моделирование поиска решения этой задачи.

5. Результаты компьютерного моделирования решения задачи оптимального адаптивного управления

Предлагаемая динамическая экономико-математическая модель (1)–(6), (9) позволяет оптимизировать процесс управления численностью персонала и установить оптимальные нормативы продаж продуктов розничного блока с точки зрения влияния данного мероприятия на динамику портфелей розничных продуктов и прибыли розничного блока. Алгоритм решения поставленной задачи динамического экономико-математического моделирования рассматриваемым процессом стал основой для разработки компьютерной моделирующей системы. Моделирующая система разработана в программной среде Delphi 7 и дает возможность осуществить выбор оптимального решения для рассматриваемой управленческой задачи при различных входящих данных, определяющих ресурсы управления.

Рассмотрим результаты компьютерного моделирования задачи оптимального адаптивного управления численностью сотрудников розничного блока банка и системой их продаж на конкретном практическом примере, являющемся частным случаем общей модели.

Пусть число банковских продуктов $n = 8$, количество категорий сотрудников $m = 7$, период применения управляющего воздействия $\tau = 6$ (мес.) и целочисленный промежуток реализации процесса управления $\overline{1,18}$.

Заданы начальные значения следующих параметров:

$$\begin{aligned}
 x(0) &= (140000000, 155000000, 35000000, \\
 &42000000, 300000000, 70000000, \\
 &140000000, 80000000); \\
 y(0) &= (1636, 215, 250, 155, 42, 35, 1830); \\
 H &= (10.75, 5.0, 13.0, 6.2, 5.0, 7.0, 8.0, 3.0); \\
 S &= (150, 1827, 720, 38, 280, 68, 340, 50); \\
 u(0) &= (0, 0, 0, 0, 0, 0);
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= (60, 70, 40, 56, 52, 58, 40); \\
 r &= (13.0, 10.4, 12.0, 15.2, 10.0, 6.0, 9.2, 9.6); \\
 c &= (10.0, 10.0, 10.0, 10.0, 8.0, 0.1, 9.0, 0.1); \\
 q &= 900000.
 \end{aligned}$$

Для каждого $t \in \overline{1,18}$ множество $U_1(\tau)$ в ограничении (2) состоит из трех векторов управления $u(t)$ и множество $A_1(\tau)$ из трех матриц нормативов продаж, вид каждой из них представлен на рис. 1–3.

6	8	6	23	23	4	28	0
0	22	0	0	0	0	0	0
6	12	0	23	23	4	0	0
6	12	0	23	23	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	315
0	19	6	0	0	0	0	0
0	0	0	23	23	27	28	0

Рис. 1. Матрица $A^{(1)}(\tau)$
Fig. 1. Array $A^{(1)}(\tau)$

19	3	6	23	23	4	28	0
0	22	0	0	0	0	0	0
30	3	0	23	23	4	0	0
30	3	0	23	23	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	315
0	3	47	0	0	0	0	0
0	0	0	23	23	27	28	0

Рис. 2. Матрица $A^{(2)}(\tau)$
Fig. 2. Array $A^{(2)}(\tau)$

6	3	6	23	23	12	28	0
0	22	0	0	0	0	0	0
6	3	0	23	23	21	0	0
6	3	0	23	23	21	0	0
0	0	0	0	0	0	0	315
0	3	47	0	0	0	0	0
0	0	0	23	23	27	28	0

Рис. 3. Матрица $A^{(3)}(\tau)$
Fig. 3. Array $A^{(3)}(\tau)$

Пример 1. Результаты компьютерного моделирования решения задачи оптимального адаптивного управления численностью сотрудников розничного блока банка и системой их продаж на промежутке времени $\overline{1,18}$ представлены в табл. 1–2 и на рис. 4.

Для данных реализаций управлений значение векторного функциона-

ла (10) является минимальным и равно $\Phi_{0,18}^{(e)} = 0.5231$.

Пример 2. Пусть в период времени $\vartheta = 1$ вектор $x(\vartheta)$ имеет вид: $x(1) = (500000000, 350000000, 1300000000, 1100000000, 3600000000, 200000000, 2000000000, 500000000)'$. При этом в силу экономических условий вектор процентных доходов также из-

Таблица 1. Реализация оптимального адаптивного управления вводом численности сотрудников

Table 1. Optimal implementation of adaptive control of the number of employees

$u^{(e)}(\tau_i)$	τ_i	0	1	2
$u_1^{(e)}(\tau_i)$		0	163	-179
$u_2^{(e)}(\tau_i)$		0	-21	-19
$u_3^{(e)}(\tau_i)$		0	25	27
$u_4^{(e)}(\tau_i)$		0	15	-17
$u_5^{(e)}(\tau_i)$		0	4	4
$u_6^{(e)}(\tau_i)$		0	3	3
$u_7^{(e)}(\tau_i)$		0	187	-201

Таблица 2. Реализация оптимального адаптивного реализация управления нормативами продаж сотрудников

Table 2. Optimal implementation of adaptive control of employee sales standards

τ_i	0	1	2
$A^{(e)}(\tau_i)$	$A^{(1)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$

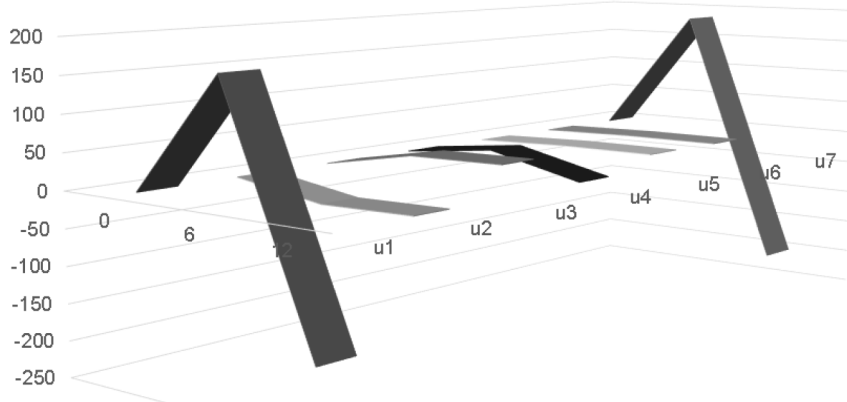


Рис. 4. Реализация управляющего воздействия численностью сотрудников
 Fig. 4. Implementation of the control action by the number of employees

менился и имеет вид: $r=(13.0,8.0,4.0,15.2, 10.0,6.0,9.2,9.6)'$

Тогда на промежутке времени $\bar{6},18$ оптимальными будут следующие управляющие воздействия.

Для данных реализаций управлений значение векторного функционала (10) равно $\Phi_{0,18}^{(e)}=0.5711$, при этом значение данного функционала без адаптации (при реализации сформиро-

ванного программного управления) составляет $\Phi_{0,18} = 0.5845$.

Пример 3. Рассмотрим пример, когда аналогичное значение фазового вектора наблюдается в период времени $\vartheta=2$, т.е. вектор $x(\vartheta)$ имеет вид: $x(2)=(500000000, 350000000, 1300000000, 1100000000, 3600000000, 200000000, 200000000, 500000000)'$. При этом в силу экономических условий

Таблица 3. Реализация оптимального адаптивного управления вводом численности сотрудников

Table 3. Optimal implementation of adaptive control of the number of employees

$u^{(e)}(\tau_i)$	τ_i	1	2
$u_1^{(e)}(\tau_i)$		-163	-147
$u_2^{(e)}(\tau_i)$		-21	-19
$u_3^{(e)}(\tau_i)$		25	-27
$u_4^{(e)}(\tau_i)$		-15	-14
$u_5^{(e)}(\tau_i)$		4	4
$u_6^{(e)}(\tau_i)$		-3	-3
$u_7^{(e)}(\tau_i)$		183	-201

Таблица 4. Реализация оптимального адаптивного управления нормативами продаж сотрудников

Table 4. Optimal implementation of adaptive control of employee sales standards

τ_i	1	2
$A^{(e)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$

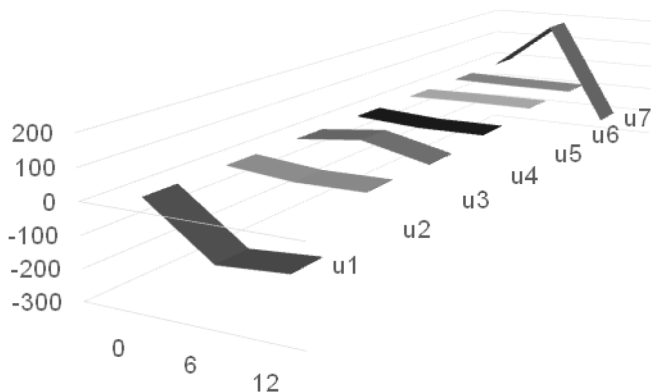


Рис. 5. Реализация управляющего воздействия численностью сотрудников
 Fig. 5. Implementation of the control action by the number of employees

вектор процентных доходов также изменился и имеет вид: $r = (13.0, 8.0, 4.0, 15.2, 10.0, 6.0, 9.2, 9.6)'$.

Тогда на промежутке времени $\overline{12,18}$ оптимальными будут следующие управляющие воздействия:

Для данных реализаций управлений значение векторного функционала (10) равно $\Phi_{12,18}^{(e,a)} = 1.1122$, при этом значение данного функционала без адаптации (при

реализации сформированного программного управления) составляет $\Phi_{12,18} = 1.1333$.

Пример 4. Рассмотрим модификацию примера 2 – после реализации оптимального адаптивного управления согласно данным табл. 3, в период времени $\vartheta = 2$ измеряется состояние вектора $x(\vartheta)$: $x(2) = (100000000, 200000000, 200000000, 92458325, 397735842, 150626050, 284568330, 45682326)'$.

Таблица 5. Реализация оптимального адаптивного управления вводом численности сотрудников

Table 5. Optimal implementation of adaptive control of the number of employees

$u^{(e)}(\tau_i)$	τ_i	2
$u_1^{(e)}(\tau_i)$		-179
$u_2^{(e)}(\tau_i)$		-19
$u_3^{(e)}(\tau_i)$		-27
$u_4^{(e)}(\tau_i)$		-17
$u_5^{(e)}(\tau_i)$		4
$u_6^{(e)}(\tau_i)$		-3
$u_7^{(e)}(\tau_i)$		201

Таблица 6. Реализация оптимального адаптивного управления нормативами продаж сотрудников

Table 6. Optimal implementation of adaptive control of employee sales standards

τ_i	2
$A^{(e)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$

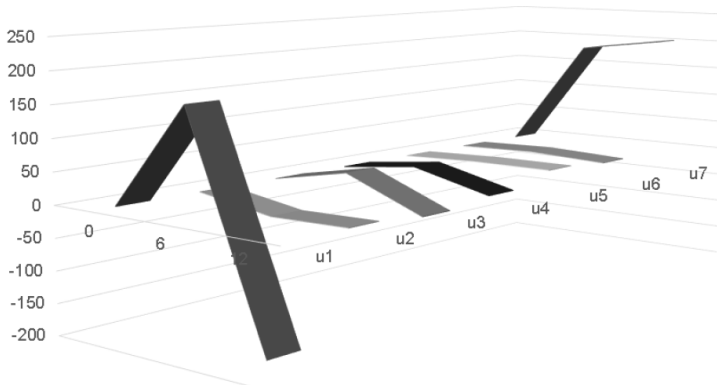


Рис. 6. Реализация управляющего воздействия численностью сотрудников
 Fig. 6. Implementation of the control action by the number of employees

Тогда на промежутке времени 12,18 оптимальными будут следующие управляющие воздействия.

Для данных реализаций управлений значение векторного функционала (10) равно $\Phi_{12,18}^{(e,a)} = 0.9079$, при этом значение данного функционала без адаптации (при реализации сформированного программного управления) составляет $\Phi_{12,18} = 0.9156$.

Для рассматриваемой динамической системы (1)–(6), (9) оптимальной является траектория, отвечающая оптимальному адаптивному управлению, для которой значение заявленного критерия качества реализации рассматриваемого процесса в финальный момент времени является минимальным по сравнению с аналогичными значениями для других допустимых про-

Таблица 7. Реализация оптимального адаптивного управления вводом численности сотрудников

Table 7. Optimal implementation of adaptive control of the number of employees

$u^{(e)}(\tau_i)$	τ_i	2
$u_1^{(e)}(\tau_i)$		-147
$u_2^{(e)}(\tau_i)$		-19
$u_3^{(e)}(\tau_i)$		27
$u_4^{(e)}(\tau_i)$		-14
$u_5^{(e)}(\tau_i)$		4
$u_6^{(e)}(\tau_i)$		-3
$u_7^{(e)}(\tau_i)$		201

Таблица 8. Реализация оптимального адаптивного управления нормативами продаж сотрудников

Table 8. Optimal implementation of adaptive control of employee sales standards

τ_i	2
$A^{(e)}(\tau_i)$	$A^{(2)}(\tau_i)$

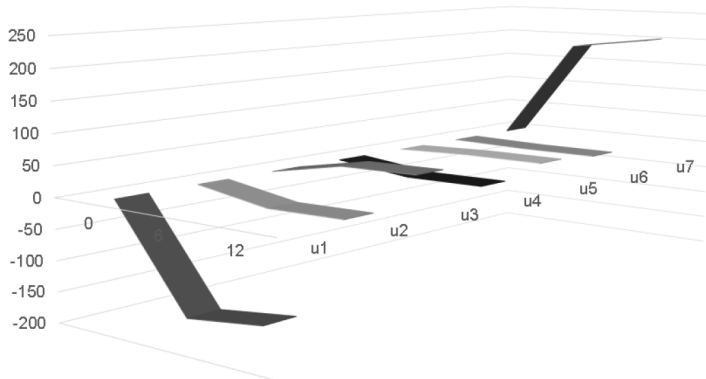


Рис. 7. Реализация управляющего воздействия численностью сотрудников
 Fig. 7. Implementation of the control action by the number of employees

граммных управлений и соответствующих им траекторий.

6. Заключение

В представленной работе рассмотрены основные этапы создания новой динамической экономико-математической модели и методики оптимального адаптивного управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока. На основании компьютерного моделирования с помощью разработанной компьютерной программной системы получены результаты оптимальных решений для различных вариантов практических примеров. Произведен анализ результатов и их графическая иллюстрация.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что применение оптимального адаптивно-

го управления численностью сотрудников и системой продаж розничного блока банка в рамках рассматриваемой экономико-математической модели дает более эффективный результат с точки зрения выбранного критерия качества – Cost Income Ratio розничного блока банка – по сравнению с применением программного управления данным процессом. Гипотеза исследования доказана.

Полученные в статье результаты могут быть использованы для решения актуальных задач экономико-математического моделирования сложных динамических процессов практической экономики и разработки инструментальных компьютерных программных систем поддержки принятия решений в коммерческих банках и других сферах.

Список использованных источников

1. Родин Д. Я., Глухих Л. В. Развитие банковских инноваций, основанных на оптимизации бизнес-процессов коммерческого банка // Дайджест-финансы. 2013. № 9 (225). С. 46–54.
2. Смолякова Н. В. Оптимизация банковских бизнес-процессов и оценка их эффективности // Экономика: теория и практика. 2019. № 1 (53). С. 36–40.
3. Лантырев Д. А. Система управления финансовыми ресурсами банка: Процессы – задачи – модели – методы. М.: БДЦ-пресс, 2005. 295 с.
4. Рапопорт Б. М. Оптимизация управленческих решений. М.: ТЕИС, 2001. 264 с.
5. Al-Fedaghi S. S., BehBehani M. Thinking machine applied to information leakage // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2018. Vol. 9, Issue 9. Pp. 101–110. DOI: 10.14569/IJACSA.2018.090914.
6. Al-Fedaghi S. S., BehBehani M. Modeling banking processes // 2018 International Conference on Information and Computer Technologies. ICICT 2018. IEEE, 2018. Pp. 40–46. DOI: 10.1109/INFOCT.2018.8356838.
7. Calabrese R., Elkink J. A., Giudici P. S. Measuring bank contagion in Europe using binary spatial regression models // Journal of the Operational Society. 2017. Vol. 68, Issue 12. Pp. 1503–1511. DOI: 10.1057/s41274-017-0189-4.
8. Mikhaylov A. M., Petrov N. A. Features of Digital Transformation of Modern Banking Transactions // Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Vol. 133. Pp. 673–681. DOI: 10.1007/978-3-030-47458-4_77.
9. Serengil S. I., Ozpinar A. Workforce Optimization for Bank Operation Centers: A Machine Learning Approach // International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. 2017. Vol. 4, No. 6. Pp. 81–87. DOI: 10.9781/ijimai.2017.07.002.
10. Борисевич А. В. Бизнес-моделирование как инструмент управления организацией // Проблемы управления. 2019. № 9 (71). С. 21–24.
11. Исаев Р. А. Методика описания (структуризации) бизнес-процессов коммерческого банка и ее практическое применение // Управление в кредитной организации. 2008.

№ 4 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.reglament.net/bank/mng/2008_4_article.htm.

12. Муравьёва А. А., Пожидаев Р. Г. Совершенствование бизнес-процессов: задачи будущих исследований // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2013. № 2. С. 145–152.

13. Альбрехт Э. Г. О динамических моделях макроэкономики // Информационные технологии в экономике: теория, модели и методы: сб. науч. тр. Екатеринбург: УрГЭУ, 2005. 254 с.

14. Попова Т. М. Математическая модель ликвидности банка // Альманах современной науки и образования. 2016. № 4 (106). С. 97–100.

15. Подлужный С. С., Кругликов С. В. Экономико-математическая модель построения оптимального кредитного портфеля коммерческого банка // Экономика и предпринимательство. 2016. № 2–2 (67–2). С. 371–374.

16. Семенчин Е. А., Шаталова А. Ю. Математическая модель максимизации прибыли, получаемой банком за счет реализации инвестиционных проектов // Фундаментальные исследования. 2012. № 6–1. С. 258–262.

17. Селютин В. В., Месропян К. Э. Математическая модель банка как инструмент анализа ликвидности и стресс-тестирования // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики: материалы VIII Международной науч.-практ. конф. Санкт-Петербург: РАНХиГС при Президенте РФ, 2016. Т. 1. С. 153–159.

18. Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O., Goncharova N., Nevolina A. Analysis of Simulation Modeling Systems Illustrated with the Problem of Model Design for the Subject of Technological Logistics (WIP) // Society for Modeling & Simulation International (SCS). 2015 Summer Simulation Multi-Conference (SummerSim'15). Simulation Series. 2015. Vol. 47, Issue 10. Pp. 345–348.

19. Aksyonov K., Antonova A., Goncharova N. Choice of the Scheduling Technique Taking into Account the Subcontracting Optimization // Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems. SIRS2017. Advances in Intelligent Systems and Computing / Edited by S. M. Thampi, S. Krishnan, J. M. Corchado Rodriguez, S. Das, M. Wozniak, D. Al-Jumeily. Vol. 678. Springer, Cham., 2018. Pp. 297–304. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-67934-1_26.

20. Фурса А. А. Методы оценки достаточности численности персонала по обслуживанию клиентов физических лиц в подразделениях коммерческого банка // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Экономические науки». 2011. № 2. С. 160–163.

21. Babenko V. O. Modelling of factors affecting innovational agricultural activity of enterprises AIC in Ukraine // Scientific Bulletin Polissia. 2017. No. 1 (9). Pp. 115–121. DOI: 10.25140/2410-9576-2017-2-2(10).

22. Виноградова Е. Ю. Модель управления развитием хозяйствующего субъекта для решения задач многоцелевой оптимизации планирования и управления // Сибирская финансовая школа. 2012. № 2. С. 94–100.

23. Filippova A. S. Economic-mathematical modeling of a multi-criteria optimization management problem of a retail unit of a commercial bank // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2019. Т. 14. № 1. С. 93–109. DOI: 10.17072/1994-9960-2019-1-93-109.

24. Шориков А. Ф., Филиппова А. С. Применение динамического экономико-математического моделирования для решения задачи оптимизации процесса управления численным составом кадровых ресурсов банковской организации // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2017. Т. 16, № 5. С. 779–802. DOI: 10.15826/vestnik.2017.16.5.038.

25. Шориков А. Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997. 242 с.

26. Шориков А. Ф. Методология моделирования многоуровневых систем: иерархия и динамика // Прикладная информатика. 2006. № 1. С. 136–141.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шориков Андрей Федорович

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики УралЭНИН Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); ORCID 0000-0003-1255-0862; e-mail: afshorikov@mail.ru.

Филиппова Анна Сергеевна

Руководитель проектов ПАО «Сбербанк России», г. Москва, Россия (119361, г. Москва, Кутузовский проспект, 32, корп. 1); ORCID 0000-0003-3223-7849; e-mail: filippova-as@yandex.ru.

Тюлюкин Владимир Александрович

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург, Россия (620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45); ORCID 0000-0001-5163-4298; e-mail: tul@mail.ru.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 18-01-00544 «Задачи достижимости, управления, оценивания в динамических системах с импульсным управлением и неопределенностью».

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Шориков А. Ф., Филиппова А. С., Тюлюкин В. А. Оптимальное адаптивное управление численностью сотрудников и системой продаж банка // Journal of Applied Economic Research. 2020. Т. 19, № 3. С. 348–369. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.017.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 10 июня 2020 г.; дата поступления после рецензирования 16 июля 2020 г.; дата принятия к печати 20 августа 2020 г.

Optimal Adaptive Control of Employees Number and Sales System of the Bank

A. F. Shorikov¹  , A. S. Filippova² , V. A. Tyulyukin³ 

¹Ural Federal University
named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

²Sberbank of Russia PJSC,
Moscow, Russia

³Urals State University of Economics,
Ekaterinburg, Russia

 afshorikov@mail.ru

Abstract. Significant changes taking place in both the global and Russian banking systems require an immediate response from market participants to emerging challenges. Reducing decision-making time forces any commercial Bank to digitalize and automate all key front-and back-office processes. Currently, most management decisions in banking are made either by experts or on the basis of one-time calculations of the economic efficiency of individual projects, which does not allow rapid and high-quality scenario analysis of the development of the situation in various market conditions. The purpose of the research is to develop a new dynamic controlled economic and mathematical model, a new method for optimal adaptive management of the process in question and to implement its instrumental computer software system. The hypothesis of this study is that the use of a new dynamic controlled economic and mathematical model, as well as the new above-mentioned methodology, would increase the efficiency of this process in terms of the selected quality criterion in comparison with the results of program control. The novelty of this article is the development of a new deterministic dynamic economic and mathematical model for making optimal adaptive management decisions by the Bank, the method of its solution developed by the authors, and the creation of an appropriate modeling computer software package. The paper presents the main stages of creating the proposed discrete controlled dynamic economic and mathematical model in the presence of a given quality criterion-Cost Income Ratio of the Bank's Retail unit. Using a real-life example, an algorithm for solving the problem of adaptive control optimization is presented; computer modeling of their formation is implemented for all the results obtained, and the analysis of the obtained variants of optimal solutions is carried out. Based on the proposed dynamic model, it is possible to solve other problems of optimizing software and adaptive management of processes that determine banking activities and develop automated information systems for implementing support for managerial decision-making in this area.

Key words: adaptive management; vector process optimization; dynamic modeling; efficiency improvement; banking processes.

JEL C02, C32, G21

References

1. Rodin, D. Ia., Glukhikh, L.V. (2013). Razvitie bankovskikh innovatsii, osnovannykh na optimizatsii biznes-protsessov kommercheskogo banka [Development of banking innovations based on business process optimization at a commercial bank]. *Daidzhest-finansy (Digest Finance)*, No. 9 (225), 46–54 (In Russ.).

2. Smolyakova, N. V. (2019). Optimizatsiia bankovskikh biznes-protsesov i otsenka ikh effektivnosti [Optimization of banking business processes: Effectiveness assessment]. *Ekonomika: teoriia i praktika [Economics: Theory and Practice]*, No. 1 (53), 36–40 (In Russ.).
3. Lapyrev, D. A. (2005). Sistema upravleniia finansovymi resursami banka: Protsesty – zadachi – modeli – metody [A system of financial resource management at a bank: Processes – Tasks – Models- Methods]. Moscow, BDTs-press (In Russ.).
4. Rapoport, B. M. (2001). *Optimizatsiia upravlencheskikh reshenii [Optimization of managerial decisions]*. Moscow, TEIS (In Russ.).
5. Al-Fedaghi, S. S., BehBehani, M. (2018). Thinking machine applied to information leakage. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 9, Issue 9, 101–110. DOI: 10.14569/IJACSA.2018.090914.
6. Al-Fedaghi, S. S., BehBehani, M. (2018). Modeling banking processes. *2018 International Conference on Information and Computer Technologies. ICICT 2018*. IEEE, 2018, 40–46. DOI: 10.1109/INFOCT.2018.8356838.
7. Calabrese, R., Elkind, J. A., Giudici, P. S. (2017). Measuring bank contagion in Europe using binary spatial regression models. *Journal of the Operational Society*, Vol. 68, Issue 12, 1503–1511. DOI: 10.1057/s41274-017-0189-4.
8. Mikhaylov, A. M., Petrov, N. A. (2020). Features of Digital Transformation of Modern Banking Transactions. *Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 133, 673–681. DOI: 10.1007/978-3-030-47458-4_77.
9. Serengil, S. I., Ozpinar, A. (2017). Workforce Optimization for Bank Operation Centers: A Machine Learning Approach. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, Vol. 4, No. 6, 81–87. DOI: 10.9781/ijimai.2017.07.002.
10. Borisevich, A. V. (2019). Biznes-modelirovanie kak instrument upravleniia organizatsiei [Business modeling as an instrument of organization management]. *Problemy upravleniia [Problems of Management]*, No. 9 (71), 21–24 (In Russ.).
11. Isaev, R. A. (2008). Metodika opisaniia (strukturizatsii) biznes-protsesov kommercheskogo banka i ee prakticheskoe primenenie [A method of describing (structuring) business processes at a commercial bank and its application]. *Upravlenie v kreditnoi organizatsii [Management at a credit organization]*, No 4. Available at: http://www.reglament.net/bank/mng/2008_4_article.htm (In Russ.).
12. Muravyeva, A. A., Pozhidaev, R. G. (2013). Sovershenstvovanie biznes-protsesov: zadachi budushchikh issledovaniy [Improvement of business processes: Tasks for future research]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie (Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management)*, No. 2, 145–152 (In Russ.).
13. Albrekht, E. G. (2005). O dinamicheskikh modeliyakh makroekonomiki metody [Dynamic models of macroeconomics]. *Informatsionnye tekhnologii v ekonomike: teoriia, modeli [Information Technologies in Economics: Theory, Models]*. Ekaterinburg, USUE (In Russ.).
14. Popova, T. M. (2016). Matematicheskaya model likvidnosti banka (Mathematical model of bank liquidity). *Almanakh sovremennoi nauki i obrazovaniia [Almanac of modern science and education]*, No. 4 (106), 97–100 (In Russ.).
15. Podluzhnyi, S. S., Kruglikov, S. V. (2016). Ekonomiko-matematicheskaya model' postroeniia optimalnogo kreditnogo portfelia kommercheskogo banka [Economic and mathematical model of building an optimal credit portfolio of a commercial bank]. *Ekonomika i predprinimatelstvo (Journal of Economy and entrepreneurship)*, No. 2–2 (67–2), 371–374 (In Russ.).
16. Semenchin, E. A., Shatalova, A. Iu. (2012). Matematicheskaya model maksimizatsii pribyli, poluchaemoi bankom za schet realizatsii investitsionnykh proektov (Mathematical model of profit maximization, received by the bank through the implementation of investment projects). *Fundamentalnye issledovaniia (Fundamental Research)*, No. 6–1, 258–262 (In Russ.).
17. Seliutin, V. V., Mesropian, K. E. (2016). Matematicheskaya model banka kak instrument analiza likvidnosti i stress-testirovaniia [Mathematical model of a bank as an instrument for

analyzing liquidity and stress testing]. *Proceedings of 8th international scientific conference Gosudarstvo i biznes. Sovremennye problemy ekonomiki [The State and Business. Modern Problems of Economics]*, St Petersburg, RANEP, Vol. 1, 153–159 (In Russ.).

18. Aksyonov, K., Bykov, E., Aksyonova, O., Goncharova, N., Nevolina, A. (2015). Analysis of Simulation Modeling Systems Illustrated with the Problem of Model Design for the Subject of Technological Logistics (WIP). *Society for Modeling & Simulation International (SCS). 2015 Summer Simulation Multi-Conference (SummerSim'15). Simulation Series*, Vol. 47, Issue 10, 345–348.

19. Aksyonov, K., Antonova, A., Goncharova, N. (2018). Choice of the Scheduling Technique Taking into Account the Subcontracting Optimization. *Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems. SIRS2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Edited by S. M. Thampi, S. Krishnan, J. M. Corchado Rodriguez, S. Das, M. Wozniak, D. Al-Jumeily. Vol. 678. Springer, Cham., 297–304. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-67934-1_26.

20. Fursa, A. A. (2011). Metody otsenki dostatochnosti chislennosti personala po obsluzhivaniyu klientov fizicheskikh lits v podrazdeleniyakh kommercheskogo banka (Methods of estimation of sufficiency of quantity of staff busy with serving individuals in commercial bank's departments). *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Ser. «Ekonomicheskie nauki» (SPbPU Journal. Economics)*. No. 2, 160–163 (In Russ.).

21. Babenko, V. O. (2017). Modelling of factors affecting innovational agricultural activity of enterprises AIC in Ukraine. *Scientific Bulletin Polissia*, No. 1 (9), Pp. 115–121. DOI: [10.25140/2410-9576-2017-2-2\(10\)](https://doi.org/10.25140/2410-9576-2017-2-2(10)) (In Russ.).

22. Vinogradova, E. Iu. (2012). Model upravleniya razvitiem khoziaistvuiushchego subyekt dlya resheniya zadach mnogotselevoi optimizatsii planirovaniya i upravleniya [A model of controlling the development of an organization for the sake of multi-purpose optimization of planning and management]. *Sibirskaya finansovaya shkola (Siberian Financial School)*, No. 2, 94–100 (In Russ.).

23. Filippova, A. S. (2019). Economic-mathematical modeling of a multi-criteria optimization management problem of a retail unit of a commercial bank. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Ekonomika» (Perm University Herald. Economics)*. Vol. 14, No. 1, 93–109. DOI: [10.17072/1994-9960-2019-1-93-109](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2019-1-93-109) (In Russ.).

24. Shorikov, A. F., Filippova, A. S. (2017). Primenenie dinamicheskogo ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya dlya resheniya zadachi optimizatsii protsess upravleniya chislennym sostavom kadrovyykh resursov bankovskoi organizatsii (Application of Dynamic Economic-Mathematical Modeling for Solving the Problem of Optimization the Process of Managing the Number of Employees of the Banking Organization). *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie (Bulletin of Ural Federal University. Economics and Management)*, Vol. 16, No. 5, 779–802. DOI: [10.15826/vestnik.2017.16.5.038](https://doi.org/10.15826/vestnik.2017.16.5.038) (In Russ.).

25. Shorikov, A. F. (1997). *Minimaksnoe otsenivanie i upravlenie v diskretnykh dinamicheskikh sistemakh [Minimax estimation and control in discrete dynamical systems]*. Ekaterinburg, Ural University, 242 p. (In Russ.).

26. Shorikov, A. F. (2006). Metodologiya modelirovaniya mnogourovnevnykh sistem: ierarkhiya i dinamika [A methodology of modeling multilevel systems: Hierarchy and dynamics]. *Prikladnaya informatika (Applied Informatics)*, No. 1, 136–141 (In Russ.).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Shorikov Andrey Fyodorovich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Applied Mathematics, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); ORCID 0000-0003-1255-0862; e-mail: afshorikov@mail.ru.

Filippova Anna Sergeevna

Project Manager, Sberbank of Russia, Moscow, Russia (119361, Moscow, Kutuzovsky Prospekt, 32k1); ORCID 0000-0003-3223-7849; e-mail: filippova-as@yandex.ru.

Tyulyukin Vladimir Alexandrovich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Business Informatics, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia (620144, Ekaterinburg, 8 Marta street/Narodnaya Volya, 62/45); ORCID 0000-0001-5163-4298; e-mail: tul@mail.ru.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Russian Basic Research Foundation, project No. 18-01-00544 «Problems of attainability, control, estimation in dynamical systems with impulse control and uncertainty».

FOR CITATION

Shorikov A. F., Filippova A. S., Tyulyukin V. A. Optimal Adaptive Control of Employees Number and Sales System of the Bank. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, No. 3, 348–369. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.017.


ARTICLE INFO

Received June 10, 2020; Revised July 16, 2020; Accepted August 20, 2020.



Масштабы несоответствия образовательного уровня работников сельскому рынку труда

С. Д. Капелюк  , Е. Н. Лищук 

Сибирский университет потребительской кооперации,
г. Новосибирск, Россия
 skapelyuk@bk.ru

Аннотация. В статье исследуется проблема несоответствия полученного образования и должности среди работников, проживающих в сельской местности. Цель статьи в оценке масштабов недоиспользования образовательного потенциала работников в сельской местности и выявлении наиболее распространенных должностей для работников, недостаточно использующих свой потенциал. Гипотеза исследования: на сельском рынке труда не в полной мере востребованы образовательные компетенции специалистов. В качестве информационной базы исследования использованы микроданные Обследования рабочей силы Росстата за 2012–2018 гг. Для выявления несоответствия применялась самооценка респондентами соответствия их работы полученной специальности. Для оценки недоиспользования образования нами предложен комбинированный подход, сочетающий самооценку респондентов и оценку формального соответствия между образованием и должностью на основе Общероссийского классификатора занятий. Анализ проведен по уровням образования: высшее и среднее профессиональное. В работе показано, что среди сельского населения продолжается рост доли занятых как с высшим, так и средним профессиональным образованием. Выявлено, что масштабы несоответствия образовательного уровня работников на селе намного значительнее по сравнению с городскими жителями. Для детализированного анализа авторами использованы данные о текущей должности респондентов. В результате установлено, что масштабы и вид несоответствия, а также занимаемая должность на текущий момент зависят от полученной специальности по диплому. Установлено недоиспользование образования у 65% сельских жителей, работающих не по профессии, но имеющих высшее образование; и у 74% – имеющих среднее профессиональное образование (вертикальное несоответствие). Наряду с этим у 77% квалифицированных рабочих в сельской местности отмечено горизонтальное несоответствие, при котором имеется отличие по специальности, требуемое для данной профессии. Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что они могут быть использованы при разработке государственной образовательной политики, в частности при определении перечня востребованных на сельском рынке труда профессий, а также при разработке программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки для жителей сельской местности.

Ключевые слова: сельский рынок труда; занятость; трудоустройство; человеческий капитал; профессия; образовательно-профессиональное несоответствие; недостаточное образование; избыточное образование.

1. Актуальность исследования

Одной из важнейших тенденций начала XXI в. является стремительное повышение образовательного уровня

населения. Если в 1989 г. только 13,0% взрослого населения РСФСР имело высшее образование, то по микропереписи 2015 года уже 27,5% обладало дипло-

мом о высшем образовании. Не менее значительными темпами растет охват высшим образованием сельского населения – с 5,1 до 16,1 %¹.

Резкий рост образовательного уровня сельского населения ставит актуальные задачи перед всеми субъектами сельского рынка труда. Для определения приоритетов государственной поддержки социально-экономического развития села важно учитывать сдвиги в образовательной структуре населения; влияние изменения уровня образования на сельский рынок труда, динамику численности сельского населения. Перед исследователями встают вопросы: вызван ли рост популярности образования новыми требованиями, предъявляемыми рынком труда? Либо увеличение охвата высшим образованием вызвано потребностями самой молодежи? Являются ли востребованными специалисты с высшим образованием? Не ведет ли повышение образовательного уровня к увеличению миграционного оттока населения из сельской местности?

Традиционно в отечественной литературе дисбаланс на сельском рынке труда рассматривался с точки зрения нехватки квалифицированных работников [1–3]. Несмотря на стремительную образовательную экспансию нам известна только одна работа, в которой исследуется профессионально-образовательное несоответствие на сельском

¹ Показатели охвата высшим образованием лиц в возрасте 25 лет и старше рассчитаны нами на основе агрегированных данных переписи 1989 года и микропереписи 2015 года (Микроперепись населения 2015 // Росстат [Электронный ресурс]. URL: https://gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/micro-perepis/finish/micro-perepis.html (дата обращения: 19.03.2020); Всесоюзная перепись населения 1989 г. Распределение населения СССР и союзных республик по уровню образования и возрасту // Демоскоп Weekly [Электронный ресурс]. URL: http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/sng_edu_89.php?reg=2 (дата обращения: 19.03.2020)).

рынке труда России. В ней показано, что значительное число квалифицированных специалистов в сельской местности – более 30 % – занято на рабочих местах, требующих меньшего уровня квалификации [4]. Неисследованным остается вопрос, на какие рабочие места трудоустраиваются специалисты с неиспользованным образовательным потенциалом. Детальное изучение их сферы занятости позволит установить востребованность знаний и навыков, которые они приобрели при получении профессионального образования.

Цель статьи заключается в оценке масштабов недоиспользования образовательного потенциала работников в сельской местности и выявлении наиболее распространенных должностей для работников, не использующих свой потенциал.

Гипотеза исследования – на сельском рынке труда не в полной мере востребованы образовательные компетенции специалистов. Только часть из них трудоустраивается по специальности. Если соискатель испытывает сложности с трудоустройством по специальности, то в первую очередь он рассматривает вакансии, позволяющие реализовать полученные знания, умения и навыки, даже если работодателем заявлен к претенденту более низкий уровень образования.

2. Обзор литературы

Данная статья посвящена изучению феномена недоиспользования образования – одной из важнейших современных проблем в сфере труда и занятости. Следует отметить, что в литературе выделяют два типа образовательно-профессионального несоответствия: горизонтальное и вертикальное [5]. При горизонтальном несоответствии уровень образования работника соответствует занимаемой должности, но при

этом специальность полученного образования отличается от требуемой для данной профессии. При вертикальном несоответствии фактический уровень образования работника отличается от требуемого для занимаемой должности. Вертикальное несоответствие возникает при недостаточном или избыточном уровне образования. Примером недостаточного уровня образования является ситуация, когда специалист с дипломом о среднем профессиональном образовании работает главным бухгалтером в крупной корпорации. Пример избыточного: специалист с дипломом о высшем образовании работает продавцом. Именно последнее – избыточный уровень образования – мы рассматриваем в качестве недоиспользования образования.

Для определения недоиспользования образования применяют репрезентативные массивы данных (микроданные) по работникам, которые получены в результате выборочных обследований рабочей силы, либо обследований предприятий. Для определения наличия недоиспользования образования выделяют следующие подходы:

1) самооценка работниками соответствия между образованием и требований к образованию на занимаемой должности;

2) формальный анализ образования и должности работников (в том числе с использованием классификаторов профессий);

3) статистический анализ, основанный на определении среднего числа лет обучения для работников, занимающих каждую должность (предложен R. Verdugo и N. Verdugo [6]).

У каждого из подходов есть преимущества и недостатки. Как отмечает A. Chevalier, самооценка собственного соответствия или несоответствия представляет субъективную оценку

и исследователю нельзя полностью ей доверять [7]. По мнению J. Hartog, респонденты имеют склонность преувеличивать значимость своей должности, что приводит к завышению оценки требований для нее [8].

По мнению A. Chevalier, основным недостатком использования классификаторов профессий выступает то, что такой подход предполагает, что каждой должности соответствуют одинаковые требования к уровню образования на предприятиях любой отрасли и любого размера. В условиях стремительного технического прогресса и динамичных изменений внешней среды появляются новые профессии, которые не сразу включаются в классификаторы [7].

В качестве недостатка использования статистического анализа J. Hartog указывает то, что он основан не на технологических требованиях к должности, а на фактической ситуации с наймом, которая может быть искажена при наличии большого числа соискателей с избыточным образованием [8]. S. McGuinness с соавторами также критически оценивают данный подход и считают, что недоиспользованное образование определяется в большей степени по работникам, имеющим значительный стаж, в то время как технический прогресс меняет требования при найме [9]. Сопоставление различных подходов показывает, что при статистическом анализе масштабы недоиспользования образования намного ниже [10; 11].

Масштабы недоиспользования образования значительны во многих странах: Китай – 33,7 % [12]; США – 32,7 % [13]; 22 % [14]; 24,6 % [15]; Канада – 31 % [16]; Великобритания – 35 % [17]; Ирландия – 30 % [18]; Испания – 34 % [18]; Украина – 39,7 % [19]; Мексика – 29 % [20]; Япония – 27,1 % [21]; Тайвань – 45,8 % [11].

В работах, посвященных анализу масштабов недоиспользования в зависимости от специальности полученного образования, отмечалось, что эти различия весьма значительны. Так, в исследовании Е. Kelly и соавторов на данных Ирландии отмечено, что среди трудоустроенных выпускников вузов с гуманитарными специальностями доля устроившихся не по специальности составляет 46 %, а доля имеющих избыточный уровень образования – 23 %, в то время как для выпускников медицинских специальностей аналогичные показатели равны и составляют всего 2 % [22].

В статье F. Green и S. McIntosh с использованием данных по Великобритании наиболее высокие показатели недоиспользования образования выявлены для лиц с дипломами в сфере управления, бизнеса и социальных наук, наиболее низкие – в сфере информационных технологий и естественных наук [23]. В статье A. Rossen и соавторов, анализирующих данные по 21 стране Евросоюза, более высокие показатели недоиспользования образования получены для специалистов с дипломами в сфере услуг и в области естественных наук, более низкие – для инженеров, специалистов в области педагогики, медицины, информационных технологий [24].

В статье J. Robst наиболее высокие показатели недоиспользования в США отмечены для работников с дипломами в сфере социальных наук, филологии и многопрофильных программ (Liberal Arts); наиболее низкие – у работников с дипломами в сфере информационных технологий, медицины и библиотечного дела [25]. В работе D. Carroll и M. Tanі показано, что наиболее высокий избыточный уровень образования в Австралии наблюдается среди выпускников с дипломами в сфере

естественных наук, социальных наук и искусств (Arts and Social Sciences); наиболее низкий – у выпускников с медицинским, педагогическим и техническим образованием [26].

Результаты, полученные A. Kucel и соавторов по Японии, радикально отличаются от европейских стран и США. Наиболее высокие показатели недоиспользования образования выявлены у выпускников с дипломами в сфере точных наук и инженерных специальностей (34–36 %). У выпускников гуманитарных специальностей доля недоиспользования значительно ниже – 22 %. Самые низкие показатели выявлены опять же в медицине, но доля недоиспользования у выпускников медицинских специальностей в Японии существенно выше – 14,4 % [21]. Чтобы определить причины выявленных закономерностей, в указанной статье проведен более детальный анализ детерминантов недоиспользования образования на основе эконометрической модели [21]. К сожалению, представленная в статье интерпретация результатов модели ошибочна. Утверждается, что различия между специальностями исчезают после добавления фиктивных переменных, отражающих принадлежность к профессиональной группе. Между тем единственный вывод, который можно сделать, – нет значимых различий в вероятности занять должность не из всех профессиональных групп, а только из профессиональной группы, выбранной в качестве базовой (опорной). В данной статье базовой категорией стали профессии, основанные на физическом труде.

В литературе отмечается, что показатели недоиспользования выше для лиц, окончивших образовательные программы, ориентированных на развитие общеобразовательных навыков, и ниже для тех, кто освоил программы, раз-

вивающие специализированные, практико-ориентированные навыки [25; 24]. В работе D. Verhaest и R. van der Velden представлены результаты социологического опроса, проведенного в 13 европейских странах и Японии. Низкие показатели недоиспользования образования отмечены у выпускников специальностей с более высокими средними показателями качества и специализации. При этом усредненные на уровне страны показатели частично объясняют межстрановые различия в недоиспользовании образования [27].

Феномен недоиспользования образования на сельском рынке труда исследован недостаточно. В зарубежных исследованиях наличие избыточного образования зачастую рассматривается как негативная тенденция, отражающая депривацию населения на сельском рынке труда. Например, J. Bernard считает недоиспользование образования одним из восьми индикаторов депривации при анализе качества жизни сельского населения в Чехии [28]. В то же время проведенный нами анализ литературы выявил, что не во всех странах уровень недоиспользования образования на селе выше. Например, не было выявлено статистически значимых различий между городом и селом в исследованиях в Швейцарии [29], Канаде [30]. В других исследованиях недоиспользование образования на сельском рынке труда рассматривается как депривация отдельных групп населения. Подобные исследования фокусируются на наиболее уязвимых группах, таких как замужние женщины [31] или коренное население Канады [30].

Исследователи российского рынка труда отмечают значительную долю работающих не по специальности. В статье В. Е. Гимпельсона и соавторов по микроданным Обследования населения по проблемам занятости Росстата

за 2006 г. выявлены значительные масштабы несоответствия между полученной специальностью по диплому и текущим местом работы, а также массовое недоиспользование образования. Несоответствие определялось на основе сопоставления данных о полученной профессии, закодированной в соответствии с Общероссийским классификатором специальностей, и должности по месту работы, закодированной по Общероссийскому классификатору занятий. Среди обладателей высшего образования на работе, не требующей данного уровня образования, трудоустроено 25 %, а непосредственно по специальности работает от 1/3 до 1/2 (в зависимости от того, как определять соответствие работы специальности). Еще большее несоответствие выявлено для обладателей дипломов о среднем профессиональном образовании: недоиспользование отмечено у 50 %, оценка доли работающих по специальности варьируется от 18 до 30 %. Наибольшая доля работающих по специальности отмечена у представителей медицинских профессий. Избыточное образование распространено среди лиц с высшим образованием у специалистов в сфере сельского хозяйства и биологии; среди лиц со средним профессиональным образованием – у техников физических и инженерных профессий, специалистов в области естественных наук [32].

В другом исследовании на основе данных Российского мониторинга экономического положения и здоровья (РМЭЗ) НИУ ВШЭ за 2008 г. проанализирована самооценка работниками соответствия образования и выполняемой работы. Выявлено, что у 25 % российских работников – избыточное образование, у 10 % – недостаточное [33].

В работе Р. Капелюшникова на основе данных Обследования

населения по проблемам занятости за 1999 и 2008 гг. дана оценка недоиспользования образования в динамике. Недоиспользование образования оценивалось с использованием Общероссийского классификатора занятий на основе двух индикаторов. Первый индикатор представлял собой долю лиц с высшим и средним профессиональным образованием, занятых на рабочих местах, не требующих высокой квалификации. Второй индикатор рассчитан только для лиц с высшим образованием. Значение первого индикатора составило 43,2 % в 1999 г. и 31,5 % в 2008-м, второго – 17,8 % в 1999-м и 14,3 % в 2008-м. В работе даны осторожные оценки недоиспользования образования за более ранние годы, из которых следует, что недоиспользование образование существовало в поздний советский период и значительно возросло при переходе к рыночной экономике. Исходя из полученных результатов, сделан вывод о сокращении масштабов недоиспользования образования в 2000-е гг. [34].

В статье Н. Е. Кюи, выполненной на данных РМЭЗ за 2005 г., с использованием международного классификатора профессий ISCO показаны еще большие масштабы недоиспользования образования: 44,6 % у лиц с высшим образованием и 69,9 % у лиц со средним профессиональным образованием [35]. В статье М. Vasiakina и S. Robone, использующей данные РМЭЗ за 2010–2014 гг. и классификатор ISCO, также показаны значительные масштабы несоответствия. В то же время, согласно представленным результатам, горизонтальное несоответствие более распространено, чем вертикальное, а избыточное образование выявлено только у 15,4 % женщин и 19,6 % мужчин [36]. Значительное более низкие оценки объясняются тем, что в отличие от ра-

боты Н. Е. Кюи в рассматриваемой работе вертикальное несоответствие оценивалось с помощью статистического анализа (по методике R. Verdugo и N. Verdugo) [6].

По расчетам Е. Я. Варшавской, выполненных по данным Обследования населения по проблемам занятости за 2014 г., уровень недоиспользования образования среди работников с высшим образованием составил 26,6 %. При этом наиболее низкий уровень отмечен среди лиц с медицинскими специальностями – 14,7 %, наиболее высокий – среди лиц с дипломами аграрных и инженерных специальностей – 62,0 и 52,6 % [37]. По оценкам Е. Я. Варшавской и Е. С. Котырло, рассчитанным по данным организованного Росстатом Федерального наблюдения трудоустройства выпускников, получивших среднее профессиональное и высшее образование, за 2010–2015 гг. уровень недоиспользования образования среди выпускников с высшим инженерно-техническим образованием составил 42,6 %, высшим экономическим – 40,3 % [38]. В этой работе отмечается высокая доля выпускников-инженеров, работающих на должностях, соответствующих профессии, но не требующих высшего образования. Авторы предлагают два объяснения: начало карьерного пути с низших позиций на крупных промышленных предприятиях и внедрение современных технологий, требующих наличие профессиональных знаний на позициях, формально относящихся к квалифицированным рабочим [38].

В исследовании Т. Ю. Стукен, выполненном на данных Обследования рабочей силы за 2010–2015 гг., выборка ограничена выпускниками высших учебных заведений Сибирского федерального округа. В этой группе недоиспользование образование выяв-

лено у более чем 40% респондентов, наиболее высокие показатели также отмечены у выпускников сельскохозяйственных программ, наиболее низкие – у выпускников медицинских программ [39].

Заметим, что еще в 1990-е гг. исследователями отмечался нарастающий дисбаланс между ростом уровня образования сельской молодежи и структурой спроса на труд в России. По мнению Ю. В. Акатьева и И. А. Лысак, это уже тогда являлось основной причиной оттока из села наиболее образованной части молодого населения [40]. В работе Е. Я. Варшавской, по данным Обследования населения по проблемам занятости за 2015 г., показано, что доля специалистов, работающих не по специальности полученного образования на селе, весьма значительна, составляя 32,7% у специалистов с высшим образованием и 35,7% у специалистов со средним профессиональным образованием (для города аналогичные показатели составили 24,8 и 29,2%, соответственно). Наиболее высокие показатели недоиспользования выявлены у сельских работников с аграрным (43,6% у высшего и 57,5% у среднего профессионального образования), техническим (39,1 и 56,5%) и социально-гуманитарным образованием (39,2 и 23,8%), самые низкие – у работников с медицинским образованием (11,6 и 9,1%) [4].

3. Методология исследования

3.1. Информационная база исследования

Информационной базой исследования выступают данные Обследования рабочей силы Федеральной службы государственной статистики (Росстата). Это выборочное обследование населения, которое проводится Росстатом ежемесячно во всех регионах России. До 2017 г. методика обследования бы-

ла установлена Приказом Росстата от 21.12.2010 № 452, с июля 2017 г. – Приказом Росстата от 30.06.2017 № 445.

С 2017 г. обследование охватывает лиц в возрасте от 15 лет и старше (до 2017 г. возраст был ограничен диапазоном от 15 до 72 лет). Ежемесячная выборка составляет 77 тыс. чел. Обследование является репрезентативным как на общероссийском уровне, так и на уровне отдельных регионов. В частности, по уровню безработицы относительная стандартная ошибка выборки равна 1% по России в целом и 4–6% – на уровне региона².

Итоги обследования Росстат публикует в специальном бюллетене, а также использует как основу для расчета основных статистических показателей в сфере труда и занятости. В исследовании мы используем неагрегированные данные, а именно микроданные, представляющие базу с ответами на вопросы анкеты каждого респондента в отдельности. Микроданные размещены на официальном сайте Росстата в открытом доступе³. В целях расширения объема выборки, повышения репрезентативности и устранения фактора сезонности использованы ежегодные данные.

3.2. Методический подход

В нашей работе несоответствие образования занимаемой должности определяется исходя из самооценки респондента, на основе ответов на вопрос: «Связана ли Ваша работа с профессией (специальностью), полученной в об-

² Приказ Росстата от 30.06.2017 № 445 «Об утверждении Основных методологических и организационных положений по проведению выборочного обследования рабочей силы».

³ Микроданные выборочного обследования рабочей силы в 2017–2018 гг. // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: http://gks.ru/free_doc/new_site/population/trud/bd_ors/bd_ors2017-2018.sav (дата обращения: 21.04.2020).

разовательной организации?» Ответы «скорее нет» и «нет» мы фиксировали как несоответствие, ответы «скорее да» и «да» – как соответствие. Для оценки несоответствия образования мы учитываем только основное место работы.

Для определения типа выявленного несоответствия (горизонтальный или вертикальный) мы дополнительно привлекаем данные о специальности полученного образования, а также данные о должности по основному месту работы, закодированные на основе Общероссийского классификатора занятий (ОКЗ). Таким образом, применяемый нами подход к оценке недоиспользования образования является комбинированным, сочетающим субъективный подход – самооценку респондента – и объективный, учитывающий формальное соответствие между образованием и занимаемой должностью.

Преимущества нашего подхода заключаются в следующем:

1) возможность классификации выделенных несоответствий, позволяющей разделить их на горизонтальные и вертикальные, а внутри вертикальных выделить избыточный и недостаточный уровень образования;

2) принятие во внимание мнения самого работника, что позволяет преодолеть возможные несовершенства классификатора в условиях трансформации и цифровизации профессий.

В микроданных обследования рабочей силы виды занятий детализированы вплоть до 2-го уровня, что дает возможность в полной мере реализовать задачи исследования. На 1-м уровне детализации выделены десять укрупненных видов занятий: руководители, специалисты высшего уровня квалификации, специалисты среднего уровня квалификации и т. п. Детализацию 1-го уровня мы используем для определения вертикального несоответствия. В частности,

к недоиспользованию образования мы относим ситуацию, когда специалист с высшим образованием занимает должность, которая по Общероссийскому классификатору занятий требует меньшего уровня квалификации, т. е. отнесена ко всем группам, кроме первой (руководителей) и второй (специалистов высшего уровня квалификации). Для специалистов среднего звена (третья группа) недоиспользованием образования мы считаем должности, отнесенные с пятой по девятую группу классификатора. Для квалифицированных рабочих недоиспользованием образования мы считаем только последнюю, девятую группу классификатора.

Девятая группа (неквалифицированные рабочие) является наименее престижной и оплачиваемой из всех представленных групп. В связи с тем, что мотивы выбора должности из этой группы могут существенно отличаться от групп, стоящих выше в иерархии классификатора, мы отдельно выделяем «экстремальное» недоиспользование образования, что является новым в литературе. Заметим, что термин «extreme overeducation» ранее был использован в работе J. Herrera и S. Merceron. В то же время в их работе экстремальное недоиспользование образования определялось принципиально по-другому: как значительное расхождение между фактическим числом лет обучения и числом лет обучения, требуемым для занимаемой должности [41]. К нему мы относим случаи, когда работник, имеющий профессиональное образование, занят на должности, отнесенной к неквалифицированным рабочим. Таким образом, у квалифицированных рабочих недоиспользование образования и экстремальное недоиспользование образования совпадают.

На основе детализации 2-го уровня мы определяем горизонтальное несоот-

ветствие. Примером может быть специалист с высшим образованием в сфере сельского, лесного и рыбного хозяйства, работающий на должности, которая отнесена к специалистам в сфере бизнеса и администрирования (высшего уровня квалификации).

4. Результаты

По нашим расчетам на основе микроданных Обследования рабочей силы за 2018 г., всего лишь 36% работающих респондентов из сельской местности ответили утвердительно на вопрос: «Связана ли Ваша работа с профессией (специальностью), полученной в об-

разовательной организации?» (рис. 1). Еще 10% выбрали ответ «скорее да», 6% – «скорее нет» и 48% уверены в отсутствии такой связи. Таким образом, более половины работающих в сельской местности (включая тех, кто ответил «скорее нет») работают не по специальности.

При дальнейшем анализе мы объединили вместе тех, кто ответил «нет» и «скорее нет». На рис. 2 представлена динамика масштабов несоответствия образования для городских и сельских работников в 2012–2018 гг.

В сельской местности, по сравнению с городом, существенно выше до-

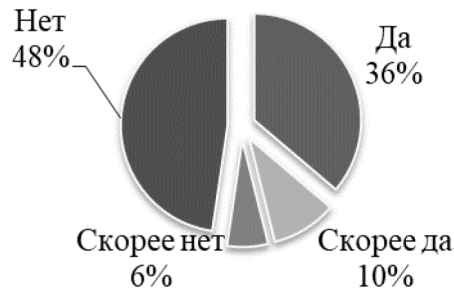


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос о соответствии работы полученной профессии среди работников, проживающих в сельской местности в 2018 г.

Fig. 1. Distribution of answers to the question on the job-occupation match among rural employees in 2018

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (*vesa_ob*).

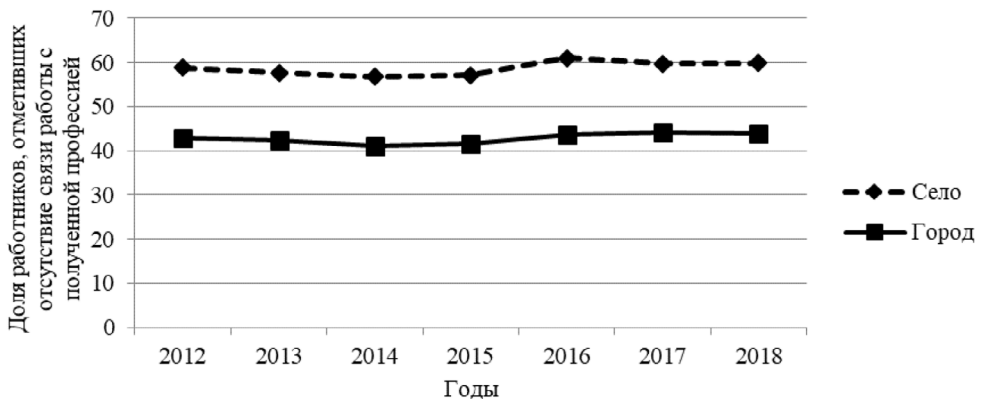


Рис. 2. Динамика масштабов несоответствия образования в 2012–2018 гг.

Fig. 2. Dynamics of the scale of educational mismatch in 2012–2018

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (*vesa_ob*).

ля работников, у которых работа не соответствует полученной специальности. Величина данного разрыва практически не менялась на протяжении анализируемого периода, составляя около 15 п. п.

В табл. 1 представлена доля работников, которые отметили несоответствие между работой и полученной профессией, в разрезе уровней образования в 2012 г. (на начало анализируемого периода). Для сопоставления мы привели данные по удельному весу работников с различным уровнем образования среди занятых в городской и сельской местности.

Существенные, статистически значимые различия между городом и селом наблюдаются по всем уровням образования. Наиболее значительны они для работников с послевузовским и начальным профессиональным образованием.

В табл. 2 представлены результаты аналогичных расчетов, выполненных по данным за 2018 г. Очевидны

изменения в классификации уровней образования, вызванные образовательными реформами последнего десятилетия. В отдельные группы выделены выпускники бакалавриата и лица, окончившие специалитет или магистратуру. Начальному профессиональному образованию теперь соответствует среднее профессиональное образование по программам подготовки квалифицированных рабочих. Послевузовскому профессиональному – подготовка кадров высшей квалификации.

По результатам анализа сделан вывод, что с 2012 по 2018 г. произошло увеличение разницы в масштабах несоответствия образования между городом и селом для работников со средним профессиональным образованием с 7,4 до 9,5 п. п. В анализируемом периоде сокращен разрыв для работников с послевузовским образованием с 18,1 до 5,9 п. п.

Для иллюстрации различий в динамике между городом и селом мы построили квадранты тенденций за-

Таблица 1. Доля работников, которые отметили несоответствие работы полученной профессии в 2012 г.

Table 1. The share of employees with the job-occupation mismatch in 2012

Уровень образования	Доля работников в общей численности занятых, %		Доля работников, отметивших несоответствие работы полученной профессии, %			Значимость различий
	Город	Село	Город	Село	Разница между селом и городом, п. п.	
Послевузовское	0,2	0,1	11,5	29,6	18,1	0,000
Высшее профессиональное	34,1	17,3	27,6	33,7	6,1	0,000
Среднее профессиональное	26,8	24,3	39,6	47,0	7,4	0,000
Начальное профессиональное	19,3	20,2	41,8	53,0	11,2	0,000

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (*vesa_ob*), значимость различий определена на основе критерия хи-квадрат.

Таблица 2. Доля работников, которые отметили несоответствие работы полученной профессии в 2018 г.

Table 2. The share of employees with the job-occupation mismatch in 2018

Уровень образования	Доля работников в общей численности занятых, %		Доля работников, отметивших несоответствие работы полученной профессии, %			Значимость различий
	Город	Село	Город	Село	Разница между селом и городом, п. п.	
Высшее (подготовка кадров высшей квалификации)	0,5	0,2	10,0	15,9	5,9	0,000
Высшее (специалитет, магистратура)	34,0	18,6	27,1	33,3	6,2	0,000
Высшее (бакалавриат)	3,3	2,8	33,2	37,9	4,7	0,000
Среднее профессиональное (по программам подготовки специалистов среднего звена)	25,9	24,5	38,7	48,2	9,5	0,000
Среднее профессиональное (по программам подготовки квалифицированных рабочих)	18,8	21,7	41,6	52,4	10,8	0,000

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob), значимость различий определена на основе критерия хи-квадрат.

нятости (рис. 3). При их построении не учитывалось высшее образование по программам подготовки кадров высшей квалификации. Следует отметить, что выпускники бакалавриата, специалитета и магистратуры объединены в одну категорию – специалисты с высшим образованием. В первый квадрант вошли образовательные категории, для которых отмечены как рост удельного веса в численности занятых, так и рост масштабов недоиспользования образования. Во второй – категории, для которых характерно снижение удельного веса при росте масштабов недоиспользования. В третий квадрант – категории, в которых оба показателя снизились. В четвертый – категории, в которых

произошел рост численности занятых при снижении масштабов недоиспользования образования.

Очевидно увеличение в сельской местности доли занятых с высшим образованием, средним и начальным профессиональным образованием. В то же время в городской местности рост доли специалистов с высшим образованием сопровождался снижением доли специалистов с начальным и средним профессиональным образованием.

Таким образом, городскому рынку труда удастся поглощать возрастающее предложение специалистов с высшим образованием. Об этом свидетельствует соответствующая точка на границе первого и четвертого

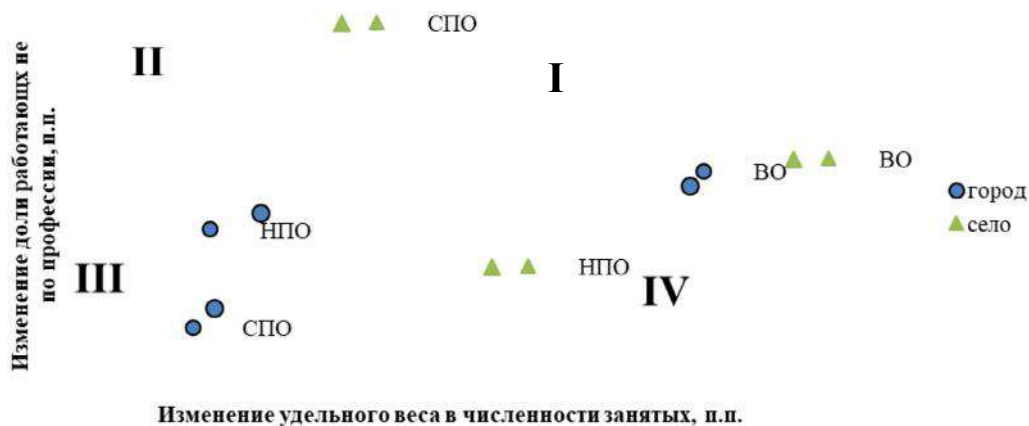


Рис. 3. Квадранты тенденций занятости представителей различных образовательных категорий

Fig. 3. Quadrants of employment trends for employees with different levels of education

Примечание: составлено авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

квадрантов. В то же время в сельской местности наблюдается переизбыток специалистов с высшим и средним профессиональным образованием. Данные специалисты вошли в первый квадрант. Квалифицированные рабочие оказались в четвертом квадранте. Таким образом при росте их доли в общей численности занятых наблюдается снижение недоиспользования образования.

Проведем анализ наиболее распространенных специальностей среди сельских жителей, работающих не по профессии. Результаты представим по уровням образования (табл. 3).

Наиболее распространенной специальностью среди сельских жителей с высшим образованием, работающих не по профессии, является экономика и управление (26,4%). Распространенными специальностями также являются юридические (10,9%), педагогические (13,7%) и сельскохозяйственные (8%). Менее 5% составляют машиностроение, техника и технологии строительства, ветеринария и зоотехния.

Мы провели анализ текущих мест работы лиц, указавших несоответствие,

для выявления того, в какой степени оно обусловлено недоиспользованием образования. Для этого нами использована группировка видов занятий в соответствии с Общероссийским классификатором занятий. Результаты данного анализа для лиц с высшим образованием представлены в табл. 4. Выявлено, что только около 1/3 всех случаев несоответствия не предполагают недоиспользование образования. К ним относится работа на руководящих должностях либо работа, требующая наличия высшего образования, но по другой специальности, чаще всего в сфере деятельности, имеющей близкое к ней отношение. Так, 12,6% специалистов с дипломом экономиста или менеджера, указавших несоответствие, работают специалистами высшего уровня квалификации в сфере бизнеса и администрирования.

В большинстве случаев для специалистов с высшим образованием несоответствие профессии специальности предполагает недоиспользование образования. При этом лишь изредка избыток образования вызван тем, что для данной должности требуется специ-

Таблица 3. Наиболее распространенные специальности среди сельских жителей, работающих не по профессии, в 2018 году, %

Table 3. The most common fields of study among rural employees with job-occupation mismatch in 2018, in percents

Специальность	Высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура	Среднее профессиональное образование	
		по программам подготовки специалистов среднего звена	по программам подготовки квалифицированных рабочих
Экономика и управление	26,4	22,4	5,5
Образование и педагогические науки	13,7	6,7	0,0
Юриспруденция	10,9	3,5	0,0
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	8,0	11,8	17,2
Машиностроение	4,7	3,3	14,8
Техника и технологии строительства	3,3	5,5	9,4
Ветеринария и зоотехния	2,9	5,0	0,6
Техника и технологии наземного транспорта	1,9	9,2	17,7
Промышленная экология и биотехнологии	1,3	4,5	12,6
Электро- и теплоэнергетика	1,9	3,6	2,4
Технологии легкой промышленности	0,3	2,1	9,4
Прочие	24,7	22,4	10,4

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

алист со средним уровнем квалификации. По данным табл. 4 наблюдается достаточно серьезное «понижение» в должности по сравнению с имеющимся образованием. Например, лица с высшим экономическим и управленческим образованием часто работают на селе продавцами (14,6% всех случаев несоответствия для данной профессии); с высшим педагогическим образованием – сельскохозяйственными рабочими (11,9%); с высшим юридическим

образованием – охранниками (11,4%); с высшим сельскохозяйственным – операторами и водителями (11,9%).

С другой стороны, экстремальное недоиспользование образование у лиц с высшим образованием на сельском рынке труда встречается редко. Оно выявлено только у 3,9% специалистов с дипломом в сфере экономики и управления, указавших несоответствие. Среди специалистов с аграрным образованием распространенность экс-

Таблица 4. Наиболее распространенные виды занятий сельских жителей, работающих не по профессии, в 2018 г. (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура)

Table 4. The most common occupations of rural employees with job-occupation mismatch in 2018 (higher education: bachelor's degree, specialist degree, master's degree)

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Экономика и управление»	«Образование и педагогические науки»	«Юриспруденция»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»
Недоиспользование образования не выявлено				
Руководители	11,1	16,6	15,0	14,6
Специалисты высшего уровня квалификации	21,9	23,7	18,7	22,2
в т. ч. специалисты в области образования	3,1	7,8	2,4	3,2
специалисты в сфере бизнеса и администрирования	12,6	8,7	11,6	9,4
<i>Итого</i>	<i>33,0</i>	<i>40,3</i>	<i>33,7</i>	<i>36,8</i>
Выявлено недоиспользование образования				
Специалисты среднего уровня квалификации	12,3	9,1	9,6	7,9
– в т. ч. средний специальный персонал по экономической и административной деятельности	7,9	5,1	5,4	3,8
Служащие	8,8	5,0	5,5	3,5
Работники сферы обслуживания	22,3	16,0	24,4	15,4
– в т. ч. продавцы	14,6	8,8	11,2	4,7
– работники служб, осуществляющих охрану граждан и собственности	4,8	4,4	11,4	9,6
Квалифицированные работники сельского хозяйства	7,0	11,9	6,3	8,8
– в т. ч. производящие продукцию для личного потребления	4,6	9,0	4,7	5,5
Квалифицированные рабочие	5,7	6,1	6,3	9,0
Операторы и водители	6,9	5,7	9,9	11,9
– в т. ч. водители и операторы подвижного оборудования	4,5	3,6	8,0	9,1

Окончание табл. 4

End of table 4

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Экономика и управление»	«Образование и педагогические науки»	«Юриспруденция»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»
Неквалифицированные рабочие	3,9	5,8	4,3	6,7
Итого: недоиспользование образования	67,0	59,7	66,3	63,2
экстремальное недоиспользование образования	3,9	5,8	4,3	6,7

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

тремального недоиспользования образования выше, но все равно невелика – 6,7 %. У остальных специалистов с высшим образованием значение данного показателя незначительно.

В табл. 5 представлены аналогичные результаты для лиц, имеющих диплом среднего профессионального образования по программам подготовки специалистов среднего звена. Мы не считали недоиспользованием образования, если данные специалисты занимали должность руководителя, специалиста высшего или среднего уровня квалификации, служащего, поскольку в отдельных профессиональных стандартах на должности служащих минимальным требованием к образованию выступает наличие среднего профессионального образования⁴. Тем не менее масштабы недоиспользования образования оказались более значительны, чем для специалистов с высшим образованием. По специальностям «Сельское хозяй-

ство», «Технологии наземного транспорта» доля случаев недоиспользования образования составила около 80 %.

В сельской местности распространено, что специалисты со средним профессиональным образованием по экономике и управлению часто работают продавцами (21,6 % всех случаев несоответствия); по технике и технологии наземного транспорта, а также сельскому, лесному и рыбному хозяйству – операторами и водителями (24,8 и 23 %, соответственно); по педагогике – сельскохозяйственными рабочими (13,7 %). По сравнению со специалистами с высшим образованием, данные специалисты намного чаще работают неквалифицированными рабочими. При этом распространенность экстремального недоиспользования почти одинакова для всех рассмотренных специальностей, варьируя от 13 % для специалистов в области экономики и управления до 14,4 % для специалистов в сфере сельского хозяйства.

Любопытным феноменом является то, что специалисты со средним профессиональным образованием занимают должности, требующие более высокого уровня образования. Таких

⁴ Например, в профессиональном стандарте № 558 «Специалист в сфере закупок» (утвержден Приказом Минтруда РФ от 10.09.2015 № 625) указано три должности служащих, для которых в перечне требований к образованию указано среднее профессиональное образование.

Таблица 5. Наиболее распространенные виды занятий сельских жителей, работающих не по профессии, в разрезе специальностей в 2018 г. (среднее профессиональное образование – по программам подготовки специалистов среднего звена)

Table 5. The most common occupations of rural employees with job-occupation mismatch in 2018 (secondary vocational education: specialists)

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Экономика и управление»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»	«Техника и технологии наземного транспорта»	«Образование и педагогические науки»
Недоиспользование образования не выявлено				
Руководители	5,4	5,4	4,9	6,6
Специалисты высшего уровня квалификации	5,8	3,5	1,8	8,2
Специалисты среднего уровня квалификации	11,9	8,5	10,8	11,6
– в т. ч. специалисты-техники в области науки и техники	1,9	4,3	8,1	1,5
– средний специальный персонал по экономической и административной деятельности	5,6	2,5	2,0	3,8
– средний специальный персонал в области социальной, правовой работы, культуры, обучения, спорта	4,0	1,6	0,5	5,7
Служащие	8,8	3,1	1,5	7,1
<i>Итого</i>	<i>31,9</i>	<i>20,5</i>	<i>19,0</i>	<i>33,5</i>
Выявлено недоиспользование образования				
Работники сферы обслуживания	32,6	18,9	16,3	25,0
– в т. ч. продавцы	21,6	6,4	3,1	13,5
– работники служб, осуществляющих охрану граждан и собственности	2,8	10,7	12,1	3,6
Квалифицированные работники сельского хозяйства	10,6	10,4	9,0	13,7
– в т. ч. производящие продукцию для личного потребления	6,7	6,1	4,7	9,5
Квалифицированные рабочие	5,2	12,7	16,8	6,2
– занятые в строительстве	1,5	4,8	6,3	1,0
– занятые в машиностроительном и металлообрабатывающем производстве, механики, ремонтники	0,8	4,0	6,8	1,3

Окончание табл. 5

End of table 5

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Экономика и управление»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»	«Техника и технологии наземного транспорта»	«Образование и педагогические науки»
Операторы и водители	6,7	23,0	24,8	8,4
– в т. ч. водители и операторы подвижного оборудования	2,7	17,7	19,7	4,4
Неквалифицированные рабочие	13,0	14,4	14,0	13,1
– в т. ч. работники по сбору мусора	4,5	6,6	6,8	5,3
Итого: недоиспользование образования	68,1	79,5	81,0	66,5
экстремальное недоиспользование образования	13,0	14,4	14,0	13,1

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Исследования рабочей силы, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

случаев относительно немного: от 1,8% для специалистов с дипломом по технике и технологии наземного транспорта до 8,2% для специалистов с дипломом по педагогике. Мы полагаем, что такие случаи также заслуживают внимания. Проведенный нами выборочный анализ вакансий на должность бухгалтера, размещенных на портале «Работа в России» работодателями сельской местности, является тому подтверждением. В ходе исследования установлено, что некоторые из них указывают в требованиях на должность бухгалтера наличие среднего профессионального образования. Вместе с тем к соискателю предъявляются должностные обязанности, которые соответствуют более высокому уровню образования. Согласно профессиональному стандарту, такая ситуация является допустимой, если у соискателя есть достаточный стаж работы в профессиональной деятельности. Однако при приеме на должность соискателя с недостаточным уровнем обра-

зования работодатели несут определенные кадровые риски [42].

В табл. 6 представлены результаты для лиц, имеющих диплом среднего профессионального образования по программам подготовки квалифицированных рабочих (ранее – начальное профессиональное образование). К недоиспользованию отнесены ситуации, когда они работают неквалифицированными рабочими. Данные табл. 6 имеют яркий контраст с данными табл. 4 и 5, поскольку для работников с данным уровнем образования наиболее характерно горизонтальное несоответствие, т. е. они часто трудоустраиваются на рабочие места, требующие определенной квалификации, но далеко от имеющейся у них профессии. При этом доля неквалифицированных рабочих среди всех работников, для которых мы выявили недоиспользование, составляет около 20%. Это выше, чем для специалистов с высшим или средним профессиональным образованием. Наиболее

Таблица 6. Наиболее распространенные виды занятий сельских жителей, работающих не по профессии, в разрезе специальностей в 2018 г. (среднее профессиональное образование – по программам подготовки квалифицированных рабочих)

Table 6. The most common occupations of rural employees with job-occupation mismatch in 2018 (secondary vocational education: qualified workers)

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Техника и технологии наземного транспорта»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»	«Машиностроение»	«Промышленная экология и биотехнологии»
Недоиспользование образования не выявлено				
Руководители	3,2	2,1	2,2	2,4
Специалисты высшего уровня квалификации	0,5	0,5	0,5	1,5
Специалисты среднего уровня квалификации	6,0	4,4	4,4	6,3
Служащие	1,1	1,1	1,6	5,2
Работники сферы обслуживания	14,6	13,6	15,1	28,9
– в т. ч. продавцы	2,0	2,7	3,2	18,0
– работники, оказывающие услуги по индивидуальному уходу	0,2	1,0	0,6	5,1
– работники служб, осуществляющих охрану граждан и собственности	11,5	8,9	10,7	2,2
Квалифицированные работники сельского хозяйства	11,6	13,0	8,5	13,4
– в т. ч. производящие товарную продукцию	3,5	4,2	3,5	6,4
– производящие продукцию для личного потребления	6,6	7,2	3,5	6,8
Квалифицированные рабочие	21,2	21,2	22,0	8,3
– занятые в строительстве	9,0	8,1	8,9	2,0
– занятые в машиностроительном и металлообрабатывающем производстве, механики, ремонтники	6,6	7,1	8,2	2,0
Операторы и водители	20,9	18,9	27,2	8,9
– в т. ч. операторы промышленных установок и стационарного оборудования	5,6	6,9	6,5	5,9
– водители и операторы подвижного оборудования	14,8	11,7	20,3	2,7

Окончание табл. 6

End of table 6

Виды занятий	Специальность полученного образования			
	«Техника и технологии наземного транспорта»	«Сельское, лесное и рыбное хозяйство»	«Машиностроение»	«Промышленная экология и биотехнологии»
<i>Итого</i>	79,0	74,7	81,5	74,8

Выявлено недоиспользование образования

Неквалифицированные рабочие	21,0	25,3	18,5	25,2
– в т. ч. занятые в промышленности	6,1	4,6	5,0	3,9
– уборщики и прислуга	1,0	1,4	0,8	9,2
– работники по сбору мусора	11,1	14,1	9,4	9,0
<i>Итого: недоиспользование образования</i>	21,0	25,3	18,5	25,2
<i>экстремальное недоиспользование образования</i>	21,0	25,3	18,5	25,2

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

характерно недоиспользование образования для рабочих со специальностью в сфере сельского хозяйства (25,3%) и промышленной экологии и биотехнологии (25,2%).

Отмечены ситуации, когда работники с данным уровнем образования устраиваются на рабочие места, требующие более высокий уровень образования (около 10%). Наиболее распространены такие ситуации для рабочих со специальностью в сфере промышленной экологии и биотехнологии (15,4%), наименее – со специальностью в сфере сельского хозяйства (8,1%) и машиностроения (8,7%).

Горизонтальное несоответствие в разрезе специальностей имеет следующие закономерности. Рабочие со специальностью в сфере промышленной экологии и биотехнологии чаще работают продавцами (18,0%), в сфере машиностроения и сельского хозяйства – операторами и водителями (27,2

и 18,9%, соответственно), в сфере техники и технологии наземного транспорта – охранниками (11,5%).

На основе проведенного анализа мы оценили масштабы недоиспользования образования. В табл. 7 приведена оценка показателей в процентах от численности всех сельских работников.

Наибольшая доля работников с избыточным образованием отмечена для специалистов, получивших среднее профессиональное образование по программам подготовки специалистов среднего звена (35,5%); наименьшая – для квалифицированных рабочих (12,2%).

Аналогичные расчеты для работников с экстремальным недоиспользованием образования представлены в табл. 8. Экстремальное недоиспользование образования наиболее характерно для квалифицированных рабочих.

В различных исследованиях показано, что рост образовательного уровня

Таблица 7. Масштабы несоответствия между работой и полученной профессией среди сельских жителей в 2018 г., %

Table 7. The scale of the job-occupation mismatch among rural employees in 2018, in percents

Уровень образования	Доля работников, отметивших несоответствие работы полученной профессии	Доля работников с избыточным образованием	
		среди отметивших несоответствие	в общей численности
Высшее образование: бакалавриат, специалитет, магистратура	33,9	65,1	22,1
Среднее профессиональное образование: – по программам подготовки специалистов среднего звена – по программам подготовки квалифицированных рабочих	48,2	73,7	35,5
	52,4	23,3	12,2

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

Таблица 8. Масштабы экстремального недоиспользования образования среди сельских жителей в 2018 г., %

Table 8. The scale of the extreme overeducation among rural employees in 2018, in percents

Уровень образования	Доля работников, отметивших несоответствие работы полученной профессии	Доля работников с экстремальным недоиспользованием образования	
		среди отметивших несоответствие	в общей численности
Высшее образование: бакалавриат, специалитет, магистратура	33,9	5,3	1,8
Среднее профессиональное образование: – по программам подготовки специалистов среднего звена – по программам подготовки квалифицированных рабочих	48,2	14,0	6,7
	52,4	23,3	12,2

Примечание: рассчитано авторами на основе микроданных Обследования рабочей силы Росстата, все расчеты проведены с учетом годовых весовых коэффициентов (vesa_ob).

населения может иметь положительные социальные последствия даже при отсутствии на рынке труда соответствующих рабочих мест. Он приводит к снижению уровня преступности [43; 44], более активному использованию прак-

тик здорового образа жизни [45], высокой вовлеченности в волонтерскую деятельность [46]. Образованные работники способствуют передаче знаний коллегам по работе, что в итоге имеет положительные последствия [47].

Указанные положительные эффекты подчеркивают, что государственная политика не должна ограничивать возможности сельских жителей в получении профессионального образования, а должна быть направлена на создание рабочих мест, где востребованы навыки и умения высококвалифицированных работников.

5. Выводы

В последнем десятилетии тенденция повышения образовательного уровня сельского населения России продолжилась. При этом современный тренд характеризуется тем, что если в городе данный рост обеспечен исключительно повышением доли специалистов с высшим образованием, то на селе растет доля работников как с высшим, так и средним профессиональным образованием.

Масштабы недоиспользования образования в сельской местности более значительны, чем в городе для всех уровней образования. Масштабы несоответствия образовательного уровня для специалистов высшего и среднего звена увеличились, а для квалифицированных рабочих – снизились, но остаются весьма значительными.

Анализ должностей работников, не использующих в полной мере свой образовательный потенциал, свидетельствует о том, что навыки специалистов не в полной мере востребованы на сельском рынке труда. Например, специалисты с высшим и средним специальным экономическим образованием чаще работают продавцами; с высшим юридическим образованием – работниками в сфере охраны граждан и собственности; со средним специальным образованием в области техники и технологии наземного транспорта – операторами и водителями.

Таким образом, село в России тянется за городом в части популярности профессионального образования. Поскольку на сельском рынке труда очевиден переизбыток работников с недоиспользованным образованием, это, с одной стороны, приводит к недоиспользованию образования, а с другой – к оттоку населения в городскую местность, где на текущий момент больше возможностей для поиска работы. Вместе с тем рост образовательного уровня сельского населения может иметь положительные социальные последствия. Изучение возможных последствий представляется перспективной темой для дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Тихонова Т., Шук О. Альтернативная занятость в сельской местности России. М.: ИЭПП, 2008. 224 с.
2. Калугина З. И. Ресурсный дефицит развития человеческого потенциала как угроза модернизации // Регион: экономика и социология. 2011. № 1. С. 50–70.
3. Вегрен С., Никулин А. Аграрные амбиции России и ее скромный сельский человеческий капитал // Экономическая политика. 2014. № 3. С. 7–35.
4. Варшавская Е. Я. Квалифицированные работники на сельском рынке труда: предложение и спрос // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2017. № 3. С. 25–42.
5. Nordin M., Persson I., Rooth D.-O. Education–occupation mismatch: Is there an income penalty? // Economics of Education Review. 2010. Vol. 29, No. 6. Pp. 1047–1059. DOI: 10.1016/j.econedurev.2010.05.005.
6. Verdugo R. R., Verdugo N. T. The impact of surplus schooling on earnings: Some additional findings // Journal of Human Resources. 1989. Vol. 24, No. 4. Pp. 629–643. DOI: 10.2307/145998.

7. *Chevalier A.* Measuring over-education // *Economica*. 2003. Vol. 70. Pp. 509–531. DOI: 10.1111/1468–0335.t01-1-00296.
8. *Hartog J.* Over-education and earnings: where are we, where should we go? // *Economics of Education Review*. 2000. Vol. 19, No. 2. Pp. 131–147. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00050-3.
9. *McGuinness S., Pouliakas K., Redmond P.* Skill mismatch: concepts, measurement and policy approaches // *Journal of Economic Surveys*. 2018. Vol. 32, No. 4. Pp. 985–1015. DOI: 10.1111/joes.12254.
10. *Groot W., van den Brink H.M.* Overeducation in the labor market: A meta-analysis // *Economics of Education Review*. 2000. Vol. 19, No. 2. Pp. 149–158. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00057-6.
11. *Hung C-Y.* Overeducation and undereducation in Taiwan // *Journal of Asian Economics*. 2008. Vol. 19, No. 2. Pp. 125–137. DOI: 10.1016/j.asieco.2008.02.001.
12. *Wu N., Wang Q.* Wage penalty of overeducation: New micro-evidence from China // *China Economic Review*. 2018. Vol. 50. Pp. 206–217. DOI: 10.1016/j.chieco.2018.04.006.
13. *Daly M., Buchel F., Duncan G.* Premiums and penalties for surplus and deficit education: evidence from the United States and Germany // *Economics of Education Review*. 2000. Vol. 19, No. 2. Pp. 169–178. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00041-2.
14. *Tsai Y.* Returns to overeducation: A longitudinal analysis of the U.S. labor market // *Economics of Education Review*. 2010. Vol. 29, No. 4. Pp. 606–617. DOI: 10.1016/j.econedurev.2010.01.001.
15. *Clark B., Joubert C., Maurel A.* The career prospects of overeducated Americans // *IZA Journal of Labor Economics*. 2017. Vol. 6, No. 3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40172-017-0053-4>. DOI: 10.1186/s40172-017-0053-4.
16. *Vahey S.P.* The great Canadian training robbery: evidence on the returns to educational mismatch // *Economics of Education Review*. 2000. Vol. 19, No. 2. Pp. 219–227. DOI: 10.1016/S0272–7757 (98) 00029-6.
17. *Chevalier A., Lindley J.* Overeducation and the skills of UK graduates // *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*. 2009. Vol. 172, Part 2. Pp. 307–337. DOI: 10.1111/j.1467–985X.2008.00578.x.
18. *Obiols-Homs F., Sanchez-Marcos V.* Education outcomes and the labor market // *Labour Economics*. 2018. Vol. 54. Pp. 14–28. DOI: 10.1016/j.labeco.2018.06.001.
19. *Kupets O.* Education-job mismatch in Ukraine: Too many people with tertiary education or too many jobs for low-skilled? // *Journal of Comparative Economics*. 2016. Vol. 44, No. 1. Pp. 125–147. DOI: 10.1016/j.jce.2015.10.005.
20. *Pearlman S., Rubb S.* The impact of education-occupation mismatches on wages in Mexico // *Applied Economics Letters*. 2020. Vol. 27, No. 9. Pp. 744–747. DOI: 10.1080/13504851.2019.1644438.
21. *Kucel A., Molina I.F., Raya J.M.* Over-education and its opportunity cost in Japan // *Asia Pacific Education Review*. 2016. Vol. 17, No. 2. Pp. 299–312. DOI: 10.1007/s12564-016-9427-8.
22. *Kelly E., O'Connell P.J., Smyth E.* The economic returns to field of study and competencies among higher education graduates in Ireland // *Economics of Education Review*. 2010. Vol. 29, No. 4. Pp. 650–657. DOI: 10.1016/j.econedurev.2009.11.001.
23. *Green F., McIntosh S.* Is there a genuine underutilization of skills amongst the over-qualified? // *Applied Economics*. 2007. Vol. 39, No. 4. Pp. 427–439. DOI: 10.1080/00036840500427700.
24. *Rossen A., Boll C., Wolf A.* Patterns of Overeducation in Europe: The Role of Field of Study // *IZA Journal of Labor Policy*. 2019. Vol. 9, No. 3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://content.sciendo.com/view/journals/izajolp/9/1/article-20190003.xml>. DOI: 10.2478/izajolp-2019–0003.
25. *Robst J.* Education and job match: The relatedness of college major and work // *Economics of Education Review*. 2007. Vol. 26, No. 4. Pp. 397–407. DOI: 10.1016/j.econedurev.2006.08.003.

26. *Carroll D., Tani M.* Over-education of recent higher education graduates: New Australian panel evidence // *Economics of Education Review*. 2013. Vol. 32. Pp. 207–218. DOI: 10.1016/j.econedurev.2012.10.002.
27. *Verhaest D., Van der Velden R.* Cross-country Differences in Graduate Overeducation // *European Sociological Review*. 2013. Vol. 29, No. 3. Pp. 642–653. DOI: 10.1093/esr/jcs044.
28. *Bernard J.* Rural quality of life – poverty, satisfaction and opportunity deprivation in different types of rural territories // *European Countryside*. 2018. Vol. 10, No. 2. Pp. 191–209. DOI: 10.2478/euco-2018–0012.
29. *Rerat P.* Highly qualified rural youth: why do young graduates return to their home region? // *Children’s Geographies*. 2014. Vol. 12, No. 1. Pp. 70–86. DOI: 10.1080/14733285.2013.850849.
30. *Park J.* Overqualification Among Aboriginal Workers in Canada // *The International Indigenous Policy Journal*. 2018. Vol. 9, No. 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ir.lib.uwo.ca/iipj/vol9/iss1/2> DOI: 10.18584/iipj.2018.9.1.2.
31. *Buchel F., Battu H.* The theory of differential overqualification: does it work? // *Scottish Journal of Political Economy*. 2003. Vol. 50, No. 1. Pp. 1–16. DOI: 10.1111/1467–9485.00251.
32. *Гимпельсон В. Е., Капелюшников Р. И., Лукьянова А. Л.* Уровень образования российских работников: оптимальный, избыточный, недостаточный? // *Российский работник: образование, профессия, квалификация*. М.: Изд. дом ВШЭ, 2011. С. 240–292.
33. *Гимпельсон В. Е., Капелюшников Р. И., Карабчук Т. С., Рыжикова З. А., Биляк Т. А.* Выбор профессии: чему учились и где пригодились? // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2009. Т. 13, № 2. С. 172–216.
34. *Капелюшников Р.* Спрос и предложение высококвалифицированной рабочей силы в России: кто бежал быстрее? Часть II // *Вопросы экономики*. 2012. № 3. С. 120–147. DOI: 10.32609/0042-8736-2012-3-120-147.
35. *Кюи Н. Е.* Образование, выбор категории профессиональной занятости и заработная плата в России // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2008. Т. 12, № 3. С. 365–399.
36. *Vasiakina M., Robone S.* Education-job mismatch as a determinant of health: Evidence from the Russian Federation // *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*. 2018. Vol. 72, No. 4. Pp. 101–112.
37. *Варшавская Е. Я.* Российские работники с высшим образованием: анализ образовательных специальностей // *Вопросы статистики*. 2016. № 9. С. 65–74.
38. *Варшавская Е. Я., Котырло Е. С.* Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением // *Вопросы образования*. 2019. № 2. С. 98–128. DOI: 10.17323/1814-9545-2019-2-98-128.
39. *Стукен Т. Ю.* Качество занятости выпускников на региональных рынках труда // *Вестник Кемеровского государственного университета*. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2018. № 2. С. 33–39. DOI: 10.21603/2500-3372-2018-2-33-39.
40. *Акатьев Ю. В., Лысак И. А.* Современный аграрный труд и отношение к нему // *Социологические исследования*. 1997. № 8. С. 69–70.
41. *Herrera J., Merceron S.* Underemployment and Job Mismatch in Sub-Saharan Africa // *Urban Labor Markets in Sub-Saharan Africa* / Edited by F. Roubaud, P. de Vreyer. Washington DC: The World Bank, 2013. Pp. 83–107.
42. *Лицук Е. Н., Капелюк С. Д., Чистякова О. А.* О востребованности бухгалтеров на сельском рынке труда: реалии, причины, последствия // *Вестник НГИЭИ*. 2020. № 6. С. 88–100.
43. *Machin S., Marie O., Vujic S.* The Crime Reducing Effect of Education // *The Economic Journal*. 2011. Vol. 121, No. 552. Pp. 463–484. DOI: 10.1111/j.1468–0297.2011.02430.x.
44. *Hjalmarsson R., Holmlund H., Lindquist M. J.* The Effect of Education on Criminal Convictions and Incarceration: Causal Evidence from Micro-data // *The Economic Journal*. 2015. Vol. 125, No. 587. Pp. 1290–1326. DOI: 10.1111/eoj.12204.

45. *Cowell A. J.* The relationship between education and health behavior: some empirical evidence // *Health Economics*. 2006. Vol. 15, No. 2. Pp. 125–146. DOI: 10.1002/hec.1019.
46. *Dee T. S.* Are there civic returns to education? // *Journal of Public Economics*. 2004. Vol. 88, No. 9–10. Pp. 1697–1720. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2003.11.002.
47. *Martins P. S., Jin J. Y.* Firm-level social returns to education // *Journal of Population Economics*. 2010. Vol. 23. Pp. 539–558. DOI: 10.1007/s00148-008-0204-9.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Капелюк Сергей Дмитриевич

Кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной экономики Сибирского университета потребительской кооперации, г. Новосибирск, Россия (630087, г. Новосибирск, проспект Карла Маркса, 26); ORCID 0000-0002-4175-8227; e-mail: skapelyuk@bk.ru.

Лищук Елена Николаевна

Кандидат экономических наук, доцент, проректор по научной работе Сибирского университета потребительской кооперации, г. Новосибирск, Россия (630087, г. Новосибирск, проспект Карла Маркса, 26); ORCID 0000-0002-0188-5993; e-mail: pscience@sibupk.nsk.su.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 19-410-540003 «Сельский рынок труда в Новосибирской области: современное состояние и проблемы развития».

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Капелюк С. Д., Лищук Е. Н. Масштабы несоответствия образовательного уровня работников сельскому рынку труда // *Journal of Applied Economic Research*. 2020. Т. 19, № 3. С. 370–397. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.018.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ


Дата поступления 20 мая 2020 г.; дата поступления после рецензирования 15 июля 2020 г.; дата принятия к печати 3 сентября 2020 г.

The Scale of Overeducation in the Rural Labor Market

S. D. Kapelyuk  , E. N. Lishchuk 

Siberian University of Consumer Cooperation,

Novosibirsk, Russia

skapelyuk@bk.ru

Abstract. This article examines the problem of job-education mismatch among rural workers. The goal of the article is to assess the incidence of overeducation in rural areas and to identify the most typical jobs of overeducated employees. The hypothesis of the research is that the skills of specialists are not fully utilized in the rural labor market. The study uses the microdata of Rosstat's Labor Force Survey 2012–2018. To identify a mismatch, we use the subjective estimates of the respondents about the quality of their match. To determine overeducation, we suggest a composite approach that combines self-assessment of the respondents and a job analysis using the Russian National Classification of Occupations. The analysis is carried out by educational levels. The study reveals that among the rural population, there is an increase in the share of employees with both higher and secondary vocational education degrees. It is revealed that the extent of such a discrepancy among the rural population of Russia is much larger compared to urban residents. For a detailed analysis, the authors use data on the current jobs of the respondents. It has been established that the extent and type of discrepancy, as well as the current job, depend on the field of study. It was also revealed that 65% of mismatch cases for rural workers with higher education and 74% of mismatch cases for rural medium-level specialists are associated with overeducation, i.e. represent a vertical mismatch. Conversely, 77% of cases of the mismatch for skilled workers are horizontal, i.e. they represent a work requiring a similar level of qualification, but a different field of study. The practical significance of the research results is their usefulness for the development of educational policy. In particular, they can be used to determine the list of demanded occupations in the rural labor market, as well as to develop programs of adult education and training for rural inhabitants.

Key words: rural labor market; employment; hiring; human capital; occupation; education-occupation mismatch; undereducation; overeducation.

JEL J43, J24, I26

References

1. Tikhonova, T., Shik, O. (2008). *Alternativnaia zaniatost v selskoi mestnosti Rossii [Employment Alternatives in the Rural Areas of Russia]*. Moscow, IEPP (In Russ.).
2. Kalugina, Z. I. (2011). Resursnyi defitsit razvitiia chelovecheskogo potentsiala kak ugroza modernizatsii (Resource scarcity of the human development considered as a threat of modernization). *Region: ekonomika i sotsiologiya (Region: Economics and Sociology)*, No. 1, 50–70 (In Russ.).
3. Wegren, S., Nikulin, A. (2014). Agrarnye ambitsii Rossii i ee skromnyi selskii chelovecheskii capital (Russia's Agrarian Ambitions and Its Humble Rural Human Capital). *Ekonomicheskaya politika (Economic Policy)*, No. 3, 7–35 (In Russ.).
4. Varshavskaya, E. Ia. (2017). Kvalifitsirovannye rabotniki na sel'skom rynke truda: predlozhenie i spros (Skilled Workers on the Rural Labor Market: Supply vs. Demand). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika (Moscow State University Bulletin. Series Economics)*, No. 3, 25–42 (In Russ.).
5. Nordin, M., Persson, I., Rooth, D.-O. (2010). Education–occupation mismatch: Is there an income penalty? *Economics of Education Review*, Vol. 29, No. 6, 1047–1059. DOI: 10.1016/j.econedurev.2010.05.005.

6. Verdugo, R. R., Verdugo, N. T. (1989). The impact of surplus schooling on earnings: Some additional findings. *Journal of Human Resources*, Vol. 24, No. 4, 629–643. DOI: 10.2307/145998.
7. Chevalier, A. (2003). Measuring over-education. *Economica*, Vol. 70, 509–531. DOI: 10.1111/1468–0335.t01-1-00296.
8. Hartog, J. (2000). Over-education and earnings: where are we, where should we go? *Economics of Education Review*, Vol. 19, No. 2, 131–147. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00050-3.
9. McGuinness, S., Pouliakas, K., Redmond, P. (2018). Skill mismatch: concepts, measurement and policy approaches. *Journal of Economic Surveys*, Vol. 32, No. 4, 985–1015. DOI: 10.1111/joes.12254.
10. Groot, W., van den Brink, H.M. (2000). Overeducation in the labor market: A meta-analysis. *Economics of Education Review*, Vol. 19, No. 2, 149–158. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00057-6.
11. Hung, C-Y. (2008). Overeducation and undereducation in Taiwan. *Journal of Asian Economics*, Vol. 19, No. 2, 125–137. DOI: 10.1016/j.asieco.2008.02.001.
12. Wu, N., Wang, Q. (2018). Wage penalty of overeducation: New micro-evidence from China. *China Economic Review*, Vol. 50, 206–217. DOI: 10.1016/j.chieco.2018.04.006.
13. Daly, M., Buchel, F., Duncan, G. (2000). Premiums and penalties for surplus and deficit education: evidence from the United States and Germany. *Economics of Education Review*, Vol. 19, No. 2, 169–178. DOI: 10.1016/S0272–7757 (99) 00041-2.
14. Tsai, Y. (2010). Returns to overeducation: A longitudinal analysis of the U.S. labor market. *Economics of Education Review*, Vol. 29, No. 4, 606–617. DOI: 10.1016/j.econedurev.2010.01.001.
15. Clark, B., Joubert, C., Maurel, A. (2017). The career prospects of overeducated Americans. *IZA Journal of Labor Economics*, Vol. 6, No. 3. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40172-017-0053-4>. DOI: 10.1186/s40172-017-0053-4.
16. Vahey, S.P. (2000). The great Canadian training robbery: evidence on the returns to educational mismatch. *Economics of Education Review*, Vol. 19, No. 2, 219–227. DOI: 10.1016/S0272–7757 (98) 00029-6.
17. Chevalier, A., Lindley, J. (2009). Overeducation and the skills of UK graduates. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, Vol. 172, Part 2, 307–337. DOI: 10.1111/j.1467–985X.2008.00578.x.
18. Obiols-Homs, F., Sanchez-Marcos, V. (2018). Education outcomes and the labor market. *Labour Economics*, Vol. 54, 14–28. DOI: 10.1016/j.labeco.2018.06.001.
19. Kupets, O. (2016). Education-job mismatch in Ukraine: Too many people with tertiary education or too many jobs for low-skilled? *Journal of Comparative Economics*, Vol. 44, No. 1, 125–147. DOI: 10.1016/j.jce.2015.10.005.
20. Pearlman, S., Rubb, S. (2020). The impact of education-occupation mismatches on wages in Mexico. *Applied Economics Letters*, Vol. 27, No. 9, 744–747. DOI: 10.1080/13504851.2019.1644438.
21. Kucel, A., Molina, I.F., Raya, J.M. (2016). Over-education and its opportunity cost in Japan. *Asia Pacific Education Review*, Vol. 17, No. 2, 299–312. DOI: 10.1007/s12564-016-9427-8.
22. Kelly, E., O’Connell, P.J., Smyth, E. (2010). The economic returns to field of study and competencies among higher education graduates in Ireland. *Economics of Education Review*, Vol. 29, No. 4, 650–657. DOI: 10.1016/j.econedurev.2009.11.001.
23. Green, F., McIntosh, S. (2007). Is there a genuine underutilization of skills amongst the over-qualified? *Applied Economics*, Vol. 39, No. 4, 427–439. DOI: 10.1080/00036840500427700.
24. Rossen, A., Boll, C., Wolf, A. (2019). Patterns of Overeducation in Europe: The Role of Field of Study. *IZA Journal of Labor Policy*, Vol. 9, No. 3. Available at: <https://content.sciendo.com/view/journals/izajolp/9/1/article-20190003.xml>. DOI: 10.2478/izajolp-2019–0003.
25. Robst, J. (2007). Education and job match: The relatedness of college major and work. *Economics of Education Review*, Vol. 26, No. 4, 397–407. DOI: 10.1016/j.econedurev.2006.08.003.
26. Carroll, D., Tani, M. (2013). Over-education of recent higher education graduates: New Australian panel evidence. *Economics of Education Review*, Vol. 32, 207–218. DOI: 10.1016/j.econedurev.2012.10.002.

27. Verhaest, D., Van der Velden, R. (2013). Cross-country Differences in Graduate Overeducation. *European Sociological Review*, Vol. 29, No. 3, 642–653. DOI: 10.1093/esr/jcs044.
28. Bernard, J. (2018). Rural quality of life – poverty, satisfaction and opportunity deprivation in different types of rural territories. *European Countryside*, Vol. 10, No. 2, 191–209. DOI: 10.2478/euco-2018-0012.
29. Rerat, P. (2014). Highly qualified rural youth: why do young graduates return to their home region? *Children's Geographies*, Vol. 12, No. 1, 70–86. DOI: 10.1080/14733285.2013.850849.
30. Park, J. (2018). Overqualification Among Aboriginal Workers in Canada. *The International Indigenous Policy Journal*, Vol. 9, No. 1. Available at: <https://ir.lib.uwo.ca/iipj/vol9/iss1/2> DOI: 10.18584/iipj.2018.9.1.2.
31. Buchel, F., Battu, H. (2003). The theory of differential overqualification: does it work? *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 50, No. 1, 1–16. DOI: 10.1111/1467-9485.00251.
32. Gimpelson, V. E., Kapelyushnikov, R. I., Lukyanova, A. L. (2011). Uroven obrazovaniia rossiiskikh rabotnikov: optimalnyi, izbytochnyi, nedostatochnyi? [Education level of Russian workers: Education-Job Match, Overeducation, Undereducation]. *Rossiiskii rabotnik: obrazovanie, professiia, kvalifikatsiia [The Russian Worker: Education, Profession, Qualification]*. Moscow, HSE, 240–292 (In Russ.).
33. Gimpelson, V. E., Kapeliushnikov, R. I., Karabchuk, T. S., Ryzhikova, Z. A., Bilyak, T. A. (2009). Vybor professii: chemu uchilis' i gde prigodilis'? [Career choice: Putting degree to good use]. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki [Higher School of Economics Economic Journal]*, Vol. 13, No. 2, 172–216 (In Russ.).
34. Kapelyushnikov, R. (2012). Spros i predlozhenie vysokokvalifitsirovannoi rabochei sily v Rossii: kto bezhal bystree? Chast' II (Demand and Supply of Skilled Labor in Russia: Who Ran Faster? Part II). *Voprosy ekonomiki*, No. 3, 120–147 (In Russ.).
35. Kyui, N. E. (2008). Obrazovanie, vybor kategorii professional'noi zaniatosti i zarabotnaia plata v Rossii (Return to Education with Endogenous Occupational Choice: Empirical Analysis for the Russian Federation). *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki [Higher School of Economics Economic Journal]*, Vol. 12, No. 3, 365–399 (In Russ.).
36. Vasiakina, M., Robone, S. (2018). Education-job mismatch as a determinant of health: Evidence from the Russian Federation. *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, Vol. 72, No. 4, 101–112 (In Russ.).
37. Varshavskaya, E. Ia. (2016). Rossiiskie rabotniki s vysshim obrazovaniem: analiz obrazovatelnykh spetsialnostei (Russian employees with higher education: analysis of areas of study). *Voprosy statistiki*, No. 9, 65–74 (In Russ.).
38. Varshavskaya, E. Ya., Kotyrlo, E. S. (2019) Vypuskniki inzhenerno-tekhnicheskikh i ekonomicheskikh spetsial'nostei: mezhdru sprosom i predlozheniem (Engineering and Economics Graduates: Between Demand and Supply). *Voprosy obrazovaniia (Educational Studies)*, No. 2, 98–128 (In Russ.).
39. Stuken, T. Iu. (2018). Kachestvo zaniatosti vypusknikov na regionalnykh rynkakh truda (The quality of employment of graduates on regional labour markets). *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki (Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences)*, No. 2, 33–39 (In Russ.).
40. Akatyev, Iu. V., Lysak, I. A. (1997). Sovremennyi agrarnyi trud i otnoshenie k nemu [Contemporary Agrarian Labor and Attitudes to It]. *Sotsiologicheskie issledovaniia (Sociological Studies)*, No. 8, 69–70 (In Russ.).
41. Herrera, J., Merceron, S. (2013). Underemployment and Job Mismatch in Sub-Saharan Africa. *Urban Labor Markets in Sub-Saharan Africa*. Edited by F. Roubaud, P. de Vreyer. Washington DC, The World Bank, 83–107.
42. Lishchuk, E. N., Kapelyuk, S. D., Chistyakova, O. A. (2020). O vostrebovanosti bukhgalterov na selskom rynke truda: realii, prichiny, posledstviia (On the demand for accoun-

tants in the rural labor market: Evidence, causes and consequences). *Bulletin NGIEI*, No. 6, 88–100 (In Russ.).

43. Machin, S., Marie, O., Vujic, S. (2011). The Crime Reducing Effect of Education. *The Economic Journal*, Vol. 121, No. 552, 463–484. DOI: 10.1111/j.1468–0297.2011.02430.x.

44. Hjalmarsson, R., Holmlund, H., Lindquist, M.J. (2015). The Effect of Education on Criminal Convictions and Incarceration: Causal Evidence from Micro-data. *The Economic Journal*, Vol. 125, No. 587, 1290–1326. DOI: 10.1111/ecoj.12204.

45. Cowell, A.J. (2006). The relationship between education and health behavior: some empirical evidence. *Health Economics*, Vol. 15, No. 2, 125–146. DOI: 10.1002/hec.1019.

46. Dee, T.S. (2004). Are there civic returns to education? *Journal of Public Economics*, Vol. 88, No. 9–10, 1697–1720. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2003.11.002.

47. Martins, P.S., Jin, J.Y. (2010). Firm-level social returns to education. *Journal of Population Economics*, Vol. 23, 539–558. DOI: 10.1007/s00148-008-0204-9.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kapelyuk Sergey Dmitrievich

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theoretical and Applied Economics, Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk, Russia (630087, Novosibirsk, Prospekt Karla Marksa, 26); ORCID 0000-0002-4175-8227; e-mail: skapelyuk@bk.ru.

Lishchuk Elena Nikolaevna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-rector for Academic Research, Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk, Russia (630087, Novosibirsk, Prospekt Karla Marksa, 26); ORCID 0000-0002-0188-5993; e-mail: pscience@sibupk.nsk.su.

ACKNOWLEDGMENTS

The reported study was funded by RFBR and the Government of the Novosibirsk Oblast, project number 19-410-540003 «Rural labor market in Novosibirsk Oblast: modern situation and problems of development».

FOR CITATION

Kapelyuk S.D., Lishchuk E.N. The Scale of Overeducation in the Rural Labor Market. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, No. 3, 370–397. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.018.

ARTICLE INFO


Received May 20, 2020; Revised July 15, 2020; Accepted September 3, 2020.



Факторы успешного краудфандингового финансирования (на примере российской платформы Boomstarter)

Т. Б. Замбалаева  

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
г. Томск, Россия*

 zambalayeva@mail.ru

Аннотация. В работе проведено исследование факторов успешного краудфандингового финансирования на примере российской платформы Boomstarter. Технология краудфандинг представляет собой процесс финансирования разнообразных проектов, позволяющий автору запрашивать финансовую помощь от большого числа людей взамен на вознаграждение. Благодаря технологии предприниматели могут запускать кампании не только на локальных, но и международных платформах. Вследствие этого формируется сообщество вокруг цифровых платформ, которое предоставляет доступ к большому числу партнеров и пользователей. Гипотеза исследования заключается в том, что социально-информационные факторы способствуют достижению финансовой цели для краудфандинговой кампании. Данное исследование проводится на платформе Boomstarter в категориях технологии, оборудование, программное обеспечение, книги и игры. Эмпирическая база данных состоит из 100 проектов, размещенных на платформе в период с 2013 по 2019 г. Для каждого из проектов были собраны различные характеристики, от финансово-экономических (финансовая цель, количество лотов с вознаграждениями, количество спонсоров, сумма собранных средств) до характеристик, описывающих оформление проекта. Среди них наличие видеоролика и изображений, наличие ссылок на социальные сети. Основным методом анализа выступает эконометрический анализ в программе RStudio. Полученные результаты указывают на четыре фактора, которые способствуют активному сбору денежных средств. А именно заявленная сумма, социально-экономические факторы, такие как количество новостей, опубликованных автором, наличие комментариев, оставленных спонсорами, и количество репостов в социальных сетях. Важно отметить, полученные характеристики являются единственными собранными факторами, которые могут быть получены только в конце процесса сбора денежных средств. Результаты исследования имеют все шансы предоставлять рекомендации авторам проектов на стадии краудфандинговой кампании. Таким образом, технология краудфандинг является перспективным и важным инструментом финансирования проектов.

Ключевые слова: цифровые платформы; цифровая экономика; краудфандинг; краудфандинговые платформы; финансирование; инновационные проекты; Boomstarter; RStudio.

1. Введение

В рамках цифровой экономики уделяется большое внимание платформизации. Платформизация представляет собой процесс, способствующий изменению рыночных отношений, формирует при этом абсолютно новые рынки

и методы ведения бизнеса и распространения инноваций.

Недостаток финансирования – одна из главных проблем, препятствующих развитию бизнеса. Начинающим предпринимателям банковские кредиты малодоступны по причине несоответствия

требованиям кредиторов. Поэтому альтернативным источником финансирования выступает краудфандинговая платформа. Компании Amazon.com, Alibaba, Facebook, основанные на цифровых платформах, являются мировыми лидерами по уровню капитализации.

Цифровые платформы можно разделить на следующие классификации: инструментальные, инфраструктурные и прикладные. В исследовании рассмотрим прикладные цифровые платформы, а именно краудфандинговые платформы, задача которых – взаимодействие общества по привлечению денежных средств в обмен на определенные экономические ценности. Благодаря технологии формируется предпринимательская экосистема вокруг цифровых платформ. В результате сокращаются транзакционные издержки, снижаются барьеры для входа и появляется доступ к большому числу партнеров и пользователей.

Краудфандинг относится к способу финансирования разнообразных проектов, который позволяет участнику запрашивать финансовую помощь от большого числа людей. Используют краудфандинг во всем мире. Так, в США популярными платформами являются Kick starter, Indie Go Go, в России – Boomstarter и Planeta.ru. Технология позволяет предпринимателям запустить кампании не только на локальных, но и международных платформах.

Мировой рынок краудфандинга оценен в 10,2 млрд долл. в 2018 г. и, как ожидается, достигнет 28,8 млрд долл. к концу 2025 г., увеличиваясь в среднем на 16% в указанный период¹. Что касается российского рынка, то в 2019 г.

объем составил 7,1 млрд руб. Доля российского рынка краудфандинга в мировом объеме краудфандинга по итогам 2019 г. составила 0,8%².

При этом в отечественной академической литературе недостаточно изучены аспекты для успешного привлечения инвестиций в краудфандинг. Таким образом, краудфандинговое финансирование представляет особый интерес для экономической науки.

Целью данной работы является исследование факторов, которые способствуют сбору денежных средств с помощью краудфандинга.

Данное исследование проверяет гипотезу о том, что социально-информационные факторы (наличие изображений, видео и комментариев) способствуют достижению финансовой цели для краудфандинговой кампании.

2. Степень проработанности проблемы

Технология краудфандинга вызвала широкий интерес у исследователей во всем мире, а именно уделяется особое внимание к факторам привлечения средств. Так, исследователи Kurriswamy V., Bayus B. установили, что стандартная форма помощи проекта U-образная, то есть спонсоры отдают предпочтение вкладывать средства в первые дни кампании, а также перед окончанием проекта [1].

Zvilichovsky D., Inbar Y., Barzilay O. рассмотрели значение реципрокности в краудфандинге и пришли к заключению, чем активнее автор проекта ранее инвестировал краудфандинговые кампании других участников платфор-

¹ Отчет об исследовании Global Crowdfunding Insights за 2019. https://reports.valuates.com/sreport/PROF-Auto-37S162/Global_Crowdfunding_Insights_Research_Report_2025_Market (дата обращения: 06.07.2020).

² Доклад Банка России Развитие альтернативных механизмов инвестирования: прямые инвестиции и краудфандинг август 2020 года. https://cbr.ru/Content/Document/File/112055/Consultation_Paper_200811.pdf (дата обращения: 23.08.2020).

мы, тем наиболее вероятен успех самого проекта [2]. Краудфандинговый проект обладает возможностью получить наибольшее количество денежных средств, если цена самого дорогостоящего вознаграждения немного превосходит среднее значение этой величины на платформе. Кроме того, исследователи Chia-Ling C., Yen-Sheng L. и Han Kun T. обнаружили, что повышение числа альтернатив вознаграждений обладает отрицательным воздействием на результат кампании [3].

Koch J., Siering M. рассмотрели обширный перечень факторов, которые были сгруппированы по следующим критериям: медиааспекты, содержащие размер текстового отображения, наличие видеороликов, аспекты, связанные с проектом (наличие обновлений проекта, объем целевой суммы), факторы, связанные с автором проекта (опыт в создании краудфандинговых проектов, инвестирование автором других краудфандинговых проектов). Ученые определили, что подробная информация о проекте, представленная с помощью медиааспектов, а также наличие финансирования других проектов автором обладает существенной значимостью и положительным результатом на исход кампании. Однако сведения об опыте у автора сравнительно запуска проекта в краудфандинге, количество друзей в социальных сетях не влияет на результативность проекта [4].

Lamidi A. исследовал набор данных в объеме 42 000 проектов с платформы Kickstarter, где большую часть выборки составили проекты, собравшие более 100 % от финансовой цели, остальная часть – это проекты, которые не сумели собрать необходимый размер инвестиций³. Кроме того, Lamidi A. обнару-

жил, как выбранная категория проекта влияет на успех кампании. С наиболее высоким процентом завершенных краудфандинговых проектов считаются танцы (75 %), театр (70 %) и музыка (68 %). К категориям с наименьшей долей успешных проектов относятся литература (40 %), технологии (39 %), мода (32 %) и другие.

Для достижения успешной краудфандинговой кампании эксперты рекомендуют обратиться за помощью к друзьям и знакомым, чтобы они внесли первые взносы и прорекламировали проект среди своего окружения. Эксперты рекомендуют избегать запуска и завершения проекта на выходные дни, согласно статистике в это время приток инвестиции равен 75 %. Поэтому для того, чтобы кампания получала как можно больше поступлений средств, необходимо захватывать аудиторию в будние дни.

Cumming D., Johan, S., Zhang Y. оценили факторы, связанные с расходами платформы по соблюдению нормативных требований проектов (проверка данных, мониторинг посещения сайта, отслеживание потока денежных средств). Выявили платформы, использующие комплексную проверку достижения заявленной финансовой цели [5].

Xie K., Liu Z. и Chen L. определили категории проектов, получающие наибольшее финансирование, такие как наука и технологии, развлечения, видео, дизайн, сельское хозяйство, игры и книги [6]. Это означает, что разные типы проектов имеют разные факторы успеха. Hoegen A., Steininger D. и Veit D. провели литературный обзор 68 статей для определения факторов, влияющих на принятие решений инвесторами в краудфандинге. Выяснили, что основными мотивами инвесторов является успех краудфандинговых кампаний [thesuccess-of-kickstarter-campaigns-3f4a976419b9 (дата обращения: 23.08.2020)].

³Lamidi A. Predicting the success of Kickstarter campaigns [Electronic recourse]. URL: <https://towardsdatascience.com/predicting->

ляются благотворительность и личные интересы [7].

Simons A., Kaiser L. и Brocke J. рассмотрели внутренний краудфандинг фирмы. Он используется для стимулирования инноваций и сотрудничества между работниками, которые предлагают и оценивают идеи проектов на платформах Intranet [8]. Внешний корпоративный краудфандинг часто используется для сбора идей от людей за пределами фирмы, но также может служить другим целям, например созданию прототипов.

Для того чтобы максимально использовать новые возможности по сбору средств, предлагаемых краудфандингом, необходимо понимать аспекты, влияющие на потенциальных спонсоров в поддержку проектов. Cho M., Lemon L. и Levenshus A. оценили факторы, побуждающие поддерживать краудфандинговые проекты. Авторы провели онлайн-опрос среди студентов крупного государственного университета на юго-востоке США [9]. В результате выяснили, что поведенческие факторы являются одними из ключевых. К данной категории можно отнести намерение инвестировать и популяризировать краудфандинговые проекты своему окружению.

Efrat K. и Gilboa S. изучили взаимодействие между авторами и спонсорами проектов, которые способствуют достижению финансовой цели. Исследователи пришли к выводу, что открытое и прямое общение, привязанность и доверие влияют на финансовые и нефинансовые аспекты проекта. Эксперты рекомендуют при планировании и маркетинге краудфандинговых кампаний выделять эмоциональные ценности, заложенные в проекте [10]. Например, при подготовке видео авторы должны убедить, что контент не только информати-

вен, но и продвигает общие ценности и эмоциональные чувства. Во время проведения кампании собственникам проектов следует выразить свою благодарность спонсорам.

Eldridge D., Nisar T. и Torchia M. исследуют филантропическое поведение, предоставив эмпирические объяснения взаимосвязи между технологическими и проектными характеристиками, эмоциональными и когнитивными состояниями и поведением людей в отношении денежных взносов [11]. Для практиков исследование предлагает соответствующие стратегии разработки, запуска и эксплуатации, чтобы облегчить поведение людей в отношении пожертвований в благотворительном краудфандинге.

Liu L., Suh A. и Wagner C. на основе эмпирического исследования определили основные мотивы участников в отношении пожертвований при благотворительном краудфандинге. Итак, сочувствие и доверие людей являются определяющими при намерении спонсировать проект. В частности, качество веб-сайта с точки зрения безопасности, удобства навигации, визуальной привлекательности и удобства транзакций являются ключевыми факторами, влияющими на сочувствие людей к благотворительным краудфандинговым проектам [12].

Steigenberger N. задается вопросом: какова мотивация сторонников вкладывать финансовые ресурсы в проекты, финансируемые с помощью краудфандинга на основе вознаграждений? Исследование выявило гибридную структуру мотивации с доминирующим мотивом спроса. Участники основывают свои взносы на логике потребления, где намерение приобрести продукт превышает спрос на другие вознаграждения. Важная роль мотива спроса также видна в распределении индивидуаль-

ных взносов, где подавляющее большинство взносов находится в диапазоне от 20 до 50 долл. и почти все взносы таковы, что включают предварительную покупку продукта, который будет разработан. В подгруппе покупателей эта картина еще более выражена: при среднем обязательстве в 25 долл. члены этой группы, как правило, платят ровно столько, сколько необходимо для предварительной покупки разрабатываемого продукта. Подгруппа вовлеченных сторонников берет на себя в среднем 40 долл. – несколько больше денег на залог, деньги, уплаченные сверх лимита покупок можно понимать, как дополнительную готовность платить, основанную на более сильных альтруистических и информационных мотивах [13].

Обобщая многочисленные исследования, проведенными зарубежными исследователями по данной проблеме, следует отметить, что на результативность краудфандингового проекта влияют разные факторы. Однако большинство ученых пришли к выводу, что социально-информационные факторы являются одними из ключевых. Поэтому в работе сфокусируемся на следующие характеристики проекта: информации об авторе, финансовые показатели, количество вознаграждений, период проведения кампании.

3. Методы исследования

В ходе проведения исследования нашли свое применение такие методы, как анализ и синтез, статистический метод.

В рамках работы предлагается исследование краудфандингового финансирования по определению взаимосвязи между успешностью проекта и зависимыми переменными (финансовые, факторы, связанные с автором проекта, социальной коммуникации, описания и дизайна).

Процедура исследования включала три этапа. На первом этапе проведен анализ зарубежной литературы, посвященной изучению факторов привлечения средств в краудфандинге, представленных в международных базах научного цитирования Scopus в 2015–2019 гг.

На втором этапе собрали данные с одной из ведущих российских краудфандинговых платформ – Boomstarter. Этап включал сбор информации запущенных проектов в категориях: технологии, оборудование, программное обеспечение, книги и игры. В выборку попали 100 проектов, размещенных на платформе в период с 2013 по 2019 г. Рассматривали успешные проекты и проекты, не достигшие заявленной финансовой цели. Соотношение успешных и неуспешных проектов 50:50.

Далее для каждого из проектов были собраны различные характеристики, от финансово-экономических (финансовая цель, количество лотов с вознаграждениями, количество спонсоров, сумма собранных средств) до характеристик, описывающих оформление проекта. Среди них – наличие видеоролика и изображений, ссылок на социальные сети.

На третьем этапе проведен регрессионный анализ с помощью программы RStudio. Для этого построили модель множественной линейной регрессии, значения которых показали связь между переменными. В качестве переменных выступали целевой объем средств, собранный объем средств, количество вознаграждений, количество спонсоров, количество проектов, запущенных автором, количество друзей в социальных сетях, количество ссылок, частота обновлений, комментарии, репосты, видео и изображения. Затем проверяли модель на значимость с помощью на F -теста.

4. Построение модели и анализ данных

На основе собранных данных была построена модель множественной линейной регрессии с помощью программы RStudio. В качестве результативного

фактора рассматривалась успешность проекта, которая определялась как процент собранных средств от заявленного, финансовой цели (табл. 1).

Модель множественной линейной регрессии предназначена для проверки

Таблица 1. Объясняющие переменные эконометрической модели

Table 1. Explanatory variables of the econometric model

№	Переменная	Описание	Тип
Финансовые факторы			
1	Успешность проекта Success.state	Если проект поднял не менее 100% цели по объявлению взносов, 0 в противном случае 1	Логический
2	Цель Goal	Целевой объем средств	Численный
3	Pledgedbybacker	Собранный объем средств	Численный
4	Награды Rewards	Количество лотов с вознаграждениями	Численный
Факторы, связанные с автором проекта			
5	Founderasbacker	Количество спонсоров	Численный
6	Founderprojects	Количество проектов, запущенных автором	Численный
7	Founderfriends	Количество друзей автора проекта в социальных сетях	Численный
8	Foundersites	Количество ссылок на сайты, прикрепленных автором	Численный
9	Новости News	Количество обновлений проекта	Численный
Факторы социальной коммуникации			
10	Комментарии Comments	Количество комментариев со стороны спонсоров	Численный
11	Репосты Reposts	Сумма репостов в социальных сетях «ВКонтакте» и Facebook	Численный
Описание и дизайн			
12	Наличие титульного видео Has.video	1 – есть видео, 0 – нет	Логический
13	Изображений Images	Количество изображений, представленных в описании проекта	Численный

Источник: составлена автором.

и изучения связи между одной зависимой переменной и несколькими независимыми объясняющими переменными.

Сама эконометрическая модель выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \gamma = & \beta_1 + \beta_2 goal + \beta_3 pledgedbybacker + \\ & + \beta_4 rewards + \beta_5 founderasbacker + \\ & + \beta_6 founderprojects + \beta_7 pledgedbybacker + \\ & + \beta_8 foundersites + \beta_9 news + \\ & + \beta_{10} comments + \beta_{11} reposts + \beta_{12} has.video + \\ & + \beta_{13} images \quad (\gamma = \text{successful}). \end{aligned} \quad (1)$$

Следующий шаг: проверка связи на случайность или не случайность между переменными (коэффициент детерминации R^2 – показатель адекватности линейной регрессионной модели: чем выше значение этого показателя, тем более точно линейная регрессия описывает исходные данные).

Применим F -тест для нашей модели с использованием пакетов R . В результате p -value равно $2.487e-13 < 0,05$, значит, отвергается на уровне значимости $\gamma = 5\%$, и признается статистическая значимость и надежность коэффициента детерминации и уравнения регрессии.

В модель мы не включили ряд факторов, таких как продолжительность кампании, популярность темы и позиция компании на платформе Boomstarter. Фактор продолжительность кампании невозможно собрать, так как дата начала каждого завершённого проекта не была доступна на Boomstarter. Этот фактор может существенно усилить значимость фактора, представляющего собой целевую сумму денег, которую основатель хочет собрать на платформе. Другим фактором, который не был измерен, является позиция компании на веб-странице Boomstarter. Была ли кампания

представлена на главной веб-странице платформы или нет, если это было так, то сколько часов было указано на ней. Некоторые проекты тесно связаны с трендами. Тем не менее существует много проектов, тема которых не пользуется популярностью, но все же находит спрос. Следовательно, фактор, который определяет, находится ли тема проекта популярной или нет, может усилить силу собранных факторов.

Таким образом, для определения факторов в прогнозировании сбора денежных средств была построена регрессионная модель. Модель построена на основе факторов, которые могут быть получены в конце процесса сбора денег. Этими факторами являются количество проектов, запущенных автором; количество друзей у автора в социальных сетях; количество спонсоров; целевой объем средств; вознаграждения и наличие видеоматериалов.

5. Результаты исследования

На рис. 1 показано соотношение краудфандинговых проектов в рассмотренных категориях на платформе Boomstarter. Направление платформы в основном технологическое: 43 проекта запущено в категории «технологии», категории «с наименьшим количеством» являются книги и игры. На рис. 2 представлена средняя сумма финансовой цели. Успешными считаются проекты в категориях «программное обеспечение», «оборудование и технологии». Следовательно, необходимо учитывать категории проектов при прогнозировании сбора денежных средств.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Можно увидеть, что первоначальная финансовая цель проекта (*goal*) имеет негативное влияние на зависимую переменную, успешность проекта. Это значит, что изначально завышенные де-

Общее количество проектов платформы Boomstarter за 2013-2019 гг.

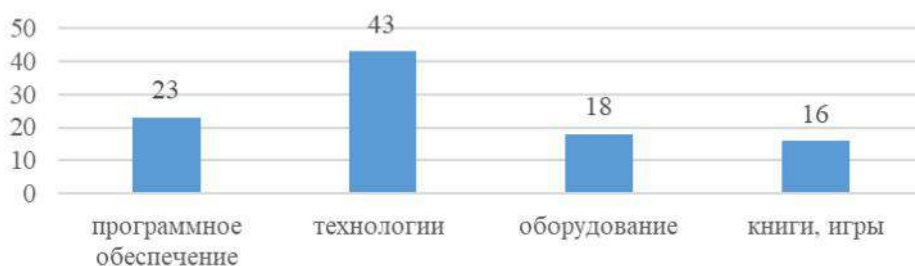


Рис. 1. Общее количество проектов платформы Boomstarter за 2013–2019 гг.

Fig 1. The total number of projects of the Boomstarter platform for 2013–2019.

Средняя сумма финансовой цели проектов на платформе Boomstarter за 2013-2019, руб.

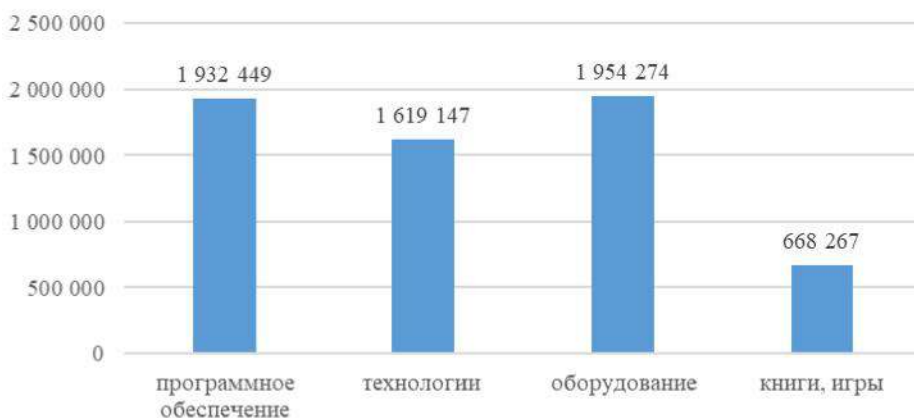


Рис. 2. Средняя сумма финансовой цели проектов на платформе Boomstarter за 2013–2019 гг., руб.

Fig 2. The average amount of the financial goal of projects on the Boomstarter platform for 2013–2019, rubles.

нежные ожидания уменьшают шансы проекта на успех. Поэтому при расчете стоимости проекта следует провести анализ аналогичных проектов на платформе, также обратиться к категории «рекордсмены», а после этого снова обдумать финансовую цель. В свою очередь, повышает вероятность успеха наличие материала о проекте (news).

В то же время отрицательно влияет на успех проекта присутствие в опи-

сании большого числа видео и изображений (has.video, images). Однако представление информации о проекте в виде инфографики и публикация ссылок на социальные сети не играет важной роли в успешном финансировании. Далее комментарии (comments) имеют положительное и значимое влияние на показатели успеха краудфандинговой кампании. Было обнаружено, что общее количество публикаций о проек-

Таблица 2. Полученные значения эконометрической модели

Table 2. The values obtained of the econometric model

	Estimate	Std. Error	T value	Pr(> t)	Degree of influence
(Intercept)	1.507e-01	1.194e-01	1.262	0.210238	
goal	-2.034e-05	8.649e-06	-2.352	0.020934	*
pledgedbybacker	6.917e-04	1.213e-04	5.700	1.61e-07	***
Rewards	-1.297e-02	5.295e-03	-2.449	0.016312	*
founderasbacker	2.595e-04	2.626e-04	0.988	0.325797	
founderprojects	1.133e-01	6.753e-02	1.678	0.096890	
founderfriends	1.459e-04	3.461e-05	4.214	6.11e-05	***
foundersites	2.100e-02	1.749e-02	1.201	0.232980	
news	1.087e-02	3.020e-03	3.599	0.000530	***
comments	5.747e-03	1.424e-03	4.035	0.000117	***
reposts	-1.228e-04	1.770e-04	-0.694	0.489689	
has.video	-7.747e-02	8.744e-02	-0.886	0.378098	
images	7.147e-03	5.483e-03	1.304	0.195804	

Источник: построена автором. *10% уровень значимости, **5% уровень значимости, ***1% уровень значимости.

те в онлайн-среде имеет положительное влияние на индикаторы успеха.

Следовательно, количество публикаций в медиа имеет существенное воздействие на общее количество спонсоров, сумму финансирования, но не на сам факт успеха проекта, что подтверждает важность публикаций для привлечения спонсоров в проект. Также наличие вознаграждения (rewards) для спонсоров является одним из важных, поскольку спонсоры могут самостоятельно позаботиться о награде, которые желают получить в обмен на свои обещанные деньги.

Таким образом, полученные значения важны при проектировании краудфандинговой кампании. Проектам, планирующим достигнуть целевой суммы, необходимо придерживаться следующих рекомендаций: краудфандинговая кампания должна включать информа-

цию о продвижении проекта, активное общение с аудиторией и наличие разнообразного поощрения спонсоров.

6. Заключение

В результате исследования нами была подтверждена гипотеза, что социально-информационные факторы влияют на сбор денежных средств краудфандингового проекта. Необходимо отметить, что инициаторам следует учитывать назначение проекта, поскольку проекты, получающие наибольшую финансовую сумму, наблюдаются в категориях «оборудование», «технологии» и «программное обеспечение».

Использование социальных сетей в качестве источника рекламы является одним из ключевых. Социальные сети также являются инструментом продвижения и продажи продуктов (услуг). Поэтому активная краудфандинговая

кампания может выходить за рамки простого сбора необходимых средств. Кампании в социальных сетях обеспечивают быстрым доступом к нескольким каналам и позволяют отслеживать трафик на веб-сайтах. Кроме того, следует поддерживать связь со спонсорами в течение всей кампании путем информирования о процессе деятельности и общения.

Технология краудфандинг является перспективным и важным инструментом финансирования и реализации проектов. В качестве дальнейших исследований остается открытым вопрос о воздействии в модели ряда факторов, таких как популярность темы и позиция кампании на платформе Boomstarter.

Список использованных источников

1. *Kuppuswamy V., Bayus B. L.* Crowdfunding creative ideas: the dynamics of project backers // *The Economics of Crowdfunding* / Edited by D. Cumming, L. Hornuf L. Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2018. Pp. 151–182.
2. *Zvilichovsky D., Inbar Y., Barzilay O.* Playing Both Sides of the Market: Success and Reciprocity on Crowdfunding Platforms // *Journal of Economics & Management Strategy*. 2015. Pp. 1–45. DOI: 10.2139/ssrn.2304101.
3. *Chia-Ling C., Yen-Sheng L., Han Kun T.* Does Venture Capital Affect Sponsors Decision? Evidence from Reward-Based Crowdfunding // *Proceedings 29th Annual Conference on Financial Economics & Accounting 2018, 2019 Financial Markets & Corporate Governance Conference*. 2019. Pp. 110–115. DOI: 10.2139/ssrn.3318863.
4. *Koch J. A., Siering M.* Crowdfunding Success Factors: The Characteristics of Successfully Funded Projects on Crowdfunding Platforms // *Proceedings of the 23rd European Conference on Information Systems*. ECIS. 2015. Paper 106. DOI: 10.18151/7217393.
5. *Cumming D. J., Johan S. A., Zhang Y.* The role of due diligence in crowd funding platforms // *Journal of Banking and Finance*. 2019. Vol. 108, Issue C. Pp. 1–50. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2019.105661.
6. *Xie K., Liu Z., Chen L.* Success factors and complex dynamics of crowdfunding: An empirical research on Taobao platform in China // *Electron Markets*. 2019. Vol. 29, No. 2. Pp. 187–199. DOI: 10.1007/s12525-018-0305-6.
7. *Hoegen A., Steininger D. M., Veit D.* How do investors decide? An interdisciplinary review of decision-making in crowdfunding // *Electron Markets*. 2018. Vol. 28, No. 3. Pp. 339–365. DOI: 10.1007/s12525-017-0269-y.
8. *Simons A., Kaiser L. F., Brocke J.* Enterprise Crowdfunding: Foundations, Applications, and Research Findings // *Business & Information Systems Engineering*. 2019. Vol. 61, No. 1. Pp. 113–121. DOI: 10.1007/s12599-018-0568-7.
9. *Cho M., Lemon L. L., Levenshus A. B.* Current students as university donors?: determinants in college students intentions to donate and share information about university crowdfunding efforts // *International Review on Public and Nonprofit Marketing*. 2019. Vol. 16, No. 1. Pp. 23–41. DOI: 10.1007/s12208-018-00217-9.
10. *Efrat K., Gilboa S.* Relationship approach to crowdfunding: how creators and supporters interaction enhances projects success // *Electron Markets*. 2019. Pp. 1–13. DOI: 10.1007/s12525-019-00391-6.
11. *Eldridge D., Nisar T. M., Torchia M.* What impact does equity crowdfunding have on SME innovation and growth? An empirical study // *Small Business Economics*. 2019. Vol. 0. Pp. 1–16. DOI: 10.1007/s1187-019-00210-4.
12. *Liu L., Suh A., Wagner C.* Empathy or perceived credibility? An empirical study on individual donation behavior in charitable crowdfunding // *Internet Research*. 2018. Vol. 28, No. 3. Pp. 623–651. DOI: 10.1108/IntR-06-2017-0240.

13. *Steigenberger N.* Why supporters contribute to reward-based crowdfunding // International Journal of Enterpreneurial Behavior & Research. 2017. Vol. 23, No. 2. Pp. 336–356. DOI: 10.1108/IJEER-04-2016-0117.
14. *Koch J., Siering M.* The recipe of successful crowdfunding campaigns // Electron Markets. 2019. Vol. 29, No. 4. Pp. 661–679. DOI: 10.1007/s12525-019-00357-8.
15. *Dai H., Zhang D.* Prosocial Goal Pursuit in Crowdfunding: Evidence from Kickstarter // Journal of Marketing Research. 2019. Vol. 56, No. 3. Pp. 498–517. DOI: 10.1177/0022243718821697.
16. *Dibrova A.* Understanding the essence of alternative finance: theoretical aspects // New Challenges of Economic and Business Development. 2017. Vol. 5, No. 18. Pp. 133–142.
17. *Laurell C., Sandström C., Suseno Y.* Assessing the interplay between crowdfunding and sustainability in social media // Technological Forecasting and Social Change. 2019. Vol. 141, No. 4. Pp. 117–127. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.07.015.
18. *Hartmann F., Grottolo G., Wang X., Lunesu M. I.* Alternative Fundraising: Success Factors for Blockchain-Based vs. Conventional Crowdfunding // International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering. IEEE, 2019. Pp. 38–43. DOI: 10.1109/IWBOSE.2019.8666515.
19. *Акаткин Ю. М., Карпов О. Э., Коняевский В. А., Ясиновская Е. Д.* Цифровая экономика: концептуальная архитектура экосистемы цифровой отрасли // Бизнес-информатика. 2017. № 4 (42). С. 17–28. DOI: 10.17323/1998–0663.2017.4.17.28.
20. *Будович Ю. И.* Краудфандинг в зеркале нефинансовой экономики // Бизнес. Образование. Право. 2019. Т. 46, № 1. С. 40–46. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.46.141.
21. *Долженко Р. А.* Некоторые вопросы оценки эффективности краудфандинга на отечественной краудфандинговой платформе «Планета» // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 76–84.
22. *Масленников М. И.* Технологические инновации и их влияние на экономику // Экономика региона. 2017. Т. 13, № 4. С. 1221–1235. DOI: 10.17059/2017-4-20.
23. *Некрасова Т. П., Шумейко Е. В.* Экономическая оценка краудфандинга как метода привлечения инвестиций // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 5. С. 114–124. DOI: 10.18721.
24. *Осипов Ю. М., Юдина Т. Н., Гелисханов И. З.* Цифровая платформа как институт эпохи технологического прорыва // Экономические стратегии. 2018. № 5. С. 22–29.
25. *Попов Е. В., Герцегова Е. А., Семячков К. А.* Инновации в институциональном моделировании долевой экономики // Журнал институциональных исследований. 2018. Т. 10, № 2. С. 25–42. DOI: 10.17835/2076–6297.2018.10.2.026–043.
26. *Рукавишников С. В.* Краудфандинг в системе предпринимательства, его виды и используемые технологии // Вестник государственного университета управления. 2017. № 2. С. 189–194.
27. *Рукавишников С. В., Покаместов И. Е.* Место краудфандинговых сделок на финансовых рынках в зарубежных правовых системах // Экономика и предпринимательство. 2019. № 2. С. 1177–1185.
28. *Ревенко Н. С.* Новые контуры цифровизации за рубежом и в России: экономика совместного потребления // Экономика и управление. 2018. № 2. С. 103–110. DOI: 10.26794/1999–849X-2018-11-2-103-110.
29. *Чепуренко А.* Инновационное предпринимательство в странах с переходной экономикой: проблемы и перспективы // Innovation Entrepreneurship in Transition Economies: Problems and Outlook. Foresight and STI Governance. 2017. Т. 11, № 3. С. 6–9. DOI: 10.17323/2500–2597.2017.3.6.9.
30. *Юдина Т. Н.* Цифровой сегмент реальной экономики: цифровая экономика в контексте аналоговой // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 2. С. 7–18. DOI: 10.18721/JE.12201.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Замбалаева Туяна Баировна

Аспирант Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, Россия (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36); ORCID 0000-0002-4451-1000; e-mail: zambalayeva@mail.ru.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Замбалаева Т. Б. Факторы успешного краудфандингового финансирования (на примере российской платформы Boomstarter) // Journal of Applied Economic Research. 2020. Т. 19, № 3. С. 398–412. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.019.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ


Дата поступления 14 августа 2020 г.; дата поступления после рецензирования 25 августа 2020 г.; дата принятия к печати 1 сентября 2020 г.

Research of Factors of Successful Crowdfunding Finance on the Example of the Russian Boomstarter Platform

T. B. Zambalaeva  

National Research Tomsk State University

Tomsk, Russia

 zambalayeva@mail.ru

Abstract. The paper focuses on the factors of a successful crowdfunding financing case – the Russian platform Boomstarter. The aim of the study is to design a model to determine the characteristics of projects which contribute to the collection of funds in crowdfunding. Crowdfunding technology is a process of financing a variety of projects that allows the initiator to request financial support from a large number of people in return for a reward. Thanks to the technology, entrepreneurs can launch campaigns not only on local but also international platforms. As a result, a community is formed around digital platforms that provides an access to a large number of partners and users. The hypothesis of the study is that social and information factors contribute to the achievement of the financial goal of a crowdfunding campaign. This study was conducted on the Boomstarter platform in the technology, hardware and software categories. The empirical database consists of 100 projects hosted by the platform between 2013 and 2019. For each of the projects different characteristics were collected of the financial and economic nature (financial target number of lots with the awards, the number of sponsors, amount of funds) to the characteristics describing the design clearance. Among them is the presence of video and images, the presence of links to social networks. The main method of analysis is econometric analysis in the RStudio program. The results point to four factors that contribute to active fundraising. Namely, the declared amount, social and economic factors, such as the number of news releases published by the founder of the project, the presence of comments left by sponsors, and the number of reposts on social networks VKontakte and Facebook. It is important to note that the characteristics obtained are the only collected factors that can only be obtained at the end of the fundraising process. In addition, the results of the study have every chance of providing recommendations to authors of projects at the stage of their crowdfunding campaign. Thus, crowdfunding technology is a promising and important tool for financing projects.

Key words: digital platforms; digital economy; crowdfunding; crowdfunding platforms; financing; innovation projects; innovations; Boomstarter; RStudio.

JEL O31, L86

References

1. Kuppuswamy, V., Bayus, B. L. (2018). Crowdfunding creative ideas: the dynamics of project backers. *The Economics of Crowdfunding*. Edited by D. Cumming, L. Hornuf L. Palgrave Macmillan, Basingstoke, 151–182.
2. Zvilichovsky, D., Inbar, Y., Barzilay, O. (2015). Playing Both Sides of the Market: Success and Reciprocity on Crowdfunding Platforms. *Journal of Economics & Management Strategy*, 1–45. DOI: 10.2139/ssrn.2304101.
3. Chia-Ling, C., Yen-Sheng, L., Han Kun, T. (2019). Does Venture Capital Affect Sponsors Decision? Evidence from Reward-Based Crowdfunding. *Proceedings 29th Annual Conference on Financial Economics & Accounting 2018, 2019 Financial Markets & Corporate Governance Conference*, 110–115. DOI: 10.2139/ssrn.3318863.
4. Koch, J. A., Siering, M. (2015). Crowdfunding Success Factors: The Characteristics of Successfully Funded Projects on Crowdfunding Platforms. *Proceedings of the 23rd European Conference on Information Systems*. ECIS, Paper 106. DOI: 10.18151/7217393.

5. Cumming, D. J., Johan, S. A., Zhang, Y. (2019). The role of due diligence in crowd funding platforms. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 108, Issue C, 1–50. DOI: 10.1016 / j.jbankfin.2019.105661.
6. Xie, K., Liu, Z., Chen, L. (2019). Success factors and complex dynamics of crowdfunding: An empirical research on Taobao platform in China. *Electron Markets*, Vol. 29, No. 2, 187–199. DOI: 10.1007/s12525-018-0305-6.
7. Hoegen, A., Steininger, D. M., Veit, D. (2018). How do investors decide? An interdisciplinary review of decision-making in crowdfunding. *Electron Markets*, Vol. 28, No. 3, 339–365. DOI: 10.1007/s12525-017-0269-y.
8. Simons, A., Kaiser, L. F., Brocke, J. (2019). Enterprise Crowdfunding: Foundations, Applications, and Research Findings. *Business & Information Systems Engineering*, Vol. 61, No. 1, 113–121. DOI: 10.1007/s12599-018-0568-7.
9. Cho, M., Lemon, L. L., Levenshus, A. B. (2019). Current students as university donors?: determinants in college students intentions to donate and share information about university crowdfunding efforts. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, Vol. 16, No. 1, 23–41. DOI: 10.1007/s12208-018-00217-9.
10. Efrat, K., Gilboa, S. (2019). Relationship approach to crowdfunding: how creators and supporters interaction enhances projects success. *Electron Markets*, 1–13. DOI: 10.1007/s12525-019-00391-6.
11. Eldridge, D., Nisar, T.M., Torchia, M. (2019). What impact does equity crowdfunding have on SME innovation and growth? An empirical study. *Small Business Economics*, Vol. 0, 1–16. DOI: 10.1007/s11187-019-00210-4.
12. Liu, L., Suh, A., Wagner, C. (2018). Empathy or perceived credibility? An empirical study on individual donation behavior in charitable crowdfunding. *Internet Research*, Vol. 28, No. 3, 623–651. DOI: 10.1108/IntR-06-2017-0240.
13. Steigenberger, N. (2017). Why supporters contribute to reward-based crowdfunding. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, Vol. 23, No. 2, 336–356. DOI: 10.1108/IJEBR-04-2016-0117.
14. Koch, J., Siering, M. (2019). The recipe of successful crowdfunding campaigns. *Electron Markets*, Vol. 29, No. 4, 661–679. DOI: 10.1007/s12525-019-00357-8.
15. Dai, H., Zhang, D. (2019). Prosocial Goal Pursuit in Crowdfunding: Evidence from Kickstarter. *Journal of Marketing Research*, Vol. 56, No. 3, 498–517. DOI: 10.1177/0022243718821697.
16. Dibrova, A. (2017). Understanding the essence of alternative finance: theoretical aspects. *New Challenges of Economic and Business Development*, Vol. 5, No. 18, 133–142.
17. Laurell, C., Sandström, C., Suseno, Y. (2019). Assessing the interplay between crowdfunding and sustainability in social media. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 141, No. 4, 117–127. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.07.015.
18. Hartmann, F., Grottole, G., Wang, X., Lunesu, M.I. (2019). Alternative Fundraising: Success Factors for Blockchain-Based vs. Conventional Crowdfunding. *International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering*. IEEE, 2019, 38–43. DOI: 10.1109/IWBOSE.2019.8666515.
19. Akatkin, Iu. M., Karpov, O. E., Konyavsky, V. A., Yasinovskaya, E. D. (2017). Tsifrovaia ekonomika: kontseptualnaia arkhitektura ekosistemy tsifrovoy otrasli (Digital economy: Conceptual architecture of a digital economic sector ecosystem). *Biznes-informatika [Business Informatics]*, No. 4 (42), 17–28. DOI:10.17323/1998-0663.2017.4.17.28 (In Russ.).
20. Budovich, Yu. I. (2019). Kraudfanding v zerkale nefinansovoi ekonomiki (Crowdfunding In The Mirror Of The Non-Financial Economy). *Biznes. Obrazovanie. Pravo (Business. Education. Law)*, Vol. 46, No. 1, 40–46. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.46.141 (In Russ.).
21. Dolzhenko, R.A. (2016). Nekotorye voprosy otsenki effektivnosti kraudfandinga na otechestvennoi kraudfandingovoi platforme «Planeta» (Some issues of assessing the effectiveness of crowdfunding in the domestic crowdfunding platform «Planeta»). *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika [Bulletin of Omsk University. Economics]*, No. 4, 76–84 (In Russ.).

22. Maslennikov, M.I. (2017). Tekhnologicheskie innovatsii i ikh vliyanie na ekonomiku (The Technological Innovations and their Impact on the Economy). *Ekonomika regiona [Economy of region]*. Vol. 13, No. 4, 1221–1235. DOI: 10.17059/2017-4-20 (In Russ.).

23. Nekrasova, T.P., Shumeyko, E.V. (2017). Ekonomicheskaya otsenka kraudfandinga kak metoda privlecheniya investitsii (Economic estimation of crowdfunding as a type of fund raising). *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki (St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics)*, Vol. 10, No. 5, 114–124. DOI: 10.18721 (In Russ.).

24. Osipov, Iu. M., Yudina, T. N., Geliskhanov, I. Z. (2018). Tsifrovaia platforma kak institut epokhi tekhnologicheskogo proryva (Digital Platform as an Institution of the Technological Breakthrough Era). *Ekonomicheskie strategii [Economic Strategies]*, No. 5, 22–29 (In Russ.).

25. Popov, E. V., Gertsego, E. A., Semyachkov, K. A. (2018). Innovatsii v institutsional'nom modelirovanii dolevoi ekonomiki. (Innovations in the Institutional Modelling of the Sharing Economy). *Journal of Institutional Studies*, Vol. 10, No. 2, 26–43. DOI: 10.17835/2076–6297.2018.10.2.026–043 (In Russ.).

26. Rukavishnikov, S. V. (2017). Kraudfanding v sisteme predprinimatelstva, ego vidy i ispolzuemye tekhnologii (Crowdfunding In Entrepreneurial System. Types And Technologies). *Vestnik Universiteta*, No. 2, 189–194 (In Russ.).

27. Rukavishnikov, S. V. Pokamestov, I. E. (2019). Mesto kraudfandingovykh sdelok na finansovykh rynkakh v zarubezhnykh pravovykh sistemakh (Place of crowdfunding transactions in financial markets in foreign legal systems). *Ekonomika i predprinimatelstvo (Journal of Economy and entrepreneurship)*, No. 2, 1177–1185 (In Russ.).

28. Revenko, N. S. (2018). Noveye kontury tsifrovizatsii za rubezhom i v Rossii: ekonomika sovместnogo potrebleniia (New Contours of Digitalization Abroad and in Russia: the Economy of Collaborative Consumption). *Ekonomika i upravlenie (Economics and Management)*, No. 2, 103–110. DOI: 10.26794/1999–849X-2018-11-2-103-110 (In Russ.).

29. Chepurenko, A. (2017). Innovatsionnoe predprinimatel'stvo v stranakh s perekhodnoi ekonomikoi: problemy i perspektivy (Innovation Entrepreneurship in Transition Economies: Problems and Outlook). *Foresight and STI Governance*, Vol. 11, No. 3, 6–9. DOI: 10.17323/2500–2597.2017.3.6.9 (In Russ.).

30. Yudina, T. N. (2019). Tsifrovoy segment real'noi ekonomiki: tsifrovaia ekonomika v kontekste analogovoi (Digital segment of the real economy: digital economy in the context of analog economy). *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki (St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics)*, Vol. 12, No. 2, 7–18. DOI: 10.18721/JE.12201 (In Russ.).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Zambalaeva Tuyana Bairovna

Post-Graduate Student, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, Lenin Avenue, 36); ORCID 0000-0002-4451-1000; e-mail: zambalaeva@mail.ru.

FOR CITATION

Zambalaeva T. B. Research of Factors of Successful Crowdfunding Finance on the Example of the Russian Boomstarter Platform. *Journal of Applied Economic Research*, 2020, Vol. 19, No. 3, 398–412. DOI: 10.15826/vestnik.2020.19.3.019.

ARTICLE INFO

Received August 14, 2020; Revised August 25, 2020; Accepted September 1, 2020.



Научное сетевое издание

Journal of Applied Economic Research

Vol. 19, No. 3, 2020

Учредитель и издатель журнала Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
*«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»*

Главный редактор *И. А. Майбуров*

Ответственный за выпуск *А. В. Калина*
Редактор *Е. Е. Крамаревская*
Компьютерная верстка *В. В. Таскаев*
Перевод *А. Н. Бахаревой*
Менеджер сайта *Н. В. Стародубец*

Подписано 15.09.2020.

Минимальные системные требования:
ПО Adobe Reader версии 8 и выше
Объем издания 12,8 Мб

Адрес редакции:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, а/я 10
Тел. +7 (343) 375-97-20
E-mail: vestnikurfu@yandex.ru
WEB-SITE: journalaer.ru

Издательство Уральского университета
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел./факс: +7 (343) 358-93-06
e-mail: press-urfu@mail.ru
<http://print.urfu.ru>

