

Научно-практический журнал

ISSN 2079-4665  
E-ISSN 2411-796X

Том 16  
№ 3 2025  
сентябрь

# Модернизация Иновации Развитие

Modernization. Innovation. Research

<http://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3>

ISSN 2079-4665  
E-ISSN 2411-796X

# Модернизация Инновации Развитие

Том 16  
№ 3  
2025

<http://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3>

ISSN 2079-4665  
E-ISSN 2411-796X

# Modernization Innovation Research

Vol. 16  
No. 3  
2025

Научный журнал  
16+

УЧРЕДИТЕЛЬ  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова  
119991, Россия, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

ИЗДАТЕЛЬ  
Факультет государственного управления  
119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр-т, д. 27, к. 4, оф. Е-804

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА  
119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский пр-т, д. 27, к. 4, оф. Е-804  
Телефон: +7 (495) 930-85-71

Scholarly journal

FOUNDER  
Lomonosov Moscow State University  
1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia

PUBLISHER  
School of Public Administration  
Office E-804, 27, Lomonosovsky pr., Bldg. 4, Moscow, 119991, Russia

EDITORS OFFICE ADDRESS  
Office E-804, 27, Lomonosovsky pr., Bldg. 4, Moscow, 119991, Russia  
Tel.: +7 (495) 930-85-71

e-mail: [mir@spa.msu.ru](mailto:mir@spa.msu.ru)  
<https://www.mir-nayka.com>

Отпечатано в типографии ООО «Паблит»  
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1. Тел.: (495) 859-48-62

«МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)»

Научный рецензируемый журнал

В журнале публикуются статьи теоретического и эмпирического характера по всем направлениям экономической науки. На страницах журнала рассматриваются проблемы социально-экономического развития стран и регионов, варианты текущих, среднесрочных и долгосрочных прогнозов народного хозяйства и секторов экономики, вопросы структурно-инвестиционной, социальной, финансовой и внешнеэкономической политики, экономические стратегии, процессы глобализации, модернизация в отраслях народного хозяйства.

Редакция журнала осуществляет научное рецензирование («двойное слепое») всех поступающих материалов с целью экспертной оценки.

Журнал «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)» рекомендован ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), включен в ядро РИНЦ и базу данных RSCI (Russian Science Citation Index). Полнотекстовые версии статей, публикуемых в журнале, доступны на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru>).

Журнал является членом Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), Международной ассоциации по связям издателей (Publishers International Linking Association, Inc. – PILA).

Цель журнала «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)» – обсуждение результатов научных исследований и актуальных проблем в области экономики, предпринимательства, теории и практики управления, развития образования в Российской Федерации и за рубежом. Особое внимание уделяется анализу процессов, происходящих в российской экономике.

Основная задача журнала – предоставить возможность научному и бизнес-сообществу публиковать оригинальные результаты авторских исследований для привлечения внимания к перспективным и актуальным направлениям экономической науки.

Миссия журнала – продвижение результатов исследований и инновационных практических достижений во всех сферах экономики и управления.

Авторская аудитория журнала включает исследователей, аналитиков и практиков в сфере экономики. Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся социально-экономическими проблемами как в России, так и за рубежом.

Журнал придерживается лицензии «Creative Commons Attribution 4.0 License».

Все материалы журнала доступны бесплатно для пользователей.



<https://www.mir-nayka.com>

МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)

Журнал издается с января 2010 года

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство ПИ № ФС77-38695 от 21 января 2010 г.

Свидетельство о перерегистрации ПИ № ФС 77-75692 от 08 мая 2019 г. (с изм. и доп. от 15 апреля 2025 г.)

Выходит 1 раз в квартал

Факультет государственного управления МГУ имени М.В.Ломоносова

Зав. редакции: С. Ш. Евдокимова

Подписано в печать: 11.09.2025.

Дата выхода в свет: 12.09.2025.

Электронная версия журнала:

<https://www.mir-nayka.com>; <https://www.elibrary.ru>

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 17,15.

Тираж: 100 экз. Свободная цена.

При цитировании ссылка на журнал «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)» обязательна.

Полное или частичное воспроизведение в СМИ материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

**MIR (Modernization. Innovation. Research)**

Double-blind peer-reviewed scholarly journal

The journal publishes both theoretical and empirical Research in all spheres of Economic. The journal deals with the problems of socio-economic development of countries and regions, short-, medium- and long-term forecasts of economic development and its sectors, the issues of structural investment, social, financial and foreign policies, economic strategies, the processes of globalization and modernization in the sectors of economy.

In order to permit complex expert evaluation, all manuscripts undergo double-blind peer review.

The journal is included in the list of peer-reviewed journals established by the Highest Certification Commission (HCC) of Russian Federation [Vysshaya attestatsionnaya komissiya (VAK) Rossijskoj Federacii].

The journal is included in the Russian Index of Science Citation and is a part of its core; it is also indexed in the Russian Science Citation Index (RSCI).

All articles of the journal are publicly available – on the websites of the journal and the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru>).

The purpose of the journal MIR (Modernization. Innovation. Research) is to discuss the results of scientific research and topical issues in the field of economics, entrepreneurship, theory and practice of management, development of education in the Russian Federation and abroad. Particular attention is paid to the analysis of the processes taking place in the Russian economy.

The main task of the journal is to provide an opportunity for scientific and business community to publish results of their research whereby to attract the attention of important areas of economic science.

The mission of the journal is the promotion of results of research and innovative practical achievements in all spheres of Economy in the world.

The author's audience of the journal includes researchers, analysts and practitioners in the field of economics. The publication is intended for a wide range of readers interested in socio-economic problems in Russia and abroad.

All materials of the journal are published by using the license Creative Commons Attribution 4.0 License, allowing loading and distributing works on the assumption of indicating the authorship.

The works may not be changed in any way or used for commercial interests.



<https://www.mir-nayka.com>

**MIR (Modernization. Innovation. Research)**

Published since January 2010

The journal is certified by the Ministry of Communications and Mass Media of the Russian Federation  
PI number FS 77-38695, January 21, 2010

PI number FS 77-75692, May 08, 2019 (with changes and additions dated April 15, 2025)

Publication frequency: quarterly

**School of Public Administration of Lomonosov Moscow State University**

Head of the editorial office: Svetlana Sh. Evdokimova

Date of publishing: 11.09.2025.

Signed for printing: 12.09.2025.

Scientific electronic library: <https://www.elibrary.ru>

Online: <https://www.mir-nayka.com>

Sheet size: 70 x 108 1/16. Conventional printed sheets 17.15.

Free price.

This publication may not be reproduced in any form without permission.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

## Главный редактор

**НИКОНОВ Вячеслав Алексеевич**, доктор исторических наук, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, декан факультета государственного управления, <https://orcid.org/0009-0003-9086-7475>, [Nikonov@spa.msu.ru](mailto:Nikonov@spa.msu.ru) (Москва, Россия)

## Зам. главного редактора

**ВОРОНОВ Александр Сергеевич**, доктор экономических наук, доцент, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, профессор кафедры экономики инновационного развития факультета государственного управления, <https://orcid.org/0000-0003-0058-9217>, [Voronov@spa.msu.ru](mailto:Voronov@spa.msu.ru) (Москва, Россия)

**ИВАШЕНКО Наталья Павловна**, доктор экономических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, научный руководитель кафедры экономики инноваций Экономического факультета, <https://orcid.org/0000-0002-5917-2494>, [nivashenko@mail.ru](mailto:nivashenko@mail.ru) (Москва, Россия)

**КОМКОВ Николай Иванович**, доктор экономических наук, профессор, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН (ИНП РАН), заведующий лабораторией организационно-экономических проблем управления научно-техническим развитием, <https://orcid.org/0000-0003-4109-9433>, [komkov\\_ni@mail.ru](mailto:komkov_ni@mail.ru) (Москва, Россия)

## Члены редакционной коллегии

**АКАЕВ Аскар Акаевич**, Иностранный член РАН (Кыргызстан), доктор технических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, профессор Института математических исследований сложных систем (ИМИСС), <https://orcid.org/0000-0001-8158-0171>, [askarakaev@mail.ru](mailto:askarakaev@mail.ru) (Москва, Россия)

**БАБКИН Александр Васильевич**, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, профессор Высшей инженерно-экономической школы, заведующий НИЛ «Цифровая экономика промышленности», <https://orcid.org/0000-0002-6532-3826>, [Babkin@spbstu.ru](mailto:Babkin@spbstu.ru) (Санкт-Петербург, Россия)

**БУРКАЛЬЦЕВА Диана Дмитриевна**, доктор экономических наук, доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, профессор кафедры финансов и кредита, Институт экономики и управления, <https://orcid.org/0000-0002-9441-7696>, [di\\_a@mail.ru](mailto:di_a@mail.ru) (Симферополь, Россия)

**ГУСОВ Азуби Захарович**, доктор экономических наук, профессор, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), профессор кафедры менеджмента Экономического факультета, <https://orcid.org/0000-0002-3114-5486>, [gusov-az@rudn.ru](mailto:gusov-az@rudn.ru) (Москва, Россия)

**ДИН Сяовэй**, кандидат экономических наук, Сычуаньский университет науки и инженерии, факультет бухучета Института менеджмента, <https://orcid.org/0000-0001-7213-1948>, [xiaoweiding06796@gmail.com](mailto:xiaoweiding06796@gmail.com) (И Бинь, Китай)

**ДМИТРИЕВСКИЙ Анатолий Николаевич**, , академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Институт проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН), научный руководитель ИПНГ РАН, <https://orcid.org/0000-0002-6894-3596>, [A.Dmitrievsky@ipng.ru](mailto:A.Dmitrievsky@ipng.ru) (Москва, Россия)

**ЖУКОВ Евгений Алексеевич**, доктор экономических наук, АНО ДПО «Высшая школа приватизации и предпринимательства – Институт», почетный профессор Московской международной высшей школы бизнеса «МИРБИС» (Институт), <https://orcid.org/0009-0002-2885-6356>, [evgenii.zhukov@mail.ru](mailto:evgenii.zhukov@mail.ru) (Москва, Россия)

**ИЗМАЙЛОВА Марина Алексеевна**, доктор экономических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, профессор кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления, <https://orcid.org/0000-0001-7558-9639>, [m.izmailova@mail.ru](mailto:m.izmailova@mail.ru) (Москва, Россия)

**КУДИНА Марианна Валерьевна**, доктор экономических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, заведующая кафедрой экономики инновационного развития факультета государственного управления, <https://orcid.org/0000-0003-3923-515X>, [mariannakud@mail.ru](mailto:mariannakud@mail.ru) (Москва, Россия)

**КУТТЫБАЕВА Нургуль Болатовна**, PhD (экономика), ассоциированный профессор, Карагандинский Университет им. Е.А. Букетова, заведующая кафедрой экономики и международного бизнеса Экономического факультета, <https://orcid.org/0000-0001-8250-4111>, [EAIB@buketov.edu.kz](mailto:EAIB@buketov.edu.kz) (Караганда, Казахстан)

**ЛЯСНИКОВ Николай Васильевич**, доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), главный научный сотрудник, профессор Института отраслевого менеджмента РАНХиГС, <https://orcid.org/0000-0003-2599-0947>, [acadra@yandex.ru](mailto:acadra@yandex.ru) (Москва, Россия)

**НИКОНОВА Алла Александровна**, кандидат экономических наук, Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), ведущий научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования взаимодействий экономических объектов, <https://orcid.org/0000-0002-9115-3795>, [prettyal@cemi.rssi.ru](mailto:prettyal@cemi.rssi.ru) (Москва, Россия)

**ОРЛОВА Любовь Николаевна**, доктор экономических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, профессор кафедры экономики инновационного развития факультета государственного управления, <https://orcid.org/0009-0009-5354-0047>, [Lorlova@spa.msu.ru](mailto:Lorlova@spa.msu.ru) (Москва, Россия)

**ПАЛАТКИН Иван Викторович**, доктор экономических наук, профессор, Пензенский государственный технологический университет, профессор кафедры экономики и управления Факультета промышленных технологий, <https://orcid.org/0000-0002-7504-5153>, [ivpalatkin@bk.ru](mailto:ivpalatkin@bk.ru) (Пенза, Россия)

**ПИСАРЕВА Ольга Михайловна**, кандидат экономических наук, доцент, Государственный Университет Управления (ГУУ), заведующая кафедрой математических методов в экономике и управлении, и.о. директора Института информационных систем, <https://orcid.org/0000-0002-6042-2657>, [om\\_pisareva@guu.ru](mailto:om_pisareva@guu.ru) (Москва, Россия)

**ПЛАТОНОВ Владимир Владимирович**, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, профессор кафедры экономики и управления предприятиями и производственными комплексами Факультета управления, <https://orcid.org/0000-0003-3416-3644>, [vplatonov@inbox.ru](mailto:vplatonov@inbox.ru) (Санкт-Петербург, Россия))

**САФИУЛЛИН Азат Рашитович**, доктор экономических наук, доцент, Казанский (Приволжский) федеральный университет, заведующий кафедрой инноваций и инвестиций Института управления, экономики и финансов, <https://orcid.org/0000-0003-3336-4217>, [a-sadriev@yandex.ru](mailto:a-sadriev@yandex.ru) (Казань, Россия)

**СТЕБЛЯНСКАЯ Алина Николаевна**, PhD (управление и инженерия), доцент, Харбинский Инженерный Университет, доцент Института экономики и менеджмента, <https://orcid.org/0000-0002-1995-4651>, [alina\\_steblyanskaya@hrbeu.edu.cn](mailto:alina_steblyanskaya@hrbeu.edu.cn) (Харбин, Китай)

**ФЕДОРОВА Ирина Юрьевна**, доктор экономических наук, профессор, Российской международная академия туризма (РМАТ), профессор кафедры государственного и муниципального управления и управления персоналом, <https://orcid.org/0000-0002-2967-117X>, [fedorovaiu1@gmail.com](mailto:fedorovaiu1@gmail.com) (Москва, Россия)

**ФЭН Ляньюн**, кандидат экономических наук, Китайский нефтяной университет (Пекин), профессор, руководитель Института экономики и менеджмента, <https://orcid.org/0000-0003-0953-5784>, [fenglyenergy@163.com](mailto:fenglyenergy@163.com) (Пекин, Китай)

## Ответственный секретарь

**ГУРОВА Ирина Михайловна**, кандидат экономических наук, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, кафедра стратегического планирования и экономической политики факультета государственного управления, <https://orcid.org/0000-0001-7361-3543>, [i-m-g@yandex.ru](mailto:i-m-g@yandex.ru) (Москва, Россия)

## EDITORIAL BOARD

**Editor-in-chief**

**Vyacheslav A. NIKONOV**, Dr.Sci. (Hist.), Lomonosov Moscow State University, School of Public Administration, <https://orcid.org/0009-0003-9086-7475>, [Nikonorov@spa.msu.ru](mailto:Nikonorov@spa.msu.ru) (Moscow, Russia)

**Deputy editor-in-chief**

**Aleksandr S. VORONOV**, Dr.Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Lomonosov Moscow State University, School of Public Administration, <https://orcid.org/0000-0003-0058-9217>, [Voronov@spa.msu.ru](mailto:Voronov@spa.msu.ru) (Moscow, Russia)

**Nataliya P. IVASHCHENKO**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics, <https://orcid.org/0000-0002-5917-2494>, [nivashenko@mail.ru](mailto:nivashenko@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Nikolay I. KOMKOV**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences (IEF RAS), <https://orcid.org/0000-0003-4109-9433>, [komkov\\_ni@mail.ru](mailto:komkov_ni@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Members of Editorial Board**

**Askar A. AKAEV**, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences (Kyrgyzstan), Lomonosov Moscow State University, Institute of Complex Systems Mathematical Research, <https://orcid.org/0000-0001-8158-0171>, [askarakaev@mail.ru](mailto:askarakaev@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Alexander V. BABKIN**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Higher School of Engineering and Economics, Research Laboratory "Digital Economy of Industry", <https://orcid.org/0000-0002-6532-3826>, [Babkin@spbstu.ru](mailto:Babkin@spbstu.ru) (St. Petersburg, Russia)

**Diana D. BURKALTSEVA**, Dr.Sci. (Econ.), Assoc. Prof., V. I. Vernadsky Crimean Federal University, <https://orcid.org/0000-0002-9441-7696>, [di\\_a@mail.ru](mailto:di_a@mail.ru) (Simferopol, Russia)

**Auzby Z. GUSOV**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Faculty of Economics, <https://orcid.org/0000-0002-3114-5486>, [gusov-az@rudn.ru](mailto:gusov-az@rudn.ru) (Moscow, Russia)

**Xiaowei DING**, PhD (Econ.), Sichuan University of Science and Engineering, School of Management, <https://orcid.org/0000-0001-7213-1948>, [xiaoweid106796@gmail.com](mailto:xiaoweid106796@gmail.com) (Yibin, China)

**Anatoly N. DMITRIEVSKY**, Academician, Dr.Sci. (G.-M.), Professor, Oil and Gas Research Institute RAS (OGRI RAS), Scopus ID: 6603259385, [A.Dmitrievsky@ipng.ru](mailto:A.Dmitrievsky@ipng.ru) (Moscow, Russia)

**Evgeny A. ZHUKOV**, Dr.Sci. (Econ.), Autonomic non-profitable organization of advanced professional education "Higher School of Privatization and Entrepreneurship – Institute", Moscow International Higher Business School MIRBIS, <https://orcid.org/0009-0002-2885-6356>, [evgenii.zhukov@mail.ru](mailto:evgenii.zhukov@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Marina A. IZMAILOVA**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7558-9639>, [m.a.izmailova@mail.ru](mailto:m.a.izmailova@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Marianna V. KUDINA**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Lomonosov Moscow State University, School of Public Administration, <https://orcid.org/0000-0003-3923-515X>, [mariannakud@mail.ru](mailto:mariannakud@mail.ru) (Moscow, Russia)

**Nurgul B. KUTTYBAEVA**, PhD (Econ.), Assoc. Prof., Karagandy Buketov University, Economic faculty, <https://orcid.org/0000-0001-8250-4111>, [EAIB@buketov.edu.kz](mailto:EAIB@buketov.edu.kz) (Karaganda, Kazakhstan)

**Nikolaj V. LYASNIKOV**, Dr.Sci. (Econ.), Prof., Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), <https://orcid.org/0000-0003-2599-0947>, [acadra@yandex.ru](mailto:acadra@yandex.ru) (Moscow, Russia)

**Alla A. NIKONOVA**, Cand.Sci. (Econ.), Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Science (CEMI RAS), <https://orcid.org/0000-0002-9115-3795>, [prettyal@cemi.rssi.ru](mailto:prettyal@cemi.rssi.ru) (Moscow, Russia)

**Liubov N. ORLOVA**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Lomonosov Moscow State University, School of Public Administration, <https://orcid.org/0009-0009-5354-0047>, [L.Orlova@spa.msu.ru](mailto:L.Orlova@spa.msu.ru) (Moscow, Russia)

**Ivan V. PALATKIN**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Penza State Technological University, Faculty of Industrial Technologies, <https://orcid.org/0000-0002-7504-5153>, [ivpalatkin@bk.ru](mailto:ivpalatkin@bk.ru) (Penza, Russia)

**Olga M. PISAREVA**, Cand.Sci. (Econ.), Assoc. Prof., State University of Management, Institute of Information Systems, <https://orcid.org/0000-0002-6042-2657>, [om\\_pisareva@guu.ru](mailto:om_pisareva@guu.ru) (Moscow, Russia)

**Vladimir V. PLATONOV**, Dr.Sci. (Econ.), Prof., Saint-Petersburg State University of Economics, School of Management, <https://orcid.org/0000-0003-3416-3644>, [vplatonov@inbox.ru](mailto:vplatonov@inbox.ru) (St. Petersburg, Russia)

**Azat R. SAFIULLIN**, Dr. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Kazan (Volga region) Federal University, Institute of Management, Economics and Finance, <https://orcid.org/0000-0003-3336-4217>, [a-sadriev@yandex.ru](mailto:a-sadriev@yandex.ru) (Kazan, Russian Federation)

**Alina N. STEBLYANSKAYA**, PhD, Assoc. Prof., Harbin Engineering University, School of Economics and Management, <https://orcid.org/0000-0002-1995-4651>, [alina\\_steblyanskaya@hrbeu.edu.cn](mailto:alina_steblyanskaya@hrbeu.edu.cn) (Harbin, China)

**Irina Yu. FEDOROVA**, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Russian International Academy for Tourism (RIAT), <https://orcid.org/0000-0002-2967-117X>, [fedorova1u1@gmail.com](mailto:fedorova1u1@gmail.com) (Moscow, Russia)

**Lianyong FENG**, PhD (Econ.), China University of Petroleum (Beijing), School of Economics and Management, <https://orcid.org/0000-0003-0953-5784>, [fenglyenergy@163.com](mailto:fenglyenergy@163.com) (Beijing, China)

**Executive Secretary**

**Irina M. GUROVA**, Cand.Sci. (Econ.), Lomonosov Moscow State University, School of Public Administration, <https://orcid.org/0000-0001-7361-3543>, [i-m-g@yandex.ru](mailto:i-m-g@yandex.ru) (Moscow, Russia)

## СОДЕРЖАНИЕ

## МОДЕРНИЗАЦИЯ

<b>Дубинина М. Г., Дубинина В. В.</b>	
Синергия промышленной робототехники и информационно-коммуникационных технологий .....	398
<b>Измайлова М. А.</b>	
Модель ESG-трансформации вузов: экологическая составляющая .....	417
<b>Воронов А. С., Юхно А. С., Гаврилюк А. В.</b>	
Цифровое стратегическое планирование и управление как институциональный механизм формирования современной модели государственного управления в России .....	434
<b>Кузнецов Н. В., Першина Т. А., Паршинцева Л. С.</b>	
Возможности использования нефтяных скважин для развития геотермальной энергетики в регионах России .....	452

## ИННОВАЦИИ

<b>Акулинкин С. С.</b>	
Трансграничная платежная инфраструктура на основе технологий распределенного и централизованного реестров .....	470
<b>Лобов Д. С.</b>	
Экономическая оценка целесообразности внедрения квантовых коммуникаций в энергетической отрасли .....	488
<b>Иванов А. В., Силакова Л. В., Астанков К. С.</b>	
Оценка потенциала коммерциализации инновационных проектов для совершенствования трансфера технологий вузов .....	505

## РАЗВИТИЕ

<b>Чиркунова Е. А., Наугольнова И. А., Скреблов Н. И., Хилов Д. В.</b>	
Потенциал торгово-экономического сотрудничества Татарстана и Самарской области с регионами проекта «Волга-Янцзы» .....	522
<b>Дерзаева Г. Г.</b>	
Аналитические возможности информации об операциях с сукук в отчетности исламских финансовых организаций .....	540
<b>Антинескул Е. А., Добровлянин В. Д.</b>	
Кластеризация субъектов малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности .....	553
<b>Рытова Е. В., Гутман С. С., Бразовская В. В., Благой Н. А.</b>	
Анализ практик корпоративной социальной ответственности нефтегазовых компаний в России (на англ. яз.) .....	570
Информация для авторов и читателей (на рус. яз.) .....	586

## CONTENTS

### MODERNIZATION

<b>Dubinina M. G., Dubinina V. V.</b>	
Synergy of industrial robotics and information and communication technologies .....	398
<b>Izmailova M. A.</b>	
The ESG transformation model of Russian universities: an environmental component .....	417
<b>Voronov A. S., Yukhno A. S., Gavril'yuk A. V.</b>	
Digital strategic planning and management as an institutional mechanism for the formation of a modern model of public administration in Russia .....	434
<b>Kuznetsov N. V., Pershina T. A., Parshintseva L. S.</b>	
Opportunities for utilizing oil wells for the development of geothermal energy in the Russian regions .....	452

### INNOVATION

<b>Akulinkin S. S.</b>	
Cross-border payment infrastructure based on distributed and centralized ledger technologies .....	470
<b>Lobov D. S.</b>	
Economic assessment of reasonability of introducing quantum communications in the energy sector .....	488
<b>Ivanov A. V., Silakova L. V., Astankov K. S.</b>	
Digital platforms and ecosystems as a factor of clusterization and innovative development of regions .....	505

### RESEARCH

<b>Chirkunova E. A., Naugolnova I. A., Skreblov N. I., Khilov D. V.</b>	
The potential of trade and economic cooperation of Tatarstan and the Samara region with the Volga-Yangtze project regions .....	522
<b>Derzayeva G. G.</b>	
Analytical potential of sukuk transaction information in reports of Islamic financial institutions .....	540
<b>Antineskul E. A., Dobrovlyanin V. D.</b>	
Small and medium-sized businesses clustering by level of information and telecommunications equipment .....	553
<b>Rytova E. V., Gutman S. S., Brazovskaia V. V., Blagoi N. A.</b>	
Analysis of oil and gas companies' corporate social responsibility practices in Russia .....	570
Information for Authors and Readers of the Journal (In Russian) .....	586

Научная статья

УДК 338.4, 338.012, 338.364

JEL: O14, O33, L63

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.398-416>

## Синергия промышленной робототехники и информационно-коммуникационных технологий

Дубинина Марина Геннадьевна<sup>1</sup>, Дубинина Виктория Васильевна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Центральный экономико-математический институт Российской академии наук; Москва, Россия

<sup>1</sup>[mgdub@yandex.ru](mailto:mgdub@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4578-668X>

<sup>2</sup>[vDubinina07@yandex.ru](mailto:vDubinina07@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2785-1599>

### Аннотация

Цель представленного исследования – доказательство взаимосвязи и взаимовлияния между распространением промышленной робототехники и цифровыми технологиями, их синергии.

**Методы.** В работе используются модифицированные модели диффузии инноваций, примененные для описания динамики плотности роботизации на примере ряда стран (Китая, Южной Кореи и Японии) с учетом диффузии передовых цифровых технологий (технологий 5G, интернета вещей, межмашинного взаимодействия, облачных сервисов и др.) на предприятиях. Кроме того, с помощью регрессионных зависимостей исследуется влияние распространения промышленных роботов в электронной промышленности этих стран на экономические показатели отрасли.

**Результаты работы.** Учет развития и внедрения цифровых технологий на предприятиях в модели диффузии плотности роботизации для ряда стран дал лучшее приближение к исходным данным, чем базовая логистическая модель. Использование такой модифицированной модели позволило построить прогноз плотности роботизации в странах в зависимости от сценариев диффузии цифровых технологий. С помощью регрессионных моделей оценен эффект внедрения промышленных роботов на производство полупроводников, сенсоров и коммуникационного оборудования на примере Японии, что подтверждает наличие синергии между передовыми цифровыми технологиями и промышленной робототехникой.

**Выводы.** Результаты проведенного исследования подтверждают наличие большого взаимного влияния, синергии цифровых технологий и робототехники. Передовые информационно-коммуникационные технологии повышают степень распространения роботизации в развитых странах, переводят на более высокий уровень взаимодействие человека и робота, открывают новые способы использования промышленных роботов на умном производстве. В то же время, широкое применение промышленной робототехники в электронной промышленности, при производстве коммуникационного оборудования, полупроводников и печатных плат, повышает качество и эффективность, обеспечивает надежность и масштабируемость производства.

**Ключевые слова:** плотность роботизации, технологии межмашинного взаимодействия, 5G, Интернет вещей, облачные вычисления

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Дубинина М. Г., Дубинина В. В. Синергия промышленной робототехники и информационно-коммуникационных технологий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 398–416

EDN: <https://elibrary.ru/ahgkft>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.398-416>

© Дубинина М. Г., Дубинина В. В., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Synergy of industrial robotics and information and communication technologies

Marina G. Dubinina<sup>1</sup>, Victoria V. Dubinina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences; Moscow, Russia

<sup>1</sup>mgdub@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4578-668X>

<sup>2</sup>vDubinina07@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2785-1599>

### Abstract

**Purpose:** is to prove the relationship and mutual influence between the diffusion of industrial robotics and digital technologies, their synergy.

**Methods:** the paper uses modified models of innovations diffusion applied to describe the dynamics of robot density using the example of a number of countries (China, South Korea and Japan) taking into account the diffusion of advanced digital technologies (5G technologies, the Internet of Things, machine-to-machine interaction, cloud services, etc.) at enterprises. In addition, using regression dependencies, the influence of industrial robots spread in the electronics industry of these countries on the economic indicators of the industry is studied.

**Results:** studying the development and implementation of digital technologies at enterprises in the model of diffusion of robot density for a number of countries gave a better approximation to the original data than the basic logistic model. The use of such a modified model made it possible to forecast the robot density in countries depending on the scenarios of digital technology diffusion. Using regression models, the effect of introducing industrial robots in semiconductors, sensors and communication equipment production was estimated using the example of Japan, which confirms the presence of synergy between advanced digital technologies and industrial robotics.

**Conclusions and Relevance:** the results of the study confirm the presence of a large mutual influence, synergy of digital technologies and robotics. Advanced information and communication technologies increase the degree of robotization in developed countries, transfer human-robot interaction to a higher level, and open up new ways of using industrial robots in smart manufacturing. At the same time, the widespread use of industrial robotics in the electronics industry, in the production of communication equipment, semiconductors and printed circuit boards improves quality and efficiency, ensures the reliability and scalability of production.

**Keywords:** robot density, machine-to-machine interaction technologies, 5G, Internet of Things, cloud computing

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Dubinina M. G., Dubinina V. V. Synergy of industrial robotics and information and communication technologies. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):398–416. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/ahgkft>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.398-416>

© Dubinina M. G., Dubinina V. V., 2025

### Введение

В настоящее время происходит глубокая трансформация промышленного производства, характеризующаяся повышенным распространением автоматизации и цифровизации. Промышленные роботы (ПР) играют ключевую роль в этом процессе, освобождая людей от выполнения повторяющихся задач и повышая их безопасность.

ПР представляют собой передовые технологии, которые объединяют механическую, электронную составляющие, беспроводную связь, искусственный интеллект и другие технологии, становясь значимым инструментом для продвижения цифровой трансформации и модернизации современных

заводов [1]. Растет количество производственных линий, на которых стационарные роботы сотрудничают с людьми или поддерживаются мобильными роботами для транспортировки материалов и товаров.

Робототехника десятилетиями использовалась в производстве электроники и вычислительной техники. Однако без технологий, предоставляемых этой отраслью, развитие ПР было бы невозможно. Поэтому они тесно взаимосвязаны. Современная производственная экосистема включает ПР, передовые сетевые устройства и передовые цифровые технологии (искусственный интеллект (ИИ), Интернет вещей (IoT) и аналитику больших данных). Процессы роботизации и автоматизации являются

важнейшими направлениями развития современной обрабатывающей промышленности (ОП).

Уровень внедрения ПР является одним из важных экономических показателей. Для межстранового сопоставления степени внедрения автоматизации в ОП используется показатель плотности роботизации (количество ПР на 10 тыс. занятых в ОП). Он отражает не только технический прогресс страны, но и ее способность использовать инновации для повышения эффективности и конкурентоспособности промышленности. По данным International Trade Administration, увеличение плотности роботизации на 1% увеличивает производительность на 0,8% во всех отраслях<sup>1</sup>.

Технология 5G сократила задержку связи между машинами и устройствами на умной фабрике и является более надежной, чем предыдущие поколения сотовых сетей. Она также упростила перенастройку заводских цехов и добавление новых машин и оборудования, нашла применение в различных промышленных секторах, включая умные фабрики, промышленный IoT, дополненную и виртуальную реальность в производстве и предиктивное обслуживание.

Однако роботизация производства сопровождается и проблемами, связанными с надежностью подключения, развитием цифровой инфраструктуры, обеспечением безопасности для человека [2]. Несмотря на свои большие возможности, технология 5G, например, сталкивается также с проблемами обеспечения покрытия и безопасности соединений, емкости сети и устойчивости связи, что препятствует возможности полностью удовлетворить требования промышленной автоматизации. Кроме того, имеется ряд негативных факторов, влияющих на ее распространение: сигналы 5G в миллиметровом диапазоне блокируются зданиями, стенами, окнами, что приводит к необходимости установки множества малых сот с высокой плотностью [3].

Целью данного исследования является выявление механизмов взаимного влияния роботизации и цифровизации промышленного производства, их роли в экономическом развитии регионов и от-

раслей на примере ведущих стран Азии (Японии, Южной Кореи и Китая).

Ускоренное развитие роботизации и цифровизации производства особенно актуально для России в настоящее время, когда в качестве мер по обеспечению технологического суверенитета страны приняты в том числе национальные проекты «Средства производства и автоматизации», в который входит развитие промышленной робототехники и автоматизации производств<sup>2</sup>, и «Экономика данных и цифровая трансформация государства», направленный на цифровую трансформацию государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы<sup>3</sup>.

Одним из результатов реализации проекта «Средства производства и автоматизации» должно стать вхождение России в число 25-ти ведущих стран мира по роботизации к 2030 г., при этом плотность роботизации в стране должна достигнуть показателя 145 роботов на 10 тыс. занятых<sup>4</sup>, тогда как на 2023 г. этот показатель, по разным оценкам, составлял 15–19 ед. Такой значительный ожидаемый рост плотности роботизации может быть достигнут только с помощью более широкого внедрения цифровых технологий в производство и развития собственной базы электронной промышленности. Электроника отнесена к числу 13-ти приоритетных отраслей промышленности, и ее развитие является одним из национальных проектов технологического лидерства. Как было подчеркнуто на Российском форуме «Микроэлектроника», «развитие отечественной робототехники в значительной степени определяется возможностями и уровнем технологического развития микроэлектроники»<sup>5</sup>.

### Обзор литературы и исследований

Исследования по теме представленной работы развиваются в нескольких направлениях.

Первое направление связано с определением роли роботизации в современном производстве. С одной стороны, на макроуровне изучается влияние роботизации на эффективность производства, производительность труда и занятость в промышленности (см., например, [4–7]). По мнению мно-

<sup>1</sup> The importance of 5G for manufacturing robots // PHP Resource Center. 08.05.2024. URL: <https://www.php.cn/faq/780676.html> (дата обращения: 24.02.2025).

<sup>2</sup> Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» // Правительство России. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/928/events/> (дата обращения: 03.03.2025).

<sup>3</sup> Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» // Правительство России. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/923/events/> (дата обращения: 03.03.2025).

<sup>4</sup> Манукян Е. В Наципроект по автоматизации производств войдут три федеральных проекта // Российская газета. 11.06.2024. URL: <https://rg.ru/2024/06/11/v-naciproekt-po-avtomatizacii-proizvodstv-voydut-tri-federalnyh-proekta.html> (дата обращения: 18.03.2025).

<sup>5</sup> Итоги. Микроэлектроника 2024 // Консорциум робототехники. URL: <https://robot-control.ru/tpost/alse3i33g1-itogi-mikroelektronika-2024> (дата обращения: 18.03.2025).

гих авторов, уровень внедрения робототехники является ключевым показателем того, как технологические возможности страны меняются с течением времени. В работе [8] на основе отраслевых панельных данных для 9-ти стран выявлено, что более интенсивное использование ПР оказывает значительное положительное влияние на общую факторную производительность (TFP): увеличение на одно стандартное отклонение плотности роботизации приводит к увеличению TFP более чем на 6%. При этом автоматизация связана с более высокой заработной платой и неизменной или более высокой занятостью. В статье [9] отмечается, что робототехника не только автоматизировала повторяющиеся задачи, но и позволила настраивать производственные процессы и ускорять циклы инноваций, положительно повлияла на динамику рабочей силы за счет повышения квалификации сотрудников и создания новых возможностей в высокотехнологичных отраслях.

С другой стороны, исследуется влияние роботизации на микроуровне. В статье [10] проводится анализ того, как ПР влияли на объем продаж, производительность и прибыль в компаниях различных отраслей на примере 6-ти европейских стран в период с 2004 по 2013 гг. Авторы выявили, что отрасли с более высокой степенью роботизации характеризуются более высокими темпами роста производительности труда и общей прибыли для фирм, которые изначально имели высокую производительность и рентабельность соответственно. Для других же фирм отрасли наблюдалась незначительная или даже отрицательная корреляция между роботизацией и ростом производительности труда.

Второе направление исследований связано с интеграцией ПР и цифровых технологий. В работе [11] подчеркивается важность применения ИИ в промышленной робототехнике для перехода от «традиционного производства» к «интеллектуальному», для кардинальной трансформации экономики. В статье [12] утверждается, что конвергенция облачных и периферийных вычислений, ИИ и технологии 5G/6G прокладывают путь к новой эре интеллектуальных роботов, способных ориентироваться в окружающей среде и адаптироваться к изменяющимся условиям. Основное влияние новых коммуникационных технологий на ПР заключается в том, что их контроллеры имеют все большее количество подключений, функций и протоколов для связи с другими «умными» устройствами.

Широкое распространение коллaborативных роботов, тесно взаимодействующих с людьми на производстве, ставит проблему обеспечения безопасности в совместном рабочем пространстве. Как указывается в работе [13], для преодоления

технических и психологических барьеров необходимо активное внедрение решений на основе ИИ, проектирование объектов с учетом использования роботов, создание условий для безопасного сотрудничества робота и человека. И эта безопасность может быть обеспечена взаимодействием роботизации с передовыми информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ). Одной из главных проблем компаний, пытающихся внедрить роботов, является выявление ключевых технологий, способствующих более широкому использованию ПР [14].

Системы 5G с надежным управлением и каналами данных, более быстрыми механизмами обратной связи могут достигать очень низких задержек сигнала, что необходимо для безопасности рабочего пространства [15].

В то же время, при разработке высокоавтоматизированных систем большая часть оборудования связана через IoT или другие коммуникационные технологии. Поэтому необходимо учитывать кибербезопасность и защиту конфиденциальности процессов, используемых для мониторинга и управления данными. По мнению авторов работы [16], технологии IoT еще не полностью раскрыли свой потенциал для управления и оптимизации производства; эти технологии в настоящее время, вероятно, находятся на начальной стадии развития.

Третье направление исследований связано с моделированием диффузии передовых технологий с помощью S-образных кривых. Наиболее распространенными моделями этого типа являются:

- логистическая модель, или модель Перла-Рида [17]:

$$Y = \frac{L}{1+be^{-kt}} , \quad (1)$$

- модель Гомпертца [18]:

$$Y = Le^{be^{-kt}} , \quad (2)$$

где  $Y$  – уровень распространения передовой технологии (обычно доля принявших передовую технологию в общем количестве участников процесса),  $L$  – верхний предел ее распространения;  $b$  и  $k$  – параметры кривой, обычно полагаемые постоянными на всем периоде исследования;  $t$  – период времени.

Одно из первых исследований, связанных с распространением роботов, было описано в работе [19], где строились прогнозы диффузии робототехники в штате Нью-Йорк до 2015 г. на основе модели Мэнсфилда-Басса:

$$\frac{dY(t+1)}{dt} = (p(t) + q(t) * Y(t))(M - Y(t)). \quad (3)$$

Позднее модели S-кривых и их модификации применялись для прогнозирования диффузии мобильных телефонов [20, 21], распространения интернета [22], технологий мобильной связи [23], сотовой связи по регионам России [24] и многих др.

Однако все перечисленные исследования затрагивали какую-то одну из проблем взаимодействия роботизации и цифровых технологий и не анализировали их взаимное влияние.

### Материалы и методы

Методология данного исследования основана на изучении влияния распространения ИКТ на плотность роботизации в странах Азии, где на предприятиях широко внедряются сети 5G и другие передовые цифровые технологии: IoT, технологии межмашинного взаимодействия, облачные сервисы и др. Исследуется взаимосвязь между распространением ПР и цифровых технологий в Южной Корее, Китае и Японии на основе данных Международной Федерации Робототехники (IFR), Организации экономического сотрудничества и развития (OECD), Мирового Банка (World Bank) и Международного союза электросвязи (ITU).

Выбор этих стран для исследования обусловлен тем, что они являются лидерами как в области робототехники, так и в развитии цифровых технологий, а сам регион стран Азии с 2019 г. опережает другие регионы мира по плотности роботизации. Японская робототехническая промышленность является движущей силой не только внутренней, но и мировой экономики. Китай, Тайвань и Южная Корея являются основными мировыми производителями электронных компонент. Доминирование региона в производстве электроники и автомобилей требует передовых робототехнических решений для сборки, сварки и обработки материалов. Внедрение робототехники в этих странах поддерживается государственными программами и инвестициями частного сектора<sup>6</sup>.

Проблемой многих азиатских стран является старение населения, сокращение доли занятых на производстве, и автоматизация помогает компенсировать замедление роста рабочей силы физическим капиталом. Проблема нехватки рабочей силы, особенно в промышленности, актуальна и для России, где доля занятых по данным WB сократилась с 33,4% в 1991 г. до 26,4% в 2023 г.

Динамика плотности роботизации в рассматриваемых странах согласуется с теорией диффузии ин-

новаций, по которой распространение нововведения проходит несколько фаз своего развития.

Для описания распространения передовых технологий используются базовые S-образные кривые (логистическая, кривая Гомпертца, модель Басса и ряд других). В данном исследовании разработаны модифицированные модели диффузии инноваций, которые учитывают распространение передовых цифровых технологий (технологий 5G, IoT, межмашинного взаимодействия, облачных сервисов и др.) на предприятиях рассматриваемых стран.

Кроме того, с помощью регрессионных моделей исследуется влияние распространения ПР в электронной промышленности на экономические показатели отрасли (на примере Японии).

### Результаты исследования

#### *Программы развития робототехники в Японии, Южной Корее и Китае*

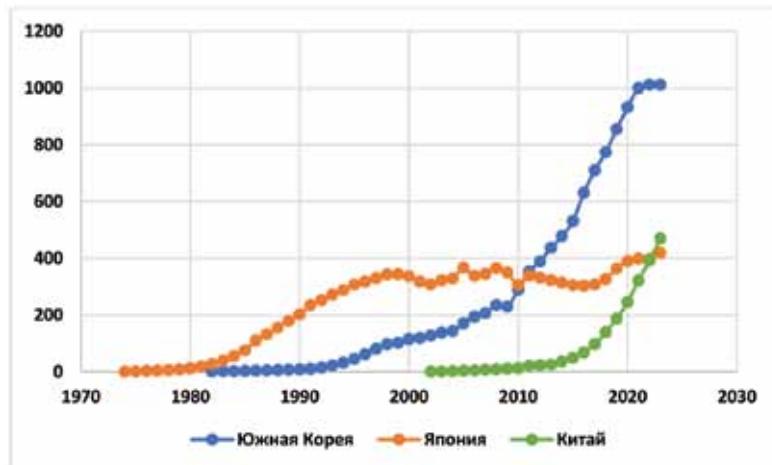
В Японии внедрение ПР в производство началось раньше, чем в Южной Корее и Китае, и раньше достигло стадии насыщения. Однако в последние годы начался новый рост этого показателя (рис. 1). Южная Корея, по всей видимости, в настоящее время переходит в стадию насыщения ПР, тогда как в Китае продолжается экспоненциальный рост плотности роботизации. Таким образом, исследуемые страны находятся на разных стадиях развития процесса роботизации, что позволяет распространить полученные результаты на другие страны и регионы.

Цифровые технологии оказывают существенное влияние на развитие промышленной роботизации. В Южной Корее, Японии и Китае правительства стран особое внимание уделяют как программам развития робототехники, так и цифровизации всех сторон общественной и экономической жизни.

Так, в Южной Корее поставлена цель достичь мирового технологического лидерства в робототехнике. Страна фокусируется на разработке ключевых технологий, которые будут поддерживать робототехнику, а также другие высокотехнологичные отрасли (космос и авиацию). Правительство планирует увеличить стоимость внутреннего рынка роботов в 3,5 раза (до более чем 15 млрд долл. к 2030 г.)<sup>7</sup>. Это должно быть достигнуто за счет сочетания государственных инвестиций, продвижения стартапов и укрепления ключевых технологий, в том числе цифровых.

<sup>6</sup> Asia-Pacific Industrial Robots Market Size, Share & Trends Analysis Report // Straits Research. URL: <https://straitsresearch.com/report/industrial-robots-market/asia-pacific> (дата обращения: 29.04.2025).

<sup>7</sup> South Korea plans comprehensive robot integration into industry and society - \$2.2 billion for robot technology by 2030 // Xpert Digital. 22.10.2024. URL: <https://xpert.digital/en/robot-technology-south-korea/> (дата обращения: 14.03.2025).



Составлено авторами по материалам: International Federation of Robotics Statistics // IFR. URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 29.04.2025)

Рис. 1. Динамика плотности роботизации по странам

Compiled by the authors based on: International Federation of Robotics Statistics // IFR. URL: <https://ifr.org/> (accessed: 29.04.2025)

Fig. 1. Dynamics of robot density by country

ОП Южной Кореи, составляющая значительную часть ВВП (24,3% в 2023 г.)<sup>8</sup>, обеспечивает благоприятную среду для инноваций и технологических достижений в секторе робототехники. Многие ведущие корейские компании (Samsung, LG Electronics, SK и KT) вложили значительные средства в ИИ. Согласно принятой в 2022 г. Цифровой стратегии Южной Кореи, правительство страны инвестирует 1 млрд долл. в исследования основных технологий ИИ и полупроводников<sup>9</sup>. Разрабатывается облачная система ARC (AI, Robot, Cloud), которая служит испытательным полигоном для робототехники, ИИ и облачных технологий.

Согласно данным опроса<sup>10</sup>, в цифровой промышленности Южной Кореи в 2022 г. более 46% предприятий использовало или разрабатывало технологии ИИ, 44,5% – анализ больших данных, 30,3% – облачные вычисления, 20,3% – виртуальную и дополненную реальность, 16,2% – IoT.

Корейское агентство по содействию развитию робототехнической промышленности за последние

3 года развернуло 716 роботов в 352-х компаниях автомобильной, электротехнической, электронной и текстильной промышленности в рамках ведущих проектов. В результате производительность выросла на 60,4%, а уровень дефектов снизился на 58,7%<sup>11</sup>.

Аналогично, правительство Китая поставило целью достичь мирового лидерства в разработке, производстве и использовании робототехники. Для этого предполагается содействовать созданию национального центра больших данных промышленного интернета, переходу к интеллектуальному производству. Благодаря новым цифровым технологиям (ИИ, виртуальная реальность и 5G) Китай расширяет области применения своей робототехники. На 2022 г. ПР применялись в 52-х отраслевых категориях, включая автомобилестроение и электронику<sup>12</sup>.

Китай также является крупным производителем электронных устройств, аккумуляторов, полупроводников и микрочипов. С 2016 г. электротехническая и электронная промышленность Китая стала

<sup>8</sup>World Bank Indicators // World Bank Group. URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 16.03.2025).

<sup>9</sup>Korea – Digital Economy // The International Trade Administration. URL: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/korea-digital-economy> (дата обращения: 14.03.2025).

<sup>10</sup>디지털 신기술 개발 현황 // ITSTAT. URL: [https://www.itstat.go.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=006&tblId=DT\\_127021\\_D009&conn\\_path=13](https://www.itstat.go.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=006&tblId=DT_127021_D009&conn_path=13) (дата обращения: 18.03.2025).

<sup>11</sup>Korea has the world's highest robot density // Maeil Business Newspaper. URL: <https://www.mk.co.kr/en/culture/11204070> (дата обращения: 17.03.2025).

<sup>12</sup>Robust Development in China's Robotics Industry // OpenGov Asia. URL: <https://opengovasia.com/2022/02/01/robust-development-in-chinas-robotics-industry/> (дата обращения: 14.03.2025).

основным заказчиком и драйвером роста ПР, определив автомобильную промышленность<sup>13</sup>.

Автоматизация и робототехника (в том числе разработка колаборативных роботов) имеют решающее значение для производственного сектора Японии и ее экономического роста. Правительство страны разработало инициативу Society 5.0, направленную на создание общества с высокой степенью конвергенции между киберпространством (виртуальным пространством) и физическим пространством (реальным пространством). Эта инициатива включает в себя инвестиции в ИИ, большие данные и IoT, интеграцию цифровых технологий и робототехники для создания общества, ориентированного на человека и решающего социальные проблемы. Кроме того, в настоящее время в Японии принята «Программа исследований и разработок Moonshot», одной из целей которой является создание к 2050 г. роботов с ИИ<sup>14</sup>. Роботы с ИИ и бесконтактные системы доставки – два примера технологий, разрабатываемых для максимизации производительности и услуг в стране.

#### *Анализ влияния цифровых технологий на роботизацию промышленности*

Передовые технологии мобильной связи, особенно широкое внедрение сетей 5G, открывают новые возможности в области робототехники благодаря высокой скорости передачи данных и низким задержкам сигнала. В качестве примера можно привести компанию BMW, на заводах которой для управления роботами и другими машинами используется сеть 5G, играющая ключевую роль в использовании облачного логистического решения. Это помогло BMW сократить время производства и повысить качество<sup>15</sup>. Филиал компании BMW Brilliance Automotive (BBA) в Китае стал первым производителем автомобилей, который обеспечил полное покрытие беспроводной связью 5G на всех своих заводах. Это стало возможным благодаря сотрудничеству BBA с телекоммуникационными компаниями China Unicom и China Mobile, обеспечившими скорость передачи данных 1 Гбит/с<sup>16</sup>.

Существуют и другие стандарты беспроводной связи, однако они имеют свои ограничения. Важной технологией в IoT является беспроводная технология LoRa, обеспечивающая связь на большие расстояния (2–5 км) и обладающая низким энергопотреблением, но при этом ее скорость передачи данных составляет всего 50 Кбит/с [25].

В исследуемых странах существенно выросла доля пользователей технологии 5G: в Китае – с 1,2% в 2019 г. до 73,7% в 2023 г.; в Южной Корее – с 3,1% в 2019 г. до 19% в 2023 г., в Японии – с 2,3% в 2020 г. до 29,4% в 2023 г. (расчитано по данным ведущих операторов стран). Однако не на всех предприятиях стран данная технология внедрена. Основным требованием для установки 5G в промышленных условиях является ее электромагнитная совместимость с оборудованием на месте, чтобы сигналы этой технологии мобильной связи не оказывали отрицательного влияния на производственные процессы<sup>17</sup>. Необходимо учитывать и расположение устройств (близость к серверу обеспечивает более быструю передачу данных, сокращает время приема-передачи информации) [26].

Технологии межмашинного взаимодействия (Machine to Machine, M2M) обеспечивают прямую коммуникацию и взаимодействие между устройствами без вмешательства человека, позволяя обмениваться информацией, принимать разумные решения и выполнять действия на основе полученных данных. В ОП связь M2M обеспечивает предиктивное обслуживание, когда можно предвидеть отказы оборудования на основе анализа данных и предпринимать корректирующие действия до возникновения каких-либо сбоев.

За период 2014–2023 гг. количество подключений M2M на 100 человек во многих странах с развитой робототехникой существенно выросло (рис. 2). Особенно значителен этот рост в Китае – в 52,3 раза за период, в Южной Корее показатель увеличился в 8,3 раза, в Японии – в 4,3 раза.

Объединение робототехники, IoT и облачных сервисов привело к созданию нового вида интерне-

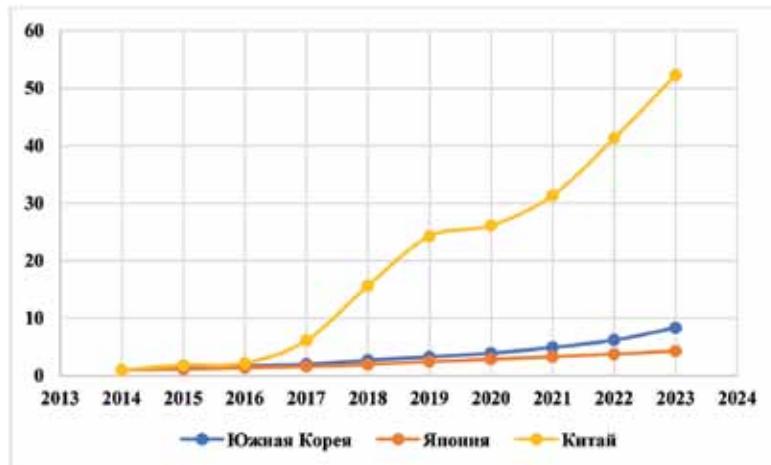
<sup>13</sup> China's New Growth Strategy Backed by Robots // International Federation of Robotics. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/chinas-new-growth-strategy-backed-by-robots> (дата обращения: 14.03.2025).

<sup>14</sup> Moonshot Goal 3 // Moonshot. Research and Development Program. URL: <https://www.jst.go.jp/moonshot/en/program/goal3/index.html> (дата обращения: 21.02.2025).

<sup>15</sup> Graser S. Intelligent connected factory with 5G technology: Autonomous logistics at BMW Group Plant Landshut calculates data in the cloud // BMW Group. 20.06.2022. URL: <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0396773EN/intelligent-connected-factory-with-5g-technology-autonomous-logistics-at-bmw-group-plant-landshut-calculates-data-in-the-cloud?language=en> (дата обращения: 21.02.2025).

<sup>16</sup> 5G Mobile network goes live at all BMW Brilliance Automotive production sites in China // IoT Automotive News. URL: <https://iot-automotive.news/5g-mobile-network-goes-live-at-all-bmw-brilliance-automotive-production-sites-in-china/> (дата обращения: 21.02.2025).

<sup>17</sup> 5G-Enabled Smart Manufacturing // 5G-Smart. URL: <https://5gsmart.eu/wp-content/uploads/2022-5G-SMART-Booklet.pdf> (дата обращения: 20.02.2025).



Рассчитано авторами по данным: *Data Indicators // OECD*. URL: <https://www.oecd.org/en/data/indicators.html?orderBy=mostRelevant&page=0>; *Statistical Reports // China Internet Network Information Center*. URL: <https://www.cnnic.com.cn/IDR/ReportDownloads/> (дата обращения: 01.03.2025)

Рис. 2. Коэффициент роста технологий межмашинного взаимодействия по странам, 2014 г. = 1

Calculated by the authors based on: *Data Indicators*. *OECD*. URL: <https://www.oecd.org/en/data/indicators.html?orderBy=mostRelevant&page=0>; *Statistical Reports. China Internet Network Information Center*. URL: <https://www.cnnic.com.cn/IDR/ReportDownloads/> (accessed: 01.03.2025) (In Eng.)

Fig. 2. Growth rate of machine-to-machine interaction technologies by country, 2014 = 1

та – Интернета роботизированных вещей (IoRT). В его архитектуре выделяют 5 уровней: уровень оборудования, состоящий из физических компонентов (роботы и их датчики); сетевой уровень – технологии, обеспечивающие подключения (WiFi, ZigBee и т.д.); уровень Интернета, реализуемый через различные энергоеффективные протоколы связи (например, Message Queuing Telemetry Transport, Internet Protocol); уровень инфраструктуры – платформы облачных вычислений и различные инструменты машинного обучения; уровень приложений, на котором конечный пользователь робота может увидеть желаемый результат внедрения IoRT<sup>18</sup>. Ведущие компании-производители ПР KUKA и ABB имеют собственные облачные платформы и центры обработки данных.

Беспроводная связь 5G и периферийные облачные вычисления – это две технологии, которые будут определять способы установки и применения ПР в будущем. Так, например, на экспериментальном стенде компаний ABB и Ericsson программное обеспечение, управляющее ПР, было перемещено с самих роботов на периферийную облачную платформу и подключено к ним через беспроводное соединение 5G. Это позволило освободить место в цехе, уменьшить количество кабелей, повысить гибкость перепроектирования производственного

цеха, увеличить количество используемых мобильных роботов [13].

Доля предприятий, использующих облачные вычисления, в Южной Корее и Японии в период 2012–2021 гг. выросла более чем в 2,5 раза (рис. 3).

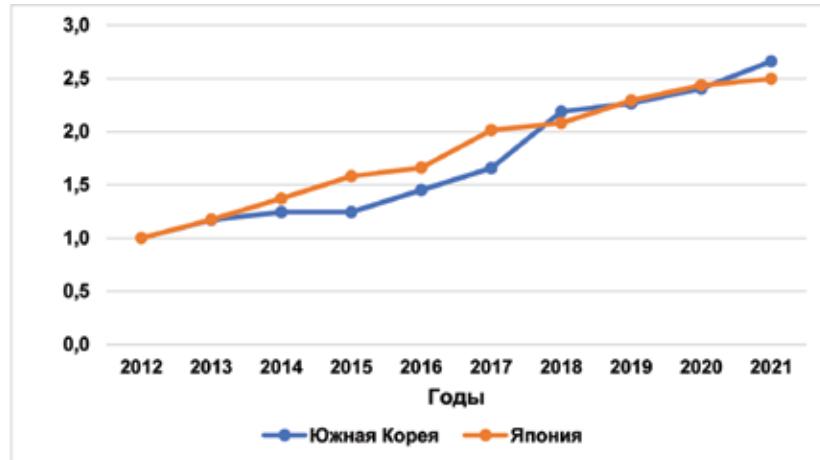
Для Южной Кореи, Китая и Японии с помощью эконометрического анализа в пакете STATISTICA были построены корреляционные зависимости между плотностью роботизации в ОП перечисленных стран и уровнем распространения в них цифровых технологий (табл. 1). Расчет производился по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}, \quad (4)$$

где  $x_i, y_i$  – уровни временных рядов в период  $i$ ;  $\bar{x}, \bar{y}$  – средние значения показателей.

Результаты показывают наличие высокой положительной корреляции между плотностью роботизации в выделенных странах и уровнем развития цифровых технологий на их предприятиях. При этом для первых разностей рядов получен значимый коэффициент корреляции между приростом плотности роботизации и приростом технологий межмашинного взаимодействия (для Южной Кореи – 0,54; для Японии – 0,52; для Китая – 0,86),

<sup>18</sup> Robotics & The Cloud // Systemantics Sensible Robotics. URL: <https://www.systemantics.com/robotics-the-cloud/> (дата обращения: 14.03.2025).



Рассчитано авторами по данным: *Science, technology and innovation. Information and communication technology (ICT). Broadband and telecom databases* // OECD Data Explorer. URL: <https://data-explorer.oecd.org/?lc=en> (дата обращения: 14.03.2025)

Рис. 3. Индекс роста доли предприятий, использовавших облачные вычисления, в общем количестве организаций, 2012 г. = 1

Calculated by the authors based on: *Science, technology and innovation. Information and communication technology (ICT). Broadband and telecom databases. OECD Data Explorer.* URL: <https://data-explorer.oecd.org/?lc=en> (accessed: 14.03.2025) (In Eng.)

Fig. 3. Growth index of the share of enterprises which use cloud computing in the total number of organizations, 2012 = 1

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между плотностью роботизации в обрабатывающей промышленности страны и уровнем распространения цифровых технологий за период

Table 1

Correlation coefficients between the robot density in the country's industrial sector and the level of digital technology distribution over the period

Цифровая технология	Южная Корея		Япония		Китай	
	период	значение	период	значение	период	значение
Интернет	2005–2023	073*	1991–2022	0,53*	2002–2023	0,81*
Мобильный широкополосный доступ в интернет (МШД)	2009–2023	0,87*	2009–2023	0,78*	2002–2023	0,87*
Технологии межмашинного взаимодействия (М2М)	2011–2023	0,92*	2013–2023	0,93*	2002–2023	0,99*
Интернет вещей (IoT)	2019–2023	0,72*	...	...	2018–2023	0,98*
Облачные вычисления	2012–2023	0,84*	2010–2022	0,82*	...	...
Аналитика больших данных	2013–2023	0,79*	...	...	...	...

Примечание: \* значимость коэффициентов на уровне 5%.

Рассчитано авторами по данным: *Statistics // International Federation of Robotics (IFR).* URL: <https://ifr.org/>; *DataHub // International Telecommunication Union (ITU).* URL: <https://datahub.itu.int/indicators/>; *2024 Yearbook of Enterprise Informatization Statistics // National Information Society Agency.* URL: [https://eng.nia.or.kr/site/nia\\_eng/ex/bbs/View.do?cblidx=31975&bclidx=27694&parentSeq=27694](https://eng.nia.or.kr/site/nia_eng/ex/bbs/View.do?cblidx=31975&bclidx=27694&parentSeq=27694) (дата обращения: 28.02.2025)

Calculated by the authors based on: *Statistics. International Federation of Robotics (IFR).* URL: <https://ifr.org/>; *DataHub. International Telecommunication Union (ITU).* URL: <https://datahub.itu.int/indicators/>; *2024 Yearbook of Enterprise Informatization Statistics. National Information Society Agency.* URL: [https://eng.nia.or.kr/site/nia\\_eng/ex/bbs/View.do?cblidx=31975&bclidx=27694&parentSeq=27694](https://eng.nia.or.kr/site/nia_eng/ex/bbs/View.do?cblidx=31975&bclidx=27694&parentSeq=27694) (accessed: 28.02.2025) (In Eng.)

технологиями МШД (для Южной Кореи – 0,56). Для Китая получены значимые коэффициенты корреляции между приростом плотности роботизации и

приростом распространения технологий 5G (0,8) и Интернета вещей (0,85).

Проведенные тесты на причинность между показателями плотности роботизации и распространением цифровых технологий выявили, что для всех трех стран показатель МШД является причиной роста плотности роботизации. Для Южной Кореи получена односторонняя причинная зависимость плотности роботизации от технологий межмашинного взаимодействия и двухсторонняя – для интернета вещей.

Следует отметить, что в Японии корреляционная зависимость между некоторыми показателями ниже, чем в Южной Корее и Китае, что может быть связано со снижением плотности роботизации с 2011 г., вызванным природными катастрофами того года и связанными с ними нарушениями цепочек поставок.

#### Моделирование динамики плотности роботизации с учетом влияния диффузии цифровых технологий

Распространение передовых технологий обычно описывается кривыми вида (1) и (2). Помимо логистической и модели Гомпертца, применяется также модель Басса:

$$dY = (b + \frac{k}{L}Y)(L - Y), \quad (5)$$

где  $Y$  – показатель распространения этой технологии;  $L$  – максимальный размер рынка;  $b$  – коэффициент инновации;  $k$  – коэффициент имитации.

Для Южной Кореи, Японии и Китая были рассчитаны показатели распространения плотности роботизации по указанным моделям (табл. 2). Для сопоставимости моделей использовалось общее решение (5) вида:

$$Y = \frac{L(b e^{(b+k)t} - b)}{(b e^{(b+k)t} + k)}. \quad (6)$$

Полученные оценки параметров, коэффициенты детерминации и меньшие суммы квадратов остатков для всех стран позволили отдать предпочтение логистической модели для дальнейшего исследования.

Однако ограничениями рассмотренных моделей является предположение о постоянстве верхнего предела  $L$  на большом промежутке времени. Одним из способов решения этой проблемы является модификация модели (1) за счет включения в нее переменного верхнего предела  $(1 + x(t))$  [27], отражающего влияние внешних факторов на распространение технологии, в результате чего логистическая модель принимает вид:

Таблица 2

Оценка параметров моделей (1), (2) и (6) по странам

Table 2

Estimation of parameters of models (1), (2) and (6) by country

Параметры	Логистическая модель (1)	Модель Гомпертца (2)	Модель Басса (6)
Южная Корея (2005–2023 гг.)			
$L$	1454,8*	2693,6*	1457,0*
$b$	756,6*	-15,04*	0,0002*
$k$	0,182*	0,067*	0,181*
$R^2$	0,992	0,988	0,992
$S$	13375	19679,1	13489,8
Япония (1974–2023 гг.)			
$L$	344,1*	348,26*	344,3*
$b$	187,2*	-21,26*	0,0019*
$k$	0,33*	0,22*	0,325*
$R^2$	0,973	0,972	0,973
$S$	25691	26115,9	25699,8
Китай (2002–2023 гг.)			
$L$	857,0*	6100,7**	858,2*
$b$	2715,7*	-14,096*	0,0001*
$k$	0,37*	0,078*	0,368*
$R^2$	0,999	0,998	0,999
$S$	287,4	780,5	307,7

Примечания:  $S$  – сумма квадратов остатков; \* р-значение  $<0,05$ ; \*\* р-значение  $<0,1$ .

Рассчитано авторами

Calculated by the authors

$$Y(t) = \frac{L(1+x(t))}{1+be^{-kt}}. \quad (7)$$

В дальнейшем расчет производился по формуле (7), где в качестве  $Y(t)$  рассматривался показатель плотности роботизации в ОП страны, а в качестве  $x(t)$  – уровень распространения на предприятиях цифровых технологий: интернета, мобильной связи, технологий межмашинного взаимодействия, облачных вычислений, интернета вещей, анализа больших данных. В связи с тем, что рассматриваемые цифровые технологии только начинали распространяться, или по ним нет данных за более ранний период, показатель  $1 + x(t)$  отражает влияние передовых цифровых технологий на плотность роботизации в более поздний период.

Расчеты производились в программе STATISTICA с помощью методов нелинейного оценивания. Показатели распространения интернета, технологий межмашинного взаимодействия, IoT рассчитывались как доля организаций, использующих эту технологию, к общему количеству организаций в стране. Показатели распространения мобильного широкополосного доступа и технологии 5G соответствуют количеству пользователей этих технологий на 1 жителя страны.

Учет развития отдельных цифровых технологий дал лучшее приближение к исходным данным, чем исходная базовая модель (1) (например, интернет для Южной Кореи, IoT для Китая, технологии 5G и M2M для Японии, табл. 3).

Таблица 3

Оценка параметров модифицированной модели (7) по странам с учетом развития цифровых технологий

Table 3

Estimation of parameters of the modified model (7) by country taking into account the development of digital technologies

Параметры	интернет	M2M	МШД	IoT	5G
Южная Корея (2005–2023 гг.)					
$L$	1522,7*	835,0*	792,3*	839,6*	1030*
$b$	332,6*	1318**	202,1**	2257,3**	1461**
$k$	0,160*	0,228*	0,138*	0,248*	0,221*
$R^2$	0,994	0,979	0,968	0,981	0,985
$S$	10578	35154	73433,2	32843	24744
Япония (1974–2023 гг.)					
$L$	203,3*	315,4*	169,1*	н/д	334,5*
$b$	5324,7*	386,3**	13549**		240,9*
$k$	0,68*	0,40*	0,80**		0,35*
$R^2$	0,867	0,974	0,432		0,987
$S$	120546	24536	542409		12609
Китай (2002–2023 гг.)					
$L$	1187,9*	224,1*	411,3*	822,1*	289,0*
$b$	638,6*	446,9*	1271,0*	2592,8*	8400**
$k$	0,30*	0,34*	0,33*	0,37*	0,53*
$R^2$	0,999	0,998	0,998	0,999	0,996
$S$	342,4	934,4	646,6	285,9	1570

Примечания:  $S$  – сумма квадратов остатков; \*  $p$ -значение  $<0,05$ ; \*\*  $p$ -значение  $<0,1$ .

Рассчитано авторами

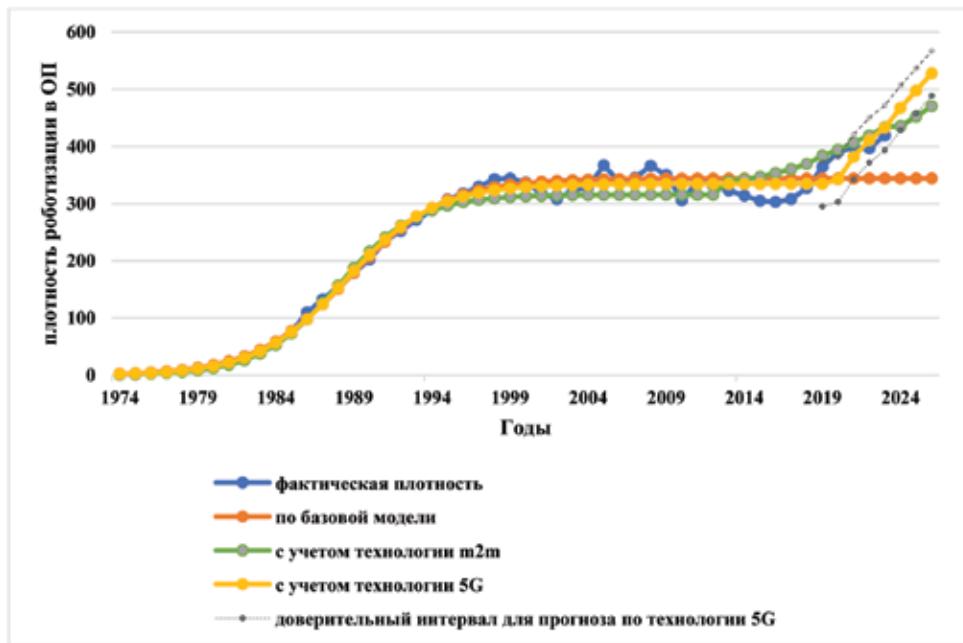
Calculated by the authors

Кроме того, учет влияния распространения цифровых технологий в ОП дает более высокий прогноз будущих тенденций роботизации. Например, для Японии, несмотря на небольшие различия в коэффициенте детерминации и сумме квадратов остатков, базовая модель прог-

нозирует постоянство плотности роботизации в Японии на уровне 344 ед. (рис. 4), тогда как учет распространения технологии M2M больше соответствует тенденциям последних лет к росту плотности роботизации в стране и позволяет оценить этот показатель на уровне 434 ед. в

2026 г. при том же уровне распространения технологии M2M в 2023 г. (37,6%), и на уровне 470

ед. при полиномиальном темпе диффузии M2M (рост до 49% к 2026 г.).



Разработано авторами

**Рис. 4. Приближение плотности роботизации в Японии с помощью базовой модели (1) и модифицированной модели (7), учитывающей распространение технологий M2M (межмашинного взаимодействия) и 5G**

*Developed by the authors*

**Fig. 4. Approximation of robot density in Japan using the base model (1) and the modified model (7) taking into account the spread of M2M (machine-to-machine) and 5G technologies**

Еще более высокая точность приближения плотности роботизации в Японии получена при учете роста доли технологии 5G в общем количестве пользователей мобильным доступом в интернет.

#### *Промышленные роботы в электронной промышленности*

Происходит не только влияние цифровых технологий на развитие промышленной робототехники, но и обратное воздействие – все более широкое применение ПР при производстве телекоммуникационного оборудования, чипов, полупроводников и других необходимых для цифровых технологий элементов. Основным применением ПР в производстве полупроводников является обработка кремниевых пластин с помощью сертифицированных для чистых помещений роботизированных манипуляторов, иногда установленных на мобильных

платформах. Многие компоненты, используемые для создания коммуникационного оборудования, чувствительны к пыли и другим частицам, поэтому роботы для чистых помещений изготавливаются из специальных материалов, не накапливающих пыль.

При производстве печатных плат ПР осуществляют обработку и вставку компонентов, пайку, проверку, тестирование и упаковку. Для этих операций часто используются роботы SCARA и колаборативные роботы. При сборке электронных изделий ПР производят обработку деталей, пайку, склеивание и герметизацию, завинчивание, тестирование и упаковку [28].

Внедрение колаборативных роботов привело к росту доли электронной промышленности в парке роботов с 18,8% в 2013 г. до 26% в 2022 г. и отгрузок с 36,1 тыс. ед. в 2013 г. до 139,7 тыс. ед. в 2022 г.<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Statistics // International Federation of Robotics (IFR). URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 13.03.2025).

В 2020–2022 гг. электронная промышленность опережала автомобильную по количеству ежегодно устанавливаемых ПР (рис. 5).

Основная часть роста продаж ПР в электронной промышленности (ЭП) приходится на страны Азии. По данным IFR, в 2017 г. показатель плотности роботизации в ЭП Южной Кореи составлял 533 ед., в Японии – 225 ед., в Китае – 30 ед. В 2019 г. доля стран Азиатско-Тихоокеанского региона в парке роботов в электротехнической и электронной промышленности составила 88,3%<sup>20</sup>. Это в первую очередь связано с продолжающейся установкой крупногабаритных роботов в этой отрасли в Южной Корее. В Сингапуре 90% ПР установлены в ЭП, страна занимает второе место по плотности роботизации в ОП (770 роботов на 10 тыс. занятых в 2023 г.).

ЭП оказалась одной из наиболее пострадавших от торгового конфликта между Китаем и США. Если в 2019 г. на страны Азиатско-Тихоокеанского

региона приходилось 71,3% мировых продаж полупроводников, то в 2024 г. эта доля снизилась до 60,9% при росте доли Америки с 19,1% до 30,9% за тот же период (рассчитано по данным<sup>21</sup>).

Тем не менее, в 2022 г. 91% от общего числа установок ПР в электротехнической и электронной промышленности пришлось на 5 экономических регионов, которые являются основными производственными базами отрасли: на Китай пришлось 64% от общего числа установленных ПР, на Японию – 12%, на Южную Корею – 9%, на Сингапур и Тайвань – по 3%<sup>22</sup>.

В 2023 г. на долю ЭП Южной Кореи приходилось 39,8% от ежегодно устанавливаемых ПР в стране, в Японии – 32,6%, в Китае – 27,9%.

Как один из наиболее автоматизированных секторов, ЭП требует высокоскоростных, высокоточных роботизированных систем для сборки сложных продуктов, таких как смартфоны, полупроводники и печатные платы. Растущая ми-



Составлено авторами по данным: *Statistics // International Federation of Robotics (IFR)*. URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 13.03.2025)

Рис. 5. Динамика мировых ежегодных отгрузок ПР в автомобильной и электронной промышленности, тыс. ед.

Compiled by the authors based on: *Statistics. International Federation of Robotics (IFR)*. URL: <https://ifr.org/> (accessed: 13.03.2025) (In Eng.)

Fig. 5. Dynamics of global annual shipments of PR in the automotive and electronics industries, thousand units

<sup>20</sup> Introduction to IFR Industrial Robot Data // CnOpenData. URL: <https://www.cnopendata.com/en/data/m/global/IFR.html> (дата обращения: 13.05.2025).

<sup>21</sup> More Than 35 Years Authentic Market Monitoring by WSTS // World Semiconductor Trade Statistics. URL: <https://www.wsts.org/> (дата обращения: 13.05.2023).

<sup>22</sup> 2023年度 ロボット産業・技術振興に関する調査研究報告書 // JMF. URL: [https://www.jmf.or.jp/jmf/wp-content/uploads/2024/04/23rbaw\\_h.pdf](https://www.jmf.or.jp/jmf/wp-content/uploads/2024/04/23rbaw_h.pdf) (дата обращения: 02.05.2025).

ниатюризация электронных компонентов еще больше стимулирует спрос на точных роботов, способных выполнять сложные сборочные задачи. РП стали незаменимыми при обработке деталей компонентов, сборке сложных изделий и тестировании. Эти роботы оснащены передовыми датчиками, системами технического зрения и ИИ, способны работать на высоких скоростях, что значительно сокращает время, необходимое для выполнения повторяющихся задач. В ЭП, где продукция часто производится в больших количествах, эта повышенная скорость помогает компаниям соблюдать жесткие сроки производства и повышать производительность<sup>23</sup>.

#### Моделирование влияния количества роботов в электронной промышленности на показатели отрасли

В этой части работы проведено исследование влияния парка роботов в ЭП на результаты отрасли на примере Японии. В настоящее время ЭП характеризуется наибольшим спросом на роботов в стране. По данным IFR и Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA) построена модель зависимости объемов производства, экспорта и импорта промышленного оборудования в общем объеме производства ЭП

Японии от парка роботов, установленных на предприятиях этой отрасли, за период 2007–2023 гг. Модели имеют вид:

$$Y_i = a + b * X + c * T + d * Z, i = 1, 2, 3, \quad (8)$$

где  $Y_1$  – объем производства промышленного электронного оборудования Японии, млн иен;  $Y_2$  – объем экспорта промышленного электронного оборудования Японии;  $Y_3$  – объем импорта промышленного электронного оборудования (все данные – JEITA<sup>24</sup>);  $X$  – парк роботов в электронной промышленности Японии, тыс. ед. (рассчитано авторами по данным IFR и JARA<sup>25</sup>);  $T$  – период времени между текущим годом и 2006 г. ( $T = \text{год}-2006$ );  $Z$  – среднегодовой курс иены по отношению к доллару (данные World Bank).

Оценки параметров модели (8) получены с помощью коррекции стандартных ошибок в форме Huber-White-Hinkley (табл. 4). Расчет статистики Дарбина-Уотсона для экспорта промышленного оборудования показал отсутствие автокорреляции первого порядка, а для переменных объема производства и импорта – неопределенность ( $d_1 = 0,708$ ,  $d_2 = 1,422$  для 18-ти наблюдений и 3-х переменных).

Таблица 4

Оценка параметров модели (8) для электронной промышленности Японии за период 2007–2024 гг.

Table 4

Estimation of the parameters of the model (8) for the electronics industry of Japan for the period 2007–2024

Параметр	Производство	Экспорт	Импорт
<i>a</i>	11729,0*	1637,6*	-7238,7*
	(546,4)	(251,1)	(715,7)
<i>b</i>	58,1*	20,4*	-20,5**
	(5,8)	(2,7)	(11,8)
<i>c</i>	-403,5*	-96,4*	306,4*
	(23,7)	(9,6)	(33,5)
<i>d</i>	7,5*	12,2*	30,6*
	(2,6)	(1,8)	(7,4)
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,96	0,91	0,96
DW	1,23	1,91	1,14

Примечания: данные в скобках – стандартные ошибки параметров; \* р-значение <0,01; \*\* р-значение <0,1

Рассчитано авторами

Calculated by the authors

<sup>23</sup> Electronics Industry Robots // Barcode Technology. URL: <https://free-barcode.com/barcode/robot-technology/electronics-industry-robots.asp> (дата обращения: 03.03.2025).

<sup>24</sup> Production and Exports/Imports of Electronic Equipment // Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA). URL: <https://www.jeita.or.jp/english/stat/electronic/2024/> (дата обращения: 12.03.2025).

<sup>25</sup> Yearly Results (JARA Members and Non-members) // Japan Robot Association (JARA). URL: <https://www.jara.jp/e/data/yearly.html> (дата обращения: 11.03.2025).

Тесты на единичный корень ряда остатков для моделей с переменными  $Y_1$  и  $Y_2$  подтвердили их стационарность на уровне значимости 5%, для  $Y_3$  – на уровне 10%.

Результаты оценивания свидетельствуют о значимом положительном влиянии использования ПР в ЭП Японии на объемы ее производства и экспорта. Увеличение парка ПР в ЭП на 1 тыс. ед. приводит к росту производства в отрасли на 58,5 млн иен, экспорта – на 20,9 млн иен, в то время как импорт снижается на 21,2 млн иен. Увеличение стоимости доллара относительно иены также положительно влияет на объем производства промышленного электронного оборудования, влияние же всех остальных факторов, учтенных в показателе времени, отрицательно коррелирует с производством и экспортом, и положительно – с импортом.

Кроме того, необходимо отметить снижение средней стоимости 1 ПР, установленного в ЭП Японии, почти на 20% за период 2013–2023 гг. (с 6 млн иен в 2013 г. до 4,84 млн иен в 2023 г. – рассчитано по данным JARA<sup>26</sup>), что способствует дальнейшему распространению ПР в этой отрасли.

### Выводы

Результаты проведенного исследования подтверждают наличие большого взаимного влияния, синергии цифровых технологий и робототехники. Передовые информационно-коммуникационные технологии повышают степень распространения роботизации в развитых странах, переводят на более высокий уровень взаимодействие человека и робота, открывают новые способы использования ПР на умном производстве. С учетом того, что цифровые технологии в промышленности еще не достигли стадии насыщения, дальнейшее распространение ПР будет зависеть от уровня их развития. В первую очередь это касается технологий межмашинного взаимодействия, ИИ и технологий мобильной связи.

Сделанный в исследовании акцент на ведущих странах Азии обусловлен тем, что они являются мировыми лидерами в развитии роботизации и

цифровизации своих экономик, а также оказывают существенное влияние на экономическое развитие всего Азиатско-Тихоокеанского региона.

На примере Японии получен прогноз распространения ПР при сохранении экспоненциального роста технологий мобильной связи 5G и тенденций распространения технологий межмашинного взаимодействия. Для дальнейших исследований в этом направлении необходимо располагать большим количеством информации, включая распространение промышленного интернета вещей, аналитики больших данных.

В то же время, широкое применение ПР в ЭП при производстве коммуникационного оборудования, полупроводников и печатных плат повышает качество и эффективность продукции, обеспечивает надежность и масштабируемость производства. Для Японии выявлено значимое положительное влияние использования ПР в ЭП на объемы производства и экспорта промышленного электронного оборудования. Поэтому процессы автоматизации и цифровизации производства должны идти параллельно для усиления эффекта от их использования, в первую очередь – за счет широкого распространения высокоскоростных беспроводных сетей, облачных услуг, а также повышения плотности роботизации в ЭП.

При этом для максимального использования преимуществ автоматизации необходимо повышать квалификацию работников, стимулировать их к получению новых цифровых навыков и обеспечить соответствующую и доступную для них образовательную инфраструктуру.

Кроме того, на примере ведущих стран Азии следует отметить важность государственной поддержки компаний, внедряющих технологии автоматизации, особенно малых и средних предприятий.

Дальнейшие исследования в этом направлении предполагают системный подход к моделированию развития роботизации и цифровизации, учет влияния «умных производств» на окружающую среду, на общую занятость в промышленности, особенности регионального развития.

### Список источников

1. Gao K., Wijekoon C.B. Digital transformation of production tools: industrial robots transform inventory management in manufacturing // Procedia Computer Science. 2023. Vol. 228. P. 1246–1253. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.11.098>
2. Zeydan E., Arslan S., Turk Y. 6G wireless communications for industrial automation: scenarios, requirements and challenges // Journal of Industrial Information Integration. 2024. Vol. 42. P. 100732. <https://doi.org/10.1016/j.jiit.2024.100732>

<sup>26</sup> Yearly Results (JARA Members and Non-members) // Japan Robot Association (JARA). URL: <https://www.jara.jp/e/data/yearly.html> (дата обращения: 11.03.2025).

3. *Dagli N., Dagli R., Thangavelu L.* Interaction of millimetre waves used in 5G network with cells and tissues of head-and-neck region: a literature review // *Advanced in Human Biology*. 2023. Vol. 13. Iss. 2. P. 168–176. [https://doi.org/10.4103/aihb.aihb\\_133\\_22](https://doi.org/10.4103/aihb.aihb_133_22)
4. *Du J., He J., Yang J., Chen X.* How industrial robots affect labor income share in task model: evidence from Chinese A-share listed companies // *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 208. P. 123655. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123655>
5. *Zhao Y., Said R., Ismail N.W., Hamzah H.Z.* Impact of industrial robot on labour productivity: empirical study based on industry panel data // *Innovation and Green Development*. 2024. Vol. 3. Iss. 2. P. 100148. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2024.100148>
6. *Albinowski M., Lewandowski P.* The impact of ICT and robots on labour market outcomes of demographic groups in Europe // *Labour Economics*. 2024. Vol. 87. P. 102481. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2023.102481>
7. *Acemoglu D., Restrepo P.* Robots and jobs: evidence from US labor markets // *Journal of Political Economy*. 2017. Vol. 128. Iss. 6. P. 2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
8. *Kromann L., Malchow-Møller N., Skakken J.R., Sørensen A.* Automation and productivity – a cross-country, cross-industry comparison // *Industrial and Corporate Change*. 2020. Vol. 29. Iss. 2. P. 265–287. <https://doi.org/10.1093/icc/dtz039>
9. *Na-yeon H.* Robotics integration in manufacturing: case study of South Korea // *Asian Journal of Computing and Engineering Technology*. 2024. Vol. 5. Iss. 1. P. 42–53. <https://doi.org/10.47604/ajcet.2810>
10. *Stiebale J., Suedekum J., Woessner N.* Robots and the rise of European superstar firms // *International Journal of Industrial Organization*. 2024. Vol. 97. P. 103085. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2024.103085>
11. *Zhang H., Ding Y., Niu J., Jung S.* How artificial intelligence affects international industrial transfer – evidence from industrial robot application // *Journal of Asian Economics*. 2024. Vol. 95. P. 101815. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2024.101815>
12. *Lessi C.C., Gavrielides A., Solina V., Qiu R., Nicoletti L., Li D.* 5G and beyond 5G technologies enabling industry 5.0: network applications for robotics // *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 232. P. 675–687. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.067>
13. *Dzedzickis A., Subačiūtė-Žemaitienė J., Šutinys E., Samukaitė-Bubniene U., Bučinskas V.* Advanced applications of industrial robotics: new trends and possibilities // *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. Iss. 1. P. 135. <https://doi.org/10.3390/app12010135>
14. *Kovič K., Ojsteršek R., Palčič I.* Simultaneous use of digital technologies and industrial robots in manufacturing firms // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. Iss. 10. P. 5890. <https://doi.org/10.3390/app13105890>
15. *Ansari J., Andersson C., De Bruin P., Farkas J., Grosjean L., Sachs J., Torsner J., Varga B., Harutyunyan D., König N., Schmitt R.H.* Performance of 5G trials for industrial automation // *Electronics*. 2022. Vol. 11. Iss. 3. P. 412. <https://doi.org/10.3390/electronics11030412>
16. *Sanneman L., Fourie C., Shah J.A.* The state of industrial robotics: emerging technologies, challenges, and key research directions // *Foundations and Trends in Robotics*. 2020. Vol. 8. Iss. 3. P. 225–306. <https://doi.org/10.1561/2300000065>
17. *Alankus O.B.* Technology forecast for electrical vehicle battery technology and future electric vehicle market estimation // *Advances in Automobile Engineering*. 2017. Vol. 06. Iss. 02. <https://doi.org/10.4172/2167-7670.1000164>
18. *Gompertz B.* On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of life contingencies // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1825. Vol. 115. P. 513–583. URL: <https://www.jstor.org/stable/107756> (дата обращения: 19.03.2025).
19. *Bretschneider S., Bozeman B.* Adaptive diffusion models for the growth of robotics in New York state industry // *Technological Forecasting and Social Change*. 1986. Vol. 30. Iss. 2. P. 111–121. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(86\)90014-4](https://doi.org/10.1016/0040-1625(86)90014-4)
20. *Michalakelis C., Varoutas D., Sphicopoulos T.* Diffusion models of mobile telephony in Greece // *Telecommunications Policy*. 2008. Vol. 32. Iss. 3-4. P. 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.01.004>
21. *Mushi R.M.* Assessing the acceptance of mobile phone technology in Tanzanian SMEs // *Journal of Electronic Business and Digital Economics*. 2024. Vol. 3. Iss. 2. P. 170–183. <https://doi.org/10.1108/JEBDE-10-2023-0026>

22. Щепина И. Н., Медведева Д.А. Анализ распространения интернета на основе моделей диффузии // В сб.: Электронный Бизнес: проблемы, развитие и перспективы. Материалы XVIII Всероссийской научной научно-практической конференции. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2020. С. 139–144. EDN: <https://elibrary.ru/udmxrr>
23. Bohlin A., Gruber H., Koutroumpis P. Diffusion of new technology generations in mobile communications // Information Economy and Policy. 2010. Vol. 22. Iss. 1. P. 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2009.11.001>
24. Земцов С. П., Бабурин В. Л. Моделирование диффузии инноваций и типология регионов России на примере сотовой связи // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 4. С. 17–30. EDN: <https://elibrary.ru/zcicst>. <https://doi.org/10.7868/S0373244417100024>
25. Kabir H., Tham M.-L., Chang Y.C. Internet of robotic things for mobile robots: concepts, technologies, challenges, applications, and future directions // Digital Communications and Networks. 2023. Vol. 9. Iss. 6. P. 1265–1290. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.05.006>
26. Boshoff M., Schuster D., Christ L., Hesenius M., Gruhn V., Kuhlenkötter B. Evaluation of 5G edge and cloud computing for data processing in visual referencing of mobile robot manipulators // Procedia CIRP. 2023. Vol. 120. P. 774–779. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.09.074>
27. Bass F.M., Krishnan T.V., Jain D.C. Why the Bass model fits without decision variables // Marketing Science. 1994. Vol. 13. Iss. 3. P. 203–223. <http://doi.org/10.1287/mksc.13.3.203>
28. Bogue R. The role of robots in the electronics industry // Industrial Robot. 2023. Vol. 50. Iss. 5. P. 717–721. <https://doi.org/10.1108/ir-04-2023-0082>

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 07.07.2025; принята к публикации 21.07.2025

Об авторах:

Дубинина Марина Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент; старший научный сотрудник Лаборатории моделирования экономической стабильности; SPIN-код: 7084-9662

Дубинина Виктория Васильевна, младший научный сотрудник Лаборатории моделирования экономической стабильности; SPIN-код: 3049-0083

Вклад авторов:

Дубинина М. Г. – проведение критического анализа материалов; развитие методологии; формирование выводов.

Дубинина В. В. – поиск источников; сбор данных по промышленным роботам; подготовка предварительного варианта статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Gao K., Wijekoon C. B. Digital transformation of production tools: industrial robots transform inventory management in manufacturing. *Procedia Computer Science*. 2023; 228:1246–1253. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.11.098> (In Eng.)
2. Zeydan E., Arslan S., Turk Y. 6G wireless communications for industrial automation: scenarios, requirements and challenges. *Journal of Industrial Information Integration*. 2024; 42:100732. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100732> (In Eng.)
3. Dagli N., Dagli R., Thangavelu L. Interaction of millimetre waves used in 5G network with cells and tissues of head-and-neck region: a literature review. *Advanced in Human Biology*. 2023; 13(2):168–176. [https://doi.org/10.4103/aihb.aihb\\_133\\_22](https://doi.org/10.4103/aihb.aihb_133_22) (In Eng.)
4. Du J., He J., Yang J., Chen X. How industrial robots affect labor income share in task model: evidence from Chinese A-share listed companies. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024; 208:123655. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123655> (In Eng.)
5. Zhao Y., Said R., Ismail N.W., Hamzah H.Z. Impact of industrial robot on labour productivity: empirical study based on industry panel data. *Innovation and Green Development*. 2024; 3(2):100148. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2024.100148> (In Eng.)

6. Albinowski M., Lewandowski P. The impact of ICT and robots on labour market outcomes of demographic groups in Europe. *Labour Economics*. 2024; 87:102481. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2023.102481> (In Eng.)
7. Acemoglu D., Restrepo P. Robots and jobs: evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*. 2017; 128(6):2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716> (In Eng.)
8. Kromann L., Malchow-Møller N., Skakse J.R., Sørensen A. Automation and productivity – a cross-country, cross-industry comparison. *Industrial and Corporate Change*. 2020; 29(2):265–287. <https://doi.org/10.1093/icc/dtz039> (In Eng.)
9. Na-yeon H. Robotics integration in manufacturing: case study of South Korea. *Asian Journal of Computing and Engineering Technology*. 2024; 5(1):42–53. <https://doi.org/10.47604/ajcet.2810> (In Eng.)
10. Stiebale J., Suedekum J., Woessner N. Robots and the rise of European superstar firms. *International Journal of Industrial Organization*. 2024; 97:103085. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2024.103085> (In Eng.)
11. Zhang H., Ding Y., Niu J., Jung S. How artificial intelligence affects international industrial transfer – Evidence from industrial robot application. *Journal of Asian Economics*. 2024; 95:101815. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2024.101815> (In Eng.)
12. Lessi C.C., Gavrielides A., Solina V., Qiu R., Nicoletti L., Li D. 5G and beyond 5G technologies enabling industry 5.0: network applications for robotics. *Procedia Computer Science*. 2024; 232:675–687. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.067> (In Eng.)
13. Dzedzickis A., Subačiūtė-Žemaitienė J., Šutinys E., Samukaite-Bubniene U., Bučinskas V. Advanced applications of industrial robotics: new trends and possibilities. *Applied Sciences*. 2022; 12(1):135. <https://doi.org/10.3390/app12010135> (In Eng.)
14. Kovič K., Ojsteršek R., Palčič I. Simultaneous use of digital technologies and industrial robots in manufacturing firms. *Applied Sciences*. 2023; 13(10):5890. <https://doi.org/10.3390/app13105890> (In Eng.)
15. Ansari J., Andersson C., De Bruin P., Farkas J., Grosjean L., Sachs J., Torsner J., Varga B., Harutyunyan D., König N., Schmitt R.H. Performance of 5G trials for industrial automation. *Electronics*. 2022; 11(3):412. <https://doi.org/10.3390/electronics11030412> (In Eng.)
16. Sanneman L.M., Fourie C.K., Shah J.A. The state of industrial robotics: emerging technologies, challenges, and key research directions. *Foundations and Trends in Robotics*. 2020; 8(3):225–306. <https://doi.org/10.1561/2300000065> (In Eng.)
17. Alankus O.B. Technology forecast for electrical vehicle battery technology and future electric vehicle market estimation. *Advances in Automobile Engineering*. 2017; 06(02). <https://doi.org/10.4172/2167-7670.1000164>. (In Eng.)
18. Gompertz B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1825; 115:513–583. URL: <https://www.jstor.org/stable/107756> (accessed: 19.03.2025) (In Eng.)
19. Bretschneider S., Bozeman B. Adaptive diffusion models for the growth of robotics in New York state industry. *Technological Forecasting and Social Change*. 1986; 30(2):111–121. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(86\)90014-4](https://doi.org/10.1016/0040-1625(86)90014-4) (In Eng.)
20. Michalakelis C., Varoutas D., Spicopoulos T. Diffusion models of mobile telephony in Greece. *Telecommunications Policy*. 2008; 32(3-4):234–245. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.01.004> (In Eng.)
21. Mushi R.M. Assessing the acceptance of mobile phone technology in Tanzanian SMEs. *Journal of Electronic Business & Digital Economics*. 2024; 3(2):170–183. <https://doi.org/10.1108/JEBDE-10-2023-0026> (In Eng.)
22. Shchepina I.N., Medvedeva D.A. Analysis of the spread of the Internet based on diffusion models. In: *Electronic Business: problems, development and prospects. Proceedings of the XVIII All-Russian correspondence scientific and practical conference*. Voronezh: Voronezh State University, 2020. P. 139–144. EDN: <https://elibrary.ru/udmxrr> (In Russ.)
23. Bohlin A., Gruber H., Koutroumpis P. Diffusion of new technology generations in mobile communications. *Information Economy and Policy*. 2010; 22(1):51–60. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2009.11.001> (In Eng.)
24. Zemtsov S.P., Baburin V.L. Modeling of diffusion of innovation and typology of Russian regions: a case study of cellular communication. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2017; (4):17–30. EDN: <https://elibrary.ru/zcicst>. <https://doi.org/10.7868/S037324417100024> (In Russ.)

25. Kabir H., Tham M.-L., Chang Y.C. Internet of robotic things for mobile robots: concepts, technologies, challenges, applications, and future directions. *Digital Communications and Networks*. 2023; 9(6):1265–1290. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.05.006> (In Eng.)
26. Boshoff M., Schuster D., Christ L., Hesenius M., Gruhn V., Kuhlenkötter B. Evaluation of 5G edge and cloud computing for data processing in visual referencing of mobile robot manipulators. *Procedia CIRP*. 2023; 120:774–779. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.09.074> (In Eng.)
27. Bass F.M., Krishnan T.V., Jain D.C. Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing Science*. 1994; 13(3):203–223. URL: <http://doi.org/10.1287/mksc.13.3.203> (accessed: 19.03.2025) (In Eng.)
28. Bogue R. The role of robots in the electronics industry. *Industrial Robot*. 2023; 50(5):717–721. <https://doi.org/10.1108/ir-04-2023-0082> (In Eng.)

The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 07.07.2025; accepted for publication 21.07.2025

*About the authors:*

**Marina G. Dubinina**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Economic Stability Modeling; SPIN: 7084-9662

**Victoria V. Dubinina**, Junior Researcher, Laboratory of Economic Stability Modeling; SPIN: 3049-0083

*Contribution of the Authors:*

Dubinina M. G. – critical analysis of the materials; development of the methodology; drawing conclusions.

Dubinina V. V. – search for sources; collecting data on industrial robots; preparing the initial version of the text.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

## Научная статья

УДК 334.021

JEL: F01, I25, Q01

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.417-433>

## Модель ESG-трансформации вузов: экологическая составляющая

Измайлова Марина Алексеевна<sup>1</sup><sup>1</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; Москва, Россия<sup>1</sup> [m.a.izmailova@mail.ru](mailto:m.a.izmailova@mail.ru) , <http://orcid.org/0000-0001-7558-9639>**Аннотация**

Цель статьи – разработка модели ESG-трансформации российских вузов, учитывающей экологический аспект модернизации деятельности вузов на принципах устойчивого развития.

**Методы.** В процессе исследования применялся комплекс методов теоретического и эмпирического анализа, включая: логический метод, абстрагирование, компаративный анализ, рейтинговый метод, SWOT-анализ.

**Результаты работы.** Определен устойчивый рост вовлеченности университетов в решение повестки устойчивого развития, что подтверждается данными ежегодного рейтинга университетов мира UI GreenMetric. Выявлена динамика рейтинговых позиций российских вузов, существенно уступающих зарубежным университетам. Анализ интеграции ESG-принципов в практику университетов ЕАЭС показал лидерство российских вузов, а также приоритетное внимание их руководства, уделяемое социальной политике и образованию для устойчивого развития. Разработаны рекомендации для ESG-трансформации российских вузов. Особый акцент сделан на экологической составляющей, учитывающей перспективные направления интегрирования принципов устойчивого развития в ключевые сферы деятельности. Это будет способствовать решению задач институциональных преобразований в вузах в рамках идеологии ESG и на основе консолидации партнерства с ключевыми стейкхолдерами.

**Выводы.** Российские вузы, разделяющие ответственность за благополучие человечества, остаются важнейшим актором всех изменений, направленных на прогрессивное развитие общества. Гуманистическая основа образования и человекоцентричность концепции устойчивого развития консолидируют фундамент для ESG-преобразований в сфере образования, гибко реагирующих на вызовы внешней среды, включая ее природную и социальную составляющие, а также экономические запросы страны. Предложенная модель ESG-трансформации российских вузов, учитывающая экологический аспект и построенная на принципах устойчивого развития, создает концептуальную основу становления вузов с «зеленой» миссией.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, ESG, экологическая ответственность, социальная политика, управление

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов, в том числе, связанного с участием в редакционной коллегии журнала «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)».

**Для цитирования:** Измайлова М. А. Модель ESG-трансформации вузов: экологическая составляющая // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 417–433

EDN: <https://elibrary.ru/frdqxl> <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.417-433>

© Измайлова М. А., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## The ESG transformation model of Russian universities: an environmental components

**Marina A. Izmailova<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation; Moscow, Russia<sup>1</sup> m.a.izmailova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7558-9639>**Abstract**

**Purpose:** development of an ESG transformation model for Russian universities that takes into account the environmental aspect of modernizing university activities based on the principles of sustainable development.

**Methods:** in the course of the research, a set of theoretical and empirical analysis methods was used, including logical method, abstraction, comparative analysis, rating method, SWOT analysis.

**Results:** a steady increase in the involvement of universities in addressing the sustainable development agenda has been identified, which is confirmed by data from the annual UI GreenMetric ranking of world universities. The dynamics of the rating positions of Russian universities, which are significantly inferior to foreign universities, is revealed. An analysis of the integration of ESG principles into the practice of EAEU universities has shown the leadership of Russian universities, as well as the priority attention of their leadership to social policy and education for sustainable development. Recommendations for the ESG transformation of Russian universities have been developed. Special emphasis is placed on the environmental component, which takes into account promising areas for integrating the principles of sustainable development into key areas of activity. This will contribute to solving the problems of institutional transformation in universities within the framework of the ESG ideology and on the basis of consolidating partnerships with key stakeholders.

**Conclusions and Relevance:** Russian universities, which share their responsibility for the well-being of humanity, remain the most important actor in all changes aimed at the progressive development of the society. The humanistic foundation of education and the human-centered concept of sustainable development consolidate the foundation for ESG transformations in the field of education, flexibly responding to the challenges of the external environment, including its natural and social components, as well as the economic demands of the country. The proposed model of ESG transformation of Russian universities, which takes into account the environmental aspect and is based on the principles of sustainable development, creates a conceptual basis for the formation of universities with a "green" mission.

**Keywords:** sustainable development, ESG, environmental responsibility, social policy, administration

**Conflict of Interest.** The author declares that there is no Conflict of Interest, including those related to participation in the Editorial Board of the journal "MIR (Modernization. Innovation. Research)".

**For citation:** Izmailova M. A. The ESG transformation model of Russian universities: an environmental component. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):417–433. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/frdqxl>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.417-433>

© Izmailova M. A., 2025

### Введение

Эскалация проблем в экологической, социальной и экономической сферах, поставившая под угрозу выживания все человечество, побудила принятие наднационального документа «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»<sup>1</sup>. В качестве инструмента решения глобальных проблем документом закреплены Цели в области устойчивого развития (далее – ЦУР), охватывающие экологическое и социальное благополучие, экономический рост [1]. Вместе с тем, скорость выполнения задач

в рамках ЦУР ставит под угрозу их достижение к намеченному сроку, что требует консолидации усилий правительственные органов, международных объединений, общественных организаций, предпринимательских структур всех секторов экономики, НКО всех стран мира [2].

Особое место в списке сторон, заинтересованных в глобальном устойчивом развитии, играют университеты, которые являются бесценным источником экспертизы знаний по всем аспектам ЦУР. Это указывает на способность вузов возглавить научное руководство межсекторальным

<sup>1</sup> Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // ООН. 13.12.2024. URL: <https://sdgs.un.org/ru/2030agenda> (дата обращения: 13.12.2024).

партнерством по модернизации существующих и разработки новых подходов к достижению ЦУР [3], используя потенциал современного научно-технологического развития [4]. Университеты все чаще заявляют о своей третьей миссии, вовлекаясь в развитие территории присутствия посредством проведения просветительской деятельности и выстраивания коммуникаций по вопросам экологической и социальной ответственности, создания научных коллабораций и творческих коллективов по инициированию и развитию идей устойчивого развития [5]. В условиях постоянных вызовов и появления все более сложных проблем, ставящих человечество на грань выживания, университеты осознают свою ответственность в обучении поколения, которому предстоит совершенствовать работу по защите природы и достижению социального прогресса, стать лидером позитивных перемен с мировоззрением, ориентированным на устойчивое развитие [6].

Данная высокая миссия университетов, разделяющих свою ответственность за благополучие человечества, подкрепляется статистикой роста числа университетов, присоединяющихся к ЦУР. Этому во многом способствуют инициативы ООН, в числе которых следует назвать Инициативу по обеспечению устойчивого развития высшего образования, Принципы ответственного управления и Сеть решений в области устойчивого развития<sup>2</sup>.

Высшая школа, реализующая в образовательном процессе триединую цель – образование, воспитание, развитие, – формирует мировоззренческую позицию молодежи в вопросах устойчивого развития, в том числе посредством демонстрации своих социальных и экологических практик с вовлечением в их реализацию административного персонала, сотрудников и обучающихся [7]. Многие исследовательские университеты на основе передовых достижений научно-технического прогресса проводят научные исследования для решения глобальных проблем. Вместе с тем, остается открытым вопрос, каким образом и в какой степени университеты разных стран могут взять на себя ведущую роль в достижении ЦУР, какие инструменты уже апробированы и какие являются перспективными для решения задач в рамках ЦУР, какие аспекты устойчивого развития требуют своего развития.

Цель исследования: на основе оценки вовлеченности российских вузов в повестку устойчивого раз-

вития разработать модель ESG-трансформации российских вузов, раскрывающую экологический аспект.

Задачи работы:

- 1) выявить глобальные тенденции продвижения повестки устойчивого развития в университетах;
- 2) определить уровень интеграции ESG-принципов в практику университетов стран-участниц ЕАЭС;
- 3) сформировать рекомендации в области ESG-трансформации и раскрыть экологический аспект модели ESG-трансформации российских вузов.

### Обзор литературы и исследований

Востребованность новой философии ведения бизнеса – концепции устойчивого развития – в последние годы, связанные с эскалацией экологических проблем, достаточно часто стала подчеркиваться в заявлениях лидеров стран, звучать на экономических форумах, освещаться в научных публикациях [8]. Принципы устойчивого развития достаточно основательно излагаются в документах ООН и находят развитие в исследованиях ученых. Применяя широкий подход к толкованию принципов устойчивого развития, их можно определить как главные основания, определяющие «развитие цивилизации на базе инноваций при одновременном удовлетворении жизненных потребностей населения разных государств, в том числе в энергоснабжении, при сохранении окружающей среды»<sup>3</sup>. Структурированный подход к классификации принципов устойчивого развития дает представление о целом их комплексе – это интеграционная взаимосвязь и взаимозависимость социально-экономической, гуманитарно-правой и экологической составляющих устойчивого развития; соблюдение международного права и бережное обращение с природными ресурсами; учет потребностей живущего поколения без ущерба удовлетворения потребностей последующим поколениям; ответственность развитых стран за состояние окружающей среды при необходимости оказания всех видов поддержки развивающимся странам; принятие мер, предотвращающих ухудшение состояния окружающей среды; активное участие общества в устойчивом развитии и обеспечение его доступа к информации; прозрачное и ответственное управление всеми видами ресурсов [9].

<sup>2</sup> Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector // Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific, Melbourne. 2017. URL: <https://www.volunteeringaustralia.org/wp-content/uploads/University-SDG-Guide-2017.pdf> (дата обращения: 15.12.2024).

<sup>3</sup> Аким М.Э., Варнавина В.А., Гавенко Е.А. и др. Устойчивое развитие в неустойчивом мире: объединяя усилия регионов, городов и компаний: докл. к XXIV Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2023 г. М.: НИУ ВШЭ, 2023. 1621 с. С. 7. EDN: <https://elibrary.ru/kgzdai>

Не менее популярной является и концепция ESG как системы оценки и учета интеграции Е-экологического, S-социального, G-управленческого аспектов в бизнес-процессы [10], которая находит все большее подтверждение в реальной практике предпринимательской деятельности. Так, исполнение всех принятых в 2000-х гг. международных соглашений в области ESG приведет к созданию на основе ESG-принципов около 75% мирового ВВП<sup>4</sup>.

Учитывая большое число подходов к определению ESG-трансформации бизнеса, остановимся на наиболее распространенном понимании данного феномена как ответственного отношения компаний к сохранению и защите окружающей среды, повышению социально ответственного ведения бизнеса и качества корпоративного управления [11]. Для России данный тренд остается весьма актуальным. Между тем, проведенное в 2023 г. учеными МГИМО исследование<sup>5</sup> выявило острую потребность экономики в кадрах для осуществления ESG-трансформации: 79% руководителей компаний заявило о высокой потребности специалистов с компетенциями по Е-составляющей, 75% – по G-составляющей, и только 43% – по S-составляющей ESG.

Данная потребность в кадрах сформировалась не одномоментно: в условиях, когда бизнес уже демонстрировал первые результаты ESG-трансформации, лишь единичные российские вузы инициативно предпринимали попытку интеграции концепции устойчивого развития и ESG-проблематики в образовательные программы [12]. Понимание необходимости устраниить расхождованность скорости ESG-трансформации бизнеса и образования побудило Россию войти в число инициаторов принятия в 2005 г. Стратегии Европейской экономической комиссии ООН для образования в интересах устойчивого развития<sup>6</sup>. В данном документе закреплены ключевые цели для университетов, взявших курс на устойчивое развитие, реализация которых требует: создания политической, нормативно-правовой и организационной базисной основы; диверсификации видов образования на формальное, неформальное и

информационное и возможности их одновременного прохождения; формирования в рамках освоения образовательных программ компетентности, уровень которой будет достаточным для решения задач устойчивого развития; доступности всех видов образовательных и инфраструктурных ресурсов, соответствующих тематике устойчивого развития.

В России приоритеты обучения устойчивому развитию закреплены в проекте Национальной стратегии образования для устойчивого развития в Российской Федерации, который определяет их как: воспитание гуманистического мировоззрения, экологизация социума, социализация природопользования, актуализация, междисциплинарность<sup>7</sup>. Среди действующих в стране программ следует назвать «Приоритет-2030», идеология которого гармонизирует с триединым итогом устойчивого развития – защита окружающей среды, социальное благополучие, экономическая эффективность. Локальная практика вузов, стремящихся войти в программу «Приоритет-2030», строится на одном из ее ключевых принципов – инновационное развитие партнерства вузов, государства, бизнеса и некоммерческих организаций по вопросам устойчивого развития.

Одним из инструментов оценки эффективности вклада университетов в решение повестки устойчивого развития посредством ESG-трансформации своей деятельности являются ESG-рейтинги [13]. Применение ESG-рейтингов как имеет положительное влияние на продвижение университетов на пути устойчивого развития (оценка вклада в достижение ЦУР, возможность отследить динамику своих рейтинговых позиций при систематическом участии в рейтингах и проч.) [14], так и обнаруживает определенную дивергенцию ESG-оценок [15].

## Материалы и методы

Исследование проведено с использованием методов теоретического и эмпирического анализа: логического метода, абстрагирования, компартивного анализа, рейтингового метода, SWOT-анализа. Методологической основой явились концепции устойчивого развития и корпоративной социаль-

<sup>4</sup> Интеграция ESG-принципов и повестки устойчивого развития в университетах стран ЕАЭС и БРИКС. Аналитический отчет // ООО «НРП». Март 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg-ur\\_v\\_vuzah\\_eajes-briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg-ur_v_vuzah_eajes-briks-2.pdf) (дата обращения: 06.01.2025).

<sup>5</sup> Турбина К.Е., Юргенс И.Ю., Ромов Р.Б. Тенденции развития ESG-образования в России. Экспертно-аналитический доклад. Выпуск второй (2023) // МГИМО. 2023. URL: [https://mgimo.ru/upload/2023/10/xv-risa-esg-education-trends.pdf?utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://mgimo.ru/upload/2023/10/xv-risa-esg-education-trends.pdf?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru) (дата обращения: 15.12.2024).

<sup>6</sup> Стратегия ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития // ООН. СЕР/АС.13/2004/8/Add.1. 23 марта 2005. URL: <http://partner-unitwin.net/wp-content/uploads/2016/06/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%95%D0%AD%D0%9A-%D0%9E%D0%A3%D0%A0.pdf> (дата обращения: 22.12.2024).

<sup>7</sup> Национальная стратегия образования для устойчивого развития в Российской Федерации // ЕЭК ООН. С.7. URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/Implementation/NAP/RussianFederationNS.r.pdf> (дата обращения: 22.12.2024).

ной ответственности, ESG, теории стейххолдеров и менеджмента. Информационная база исследования включает научные публикации, данные рейтинга UI GreenMetric World University Rankings–2024 и исследований в области устойчивого развития, проведенных Национальным рейтинговым агентством, Агентством ESG-консалтинг и проч.

### Результаты исследования

#### Продвижение повестки устойчивого развития в университетах: мировой аспект

Миссия университетов, в сознании обывателя традиционно ограничивающаяся получением образования и проведением научных исследований, на современном этапе стала существенно расширяться. Университеты, разделяя ответственность за судьбы человечества в условиях глобальных вызовов, охватывающих все сферы жизни, экономическую, экологическую, социальную и проч., активно вовлекаются в решение проблем, связанных с переходом на путь устойчивого развития.

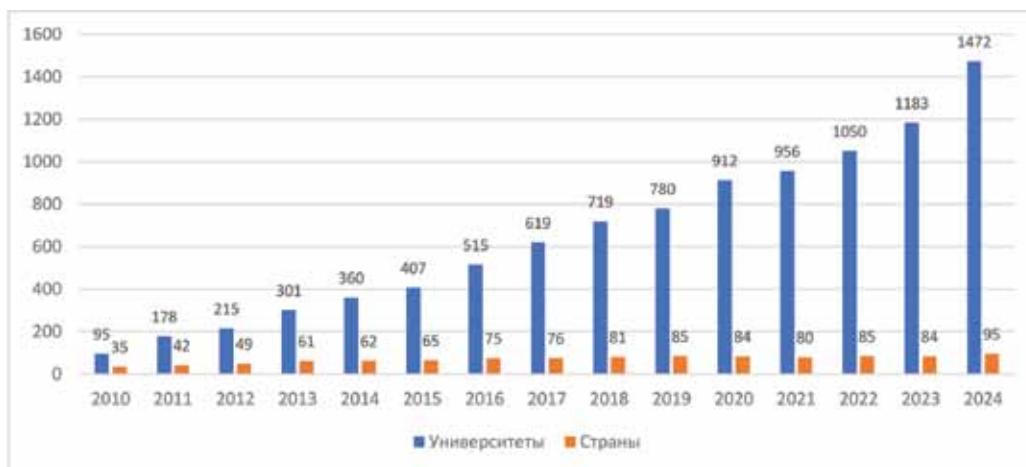
Данная идеология для российских университетов в полной мере ограничена и сопряжена со стратегическим направлением развития российского государства в области устойчивого развития как особой философии деятельности субъектов экономических и социальных отношений, основанной на учете всех аспектов ESG. Несмотря на то, что практика устойчивого развития в целом освоена экономическими акторами, ее эффективность и скорость развития все же может меняться под влиянием изменения geopolитических и экономи-

ческих условий. Неизменным является то, что в фокусе внимания правительства, бизнеса, некоммерческих организаций приоритетными остаются вопросы достижения экологического благополучия и эффективности социальной сферы, повышения качества корпоративного управления [16].

Эксплицируя опыт бизнес-сообщества [17], уже сформировавшего навыки ESG-трансформации, на высшую школу, которая сегодня получила статус полноценного участника всего спектра социально-экономических отношений, следует признать, с одной стороны, ее отставание от практики решения ESG-повестки бизнеса [18], с другой – стремление большей части вузов к ESG-трансформации.

Университеты, которые всегда находятся в авангарде прогрессивных начинаний, активно вовлекаются в решение повестки устойчивого развития [19]. Объясняется это общностью человекоцентричного подхода, применяемого как в образовании, так и во всех направлениях достижения ЦУР [20]. Высшая школа разделяет с обществом ответственность за прорывное решение текущих проблем и созидание лучшего будущего для нового поколения [21].

Насколько успешны вузы в продвижении решения ESG-повестки, можно судить по многим показателям, одним из которых являются мировые рейтинги. Одним из глобальных рейтингов, предназначенных для измерения усилий университетов по обеспечению устойчивости своих кампусов, эффективности политики и программ устойчивого развития, стал UI GreenMetric World University Rankings, популярность которого растет ежегодно (рис. 1).



Источник: Яценко Е. ESG и глобальный рейтинг университетов UI GreenMetric: опыт РУДН. URL: [https://raex-rr.com/files/presentation/RAEX\\_conf\\_ESG\\_2024\\_%D0%AF%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf](https://raex-rr.com/files/presentation/RAEX_conf_ESG_2024_%D0%AF%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf) (дата обращения: 03.01.2025).

Рис. 1. Число участников UI GreenMetric World University Rankings, 2010–2024 гг.

Source: Yatsenko E. ESG and global university ranking UI GreenMetric: RUDN University experiential. URL: [https://raex-rr.com/files/presentation/RAEX\\_conf\\_ESG\\_2024\\_%D0%A6%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf](https://raex-rr.com/files/presentation/RAEX_conf_ESG_2024_%D0%A6%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf) (accessed: 03.01.2025).

Fig. 1. Number of participants in UI GreenMetric World University Rankings, 2010–2024

Устойчивый рост числа вузов и стран в UI GreenMetric World University Rankings подтверждает глобальную тенденцию – приверженность университетов концепции устойчивости и политике институциональных улучшений, касающихся совершенствования своих экологических практик, образовательного процесса и научных исследований в области устойчивости.

Стимулирующим влиянием к участию в данном рейтинге являются преимущества, получаемые университетами:

- 1) интернационализация и признание университетов как участников глобального движения к устойчивому развитию всего мирового сообщества придает им большую известность и повышение лояльности своих заинтересованных сторон;
- 2) участие университетов в рейтинге способствует повышению осведомленности их внутренних

и внешних стейкхолдеров о сути накопившихся глобальных проблем (демографические тенденции, климатические изменения, истощение природных ресурсов, дефицит воды и продовольствия, нехватка энергии и проч.);

- 3) университеты, исследуя в своей научно-образовательной практике проблематику устойчивого развития, предлагают научно обоснованные пути их решения;
- 4) открывается возможность синергетического партнерства университетов и их заинтересованных сторон в решении актуальных проблем человечества [22; 23].

Оценка приверженности университетов развитию на принципах экологичности, ежегодно проводимая в рамках UI GreenMetric World University Rankings, основана на полном сопряжении его критериев с ЦУР (рис. 2).



Составлено автором по материалам: UI GreenMetric World University Rankings 2024. URL: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2024> (дата обращения: 08.01.2025).

Рис. 2. Гармонизация критериев UI GreenMetric World University Rankings и ЦУР

Compiled by the author based on materials: UI GreenMetric World University Rankings 2024. URL: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2024> (accessed: 08.01.2025).

Fig. 2. Harmonization of criteria of UI GreenMetric World University Rankings and SDGs

Анализ данных UI GreenMetric World University Rankings-2024<sup>8</sup> показывает, что из 1477-ми участников рейтинга 50 приходится на российские вузы, из которых лидером является РУДН. В целом, положительную динамику по рейтинговым позициям демонстрируют 6 российских вузов, вошедших в рейтинг, 4 вуза снизили свои позиции (табл. 1).

При этом справедливо сказать, что, признавая действительно более развитую практику европей-

ских вузов в сфере экологической ответственности, нельзя не отметить определенную ангажированность критериев оценки исторически сложившейся деятельностью университетов в странах, разработавших данный рейтинг [24], а также нельзя не учитывать общепризнанное несовершенство всех рейтингов [25]. Но главное – оценивание университетов из разных стран, отличающихся между собой экономическими системами, национальной культурой, историей и особенностями образова-

<sup>8</sup> UI GreenMetric World University Rankings 2024 // UI GreenMetric. URL: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2024> (дата обращения: 08.01.2025).

Таблица 1

## Топ-10 российских лидеров UI GreenMetric World University Rankings 2024

Table 1

## Top 10 Russian leaders of UI GreenMetric World University Rankings 2024

Рейтинг			Российские университеты
2024	2023	динамика	
22	26	↑4	РУДН
69	72	↑3	Сибирский федеральный университет
141	129	↓12	Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта
167	246	↑79	Российский государственный аграрный университет
180	162	↓18	Иркутский национальный исследовательский технический университет
181	149	↓32	Пермский национальный исследовательский политехнический университет
200	283	↑83	Башкирский государственный аграрный университет
227	170	↓57	Волгоградский государственный университет
337	452	↑115	Тамбовский государственный университет имени Державина
393	444	↑51	Рязанский государственный медицинский университет

Составлено автором по материалам: UI GreenMetric World University Rankings 2024. URL: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2024> (дата обращения: 08.01.2025).

Compiled by the author based on materials: UI GreenMetric World University Rankings 2024. URL: <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2024> (accessed: 08.01.2025).

тельных систем, не всегда может дать объективные результаты. Основываясь на данном тезисе, автору представляется более справедливым проанализировать практику вовлеченности российских вузов в повестку устойчивого развития в сравнении с университетами стран ЕАЭС, имевших длительный период развития в рамках общей образовательной системы.

#### Интеграция ESG-принципов в практику университетов ЕАЭС

Национальным рейтинговым агентством и Агентством ESG-консалтинг в марте 2024 г.<sup>9</sup> проведено исследование с целью получения комплексной оценки интеграции ESG-принципов в практику университетов, включая образовательную, научно-исследовательскую, социальную, экологическую и управлеченческую сферы. На основе расчета интегрального индекса по 45-ти показателям выше названных сфер был построен ESG-ранкинг университетов (рис. 3).

Из ESG-ранкинга следует, что первые 4 позиции занимают российские университеты, а последние места приходятся на казахстанские вузы.

Анализ средних оценок по каждому ESG-фактору и сферам деятельности приводит к пониманию

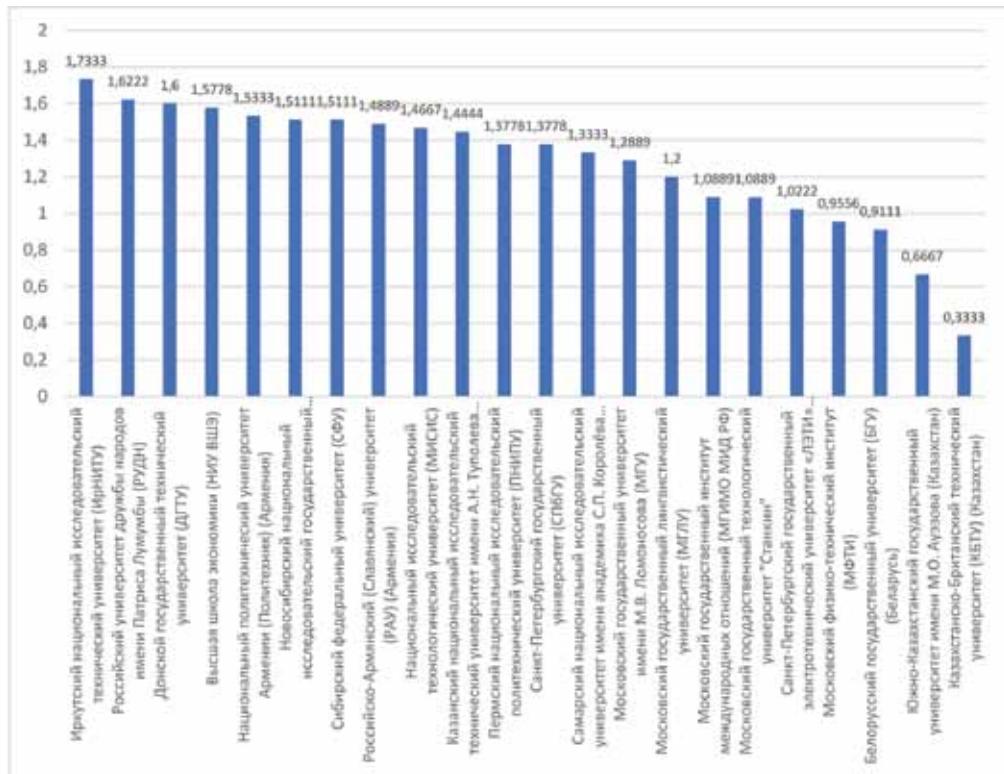
приоритетного внимания руководства вузов, уделяемого прежде всего социальному аспекту и «Образованию для устойчивого развития» (рис. 4).

Рассмотрим подробнее, какие решения предпринимают вузы ЕАЭС в процессе своей ESG-трансформации.

В образовательной деятельности наиболее распространенной практикой является разработка и реализация вузами образовательных программ по тематике устойчивого развития. При этом выявлены разные подходы к проектированию образовательных программ – это могут быть полноценные профильные образовательные программы, отдельные модули, темы занятий или мастер-классы.

При анализе компетентностной модели выпускника (КМВ) профильных образовательных программ по устойчивому развитию и ESG отмечен неполный охват всех трех аспектов ESG в дескрипторах запланированных компетенций. Кроме того, формулировка компетенций по устойчивому развитию и ESG в одних вузах звучит достаточно общо, в других – наоборот, узко. В итоге это приводит к недопониманию со стороны как самих выпускников, так и рынка труда, каким образом получаемые знания и практические навыки могут быть применены в практической реализации ESG-повестки. Вслед-

<sup>9</sup> Интеграция ESG-принципов и повестки устойчивого развития в университетах стран ЕАЭС и БРИКС. Аналитический отчет // ООО «НРА». Март 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg-ur\\_v\\_vuzah\\_eajes-briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg-ur_v_vuzah_eajes-briks-2.pdf) (дата обращения: 06.01.2025).



Составлено автором по материалам: Интеграция ESG-принципов и повестки устойчивого развития в университетах стран ЕАЭС и БРИКС. Аналитический отчет // ООО «НРА». Март 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg\\_ur\\_v\\_vuzah\\_eajes\\_briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg_ur_v_vuzah_eajes_briks-2.pdf) (дата обращения: 06.01.2025).

Рис. 3. ESG-рэнкинг университетов стран-участниц ЕАЭС

Compiled by the author based on materials: Integration of ESG principles and sustainable development agenda in universities of the EAEU and BRICS countries. NRA. March 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg\\_ur\\_v\\_vuzah\\_eajes\\_briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg_ur_v_vuzah_eajes_briks-2.pdf) (accessed: 06.01.2025).

Fig. 3. ESG ranking of universities of the EAEU member states

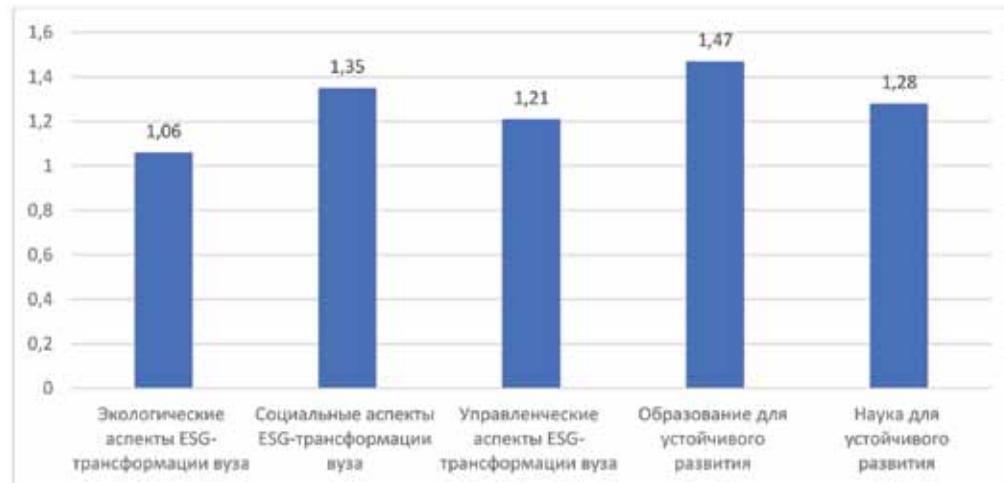
ствие чего у выпускников могут быть затруднения в выборе мест работы, соответствующих полученной квалификации.

Положительной практикой в научной сфере является работа научных подразделений и отдельных научных коллективов по исследованиям проблем устойчивого развития, результаты которой публикуются в российских и зарубежных высокорейтинговых журналах. Растет число защит диссертаций, ориентированных на системный подход к решению задач ускорения устойчивого развития. Вместе с тем, запросы бизнеса, НКО и государства на поиск инновационных решений в области устойчивого развития, который возможен в рамках совместно проводимых прикладных исследований и разработок, в вузах не получают оперативного отклика.

Анализ реализации университетами ЕАЭС экологических аспектов ESG-трансформации показал, что к наиболее распространенным экологи-

ческим инициативам относятся раздельный сбор отходов и экономное потребление ресурсов. Однако комплексный подход к ресурсосбережению, использование возобновляемых источников энергии, регулярная оценка ресурсопотребления и экологический мониторинг являются редкими практиками в вузах. В противоположность этому, инициативность студенчества в экологическом волонтерстве во всех вузах отмечена высокой.

Более позитивной оценки заслуживает реализация вузами ЕАЭС социальных аспектов ESG-трансформации. Прежде всего, это публичное раскрытие большинством вузов информации о нормативной регламентации взаимоотношений с внутренними стейххолдерами (коллективный договор, охрана труда, техника безопасности и проч.), отдельных документов, касающихся кадровой политики (найм и увольнение сотрудников, повышение квалификации, прохождение конкурсов на избрание и проч.). Вместе с тем, отмечена закры-



Составлено автором по материалам: Интеграция ESG-принципов и повестки устойчивого развития в университетах стран ЕАЭС и БРИКС. Аналитический отчет // ООО «НРА». Март 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg\\_ur\\_v\\_vuzah\\_eajes-briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg_ur_v_vuzah_eajes-briks-2.pdf) (дата обращения: 06.01.2025).

Рис. 4. Приоритетность ESG-факторов и сфер деятельности для их учета в университетах стран ЕАЭС

Compiled by the author based on materials: Integration of ESG principles and sustainable development agenda in universities of the EAEU and BRICS countries. NRA. March 2024. URL: [https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija\\_esg\\_ur\\_v\\_vuzah\\_eajes-briks-2.pdf](https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/03/integracija_esg_ur_v_vuzah_eajes-briks-2.pdf) (accessed: 06.01.2025).

Fig. 4. The priority of ESG factors and fields of activity for their consideration in universities of the EAEU member states

тость чувствительной информации по охране труда (статистика по травматизму и проч.).

Важное место в социальной политике большей части вузов занимает оказание социальной помощи уязвимым группам сотрудников и обучающихся, превосходящей установленные законом требования. Внешняя социальная политика реализуется вузами на постоянной основе по разным направлениям, включая волонтерство и благотворительные акции, в том числе применительно к уязвимым группам населения (ветераны военных действий и их семьи, дети-сироты, инвалиды и проч.).

Анализ реализации управленческой составляющей ESG-трансформации показывает лишь частичный ее учет в системе управления большинства вузов. Лучшие практики, когда созданы управленческие должности или сформированы специализированные коллегиальные органы, занимающиеся вопросами устойчивого развития, являются весьма редкими. В большинстве вузов функционал решения вопросов устойчивого развития вменен непрофильным органам или руководителям, основная сфера ответственности которых далека от расширения ESG-повестки. Редкой практикой также является создание наблюдательных советов и коллегиальных органов управления, в состав которых входят представители различных групп стейкхолдеров (профсоюзные деятели, представители студентов и работодателей).

Изучение стратегических и нормативных документов вузов позволяет судить о незаслуженно низком внимании к отражению в них проблематики устойчивого развития – это касается закрепления в стратегических или программных документах количественных KPI, относящихся к устойчивому развитию, инкорпорирования принципов устойчивого развития в локальные нормативные акты вузов и проч. В противоположность этому, большое внимание уделяется информированию общественности о проведенных мероприятиях по тематике устойчивого развития. В качестве основного способа информирования о реализации ESG-повестки вузы выбрали отчет об устойчивом развитии. Однако сложности, которые испытывают вузы с форматом данного отчета, приводят к тому, что такие отчеты выпускаются только у половины университетов.

#### Общие рекомендации в области ESG-трансформации для российских вузов

Результаты проведенного исследования весьма важны для вузов, которые действительно стремятся осуществить ESG-трансформацию для вхождения в число «зеленых» университетов, учитывая при этом свою ресурсную готовность, возможности и угрозы внешней среды (табл. 2).

Несмотря на то, что «образование для устойчивого развития», как это наглядно представлено на рис. 4, является наиболее развитой ESG-

Таблица 2

## SWOT-анализ ESG-трансформации вузов

Table 2

## SWOT analysis of universities ESG transformation

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>1. Разработка и реализация образовательных программ по тематике устойчивого развития</p> <p>2. Направленность образовательного контента на все ESG-асpekты</p> <p>3. Высокая степень вовлечения обучающихся в экологические мероприятия</p> <p>4. Формирование специальных научных подразделений под тематику устойчивого развития</p> <p>5. Публикация нефинансовых отчетов как показатель транспарентности деятельности в области устойчивого развития</p>	<p>1. Недостаточная четкость формулировки компетенций, заложенных в образовательных программах подготовки специалистов по управлению устойчивым развитием и ESG-трансформацией</p> <p>2. Запросы реального сектора экономики на инновационные решения в области устойчивого развития и ESG не находят оперативного отклика в тематике НИОКР</p> <p>3. Неразвитость вузовской экологической практики и низкое раскрытие ее результатов</p> <p>4. Система управления вузами только частично учитывает принципы устойчивого развития, в основном в отношении социальных аспектов ESG</p> <p>5. Отсутствует комплексный подход к реализации экологической составляющей ESG-повестки, лидерство в которой принадлежит студенческому сообществу</p> <p>6. Принципы устойчивого развития и ESG не отражаются в стратегических документах вузов</p> <p>7. Сложности с составлением нефинансовой отчетности</p>
Возможности	Угрозы
<p>1. Стратегическое развитие вузов в модели «зеленого» университета, акцентирующей экологические принципы его функционирования, в сопряжении с возрастанием интереса к практикам устойчивого развития со стороны государства, бизнеса, НКО, вузов и общества в целом</p> <p>2. В условиях востребованности специалистов по управлению устойчивым развитием, обладающих компетенциями в области ESG-трансформации – разработка новых или модернизация реализуемых образовательных программ, соответствующих данному спросу</p> <p>3. Расширение тематики и активизация проведения фундаментальных и прикладных исследований по широкой проблематике устойчивого развития, включая разработку решений по минимизации негативного антропогенного воздействия на природу, посредством возрастающей поддержки со стороны государства и бизнеса</p> <p>4. Активное развитие просветительской деятельности университетов по вопросам устойчивого развития, прежде всего охватывающей подходы к формированию модели природоохранных (проэкологического) поведения населения, соответствующей запросам общества</p> <p>5. Широкие перспективы использования накопленного арсенала технологий и решений, пригодных для ESG-трансформации в образовании</p> <p>6. Проведение бенчмаркинга ESG-трансформации в реальном секторе экономики открывает возможности применения опыта бизнеса в аналогичной практике университетов</p>	<p>1. Недостаточная осведомленность руководства компаний о выгодах, извлекаемых из ESG-трансформации бизнеса, способна снизить спрос на подготовку кадров с соответствующими компетенциями</p> <p>2. Низкая квалификация выпускников с компетенциями по управлению устойчивым развитием вследствие не наработанного опыта по данному направлению подготовки, отсутствия диалога вузов с реальным сектором экономики по гармонизации требований к КМВ</p> <p>3. Сложности в трудоустройстве выпускников как следствие недопонимания рынком труда сопряжения полученных компетенций выпускников по управлению устойчивым развитием с трудовыми функциями соответствующей профессиональной деятельности</p> <p>4. Снижение лояльности органов власти к вузу, не разделяющему концепцию устойчивого развития</p> <p>5. Снижение студенческого контингента, наиболее остро реагирующего на эскалацию экологических проблем по причине отсутствия разработанных образовательных программ по проблематике устойчивого развития и ESG</p> <p>6. Снижение позиций вузов в мировых рейтингах, построенных на оценке ESG, может привести к снижению их привлекательности для иностранных абитуриентов, и, следовательно, к потере части финансирования</p>

Составлено автором.

Compiled by the author.

практикой вузов, решения в этой области весьма широки и значимы.

Прежде всего, следует указать на необходимость консолидации сотрудничества вузов с внешними стейкхолдерами, из которых ключевыми являются органы государственной власти всех уровней,

представители бизнеса и профессиональные сообщества, НКО и вузы-партнеры. Данное сотрудничество, не умаляя важности сохранения фундаментальности образования, должно усиливать практико-ориентированный подход в образовательном процессе для подготовки кадров по управлению устойчивым развитием. Важность решения

данной задачи очевидна для всех: государства, декларирующего с 1996 г. переход к устойчивому развитию<sup>10</sup>; региональных властей, принимающих законы об ответственном ведении бизнеса (приняты в Белгородской, Владимирской, Воронежской, Липецкой, Орловской областях); бизнеса, испытывающего острый дефицит специалистов для ESG-трансформации; вузов-партнеров, готовых к сетевому сотрудничеству в области совместной реализации образовательных программ по проблематике устойчивого развития, требующей по данному направлению высокой квалификации профессорско-преподавательского состава, обеспеченности ресурсной базы и проч.

Более того, названные стейкхолдеры заинтересованы и в подготовке собственного персонала к овладению ESG-технологиями и решению задач в области устойчивого развития, поставленных как в стратегических документах, так и в программах, политиках и регламентах работ. Данная кадровая потребность определяет запрос к вузам на реализацию дополнительных образовательных программ и иных форм обучения и/или переобучения работающих специалистов, учитывающих конкретные требования стейкхолдеров.

Важным направлением сотрудничества должна стать совместная работа, в первую очередь, с бизнесом, по проектированию образовательных программ, разработке КМВ, что позволит конкретизировать формируемые компетенции под запросы соответствующей профессиональной сферы. Принятый 20 мая 2024 г. профессиональный стандарт «Специалист в сфере устойчивого развития»<sup>11</sup>, безусловно, важен для формирования перечня профессиональных компетенций, но он, как и другие профстандарты, не учитывает отраслевую специфику бизнеса, что может «размывать» единолично принимаемые вузом формулировки компетенций. Кроме того, предложения бизнеса по включению направленности устойчивого развития в учебные планы образовательных программ учебных дисциплин, подкрепленные участием представителей бизнеса в образовательном процессе, обеспечат более полную гармонизацию интересов бизнеса и вузов по подготовке кадров с компетенциями устойчивого развития.

В дополнение к этому, вовлечение представителей профессионального сообщества в учебный процесс позволит обогатить его содержание лучшими ESG-

практиками бизнеса и накопленным опытом ESG-трансформации (в том числе, с использованием искусственного интеллекта, предиктивной аналитики и проч.). Причем использование такого опыта весьма важно не только в рамках формирования компетенций у обучающихся, но и для осмысливания его применимости в ESG-трансформации вузов.

Работа с ключевыми стейкхолдерами позволяет увидеть новые направления развития, одним из которых является реализация модели образовательной программы, предоставляющей возможность получения диплома с двумя квалификациями. Реализация междисциплинарного подхода в рамках данной модели позволяет сформировать у обучающихся комплексное представление о влиянии ESG-факторов на содержание корпоративных стратегий и оценку их эффективности, устойчивость финансовых показателей компаний, продуктивность коммуникации с ключевыми стейкхолдерами. Развязывающаяся работа вузов по квалификации кадров новой формации, способных управлять устойчивым развитием, не должна ограничиваться профориентационными мероприятиями только для привлечения контингента – должен вестись конструктивный диалог с широкой аудиторией заинтересованных сторон, включая руководство компаний и рынок труда, для формирования заказа на целевую подготовку таких выпускников с пониманием перспектив труда и выстраивания их профессиональной карьеры по различным ESG-трекам.

В другой сфере, «Наука для устойчивого развития», на фоне позитивных результатов, касающихся проведения исследований по тематике устойчивого развития научными подразделениями вузов, в том числе в формате коллaborаций с внешними заинтересованными сторонами, роста публикационной активности и защиты докторских исследований, следует подчеркнуть необходимость выполнения прикладных исследований и разработок по вопросам устойчивого развития и ESG. Выполнение университетами заказов от бизнеса на проведение НИОКР по поиску инновационных решений устойчивого развития выгодно вузам вдвойне, поскольку означает получение финансирования на научные изыскания и возможность адаптации результатов исследований к ESG-трансформации академической среды.

Переходя к решениям в разрезе каждого аспекта ESG, следует отметить целесообразность масшта-

<sup>10</sup> Указ Президента Российской Федерации от 01.04.1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // Сайт Президента России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9120> (дата обращения: 09.01.2025).

<sup>11</sup> Проект Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в сфере устойчивого развития» (подготовлен Минтрудом России 26.04.2024) // Гарант.ру. 20.05.2024. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56890750/> (дата обращения: 09.01.2025).

бирования мероприятий по ESG-тематике по отношению к внутренним и внешним стейкхолдерам. Усиление экологической компоненты в подобных мероприятиях будет способствовать формированию у всех их участников экологической культуры, основанной на соблюдении принципа предосторожности по отношению к окружающей среде и сохранности природного богатства; ответственного ведения хозяйственной деятельности с минимизацией антропогенного воздействия на природу как основы экологичности модели поведения. Тематика просветительской работы и обучающих экологических мероприятий (семинары, лекции, мастер-классы, квесты, викторины, деловые игры и проч.), являющихся обязательным элементом модели «зеленого» университета, должна быть достаточно разнообразной и затрагивать проблемы изменения климата, повышения температуры, использования возобновляемых источников энергии, сокращения парниковых газов и иных выбросов, развития экономики замкнутого цикла и проч. В проведении такой работы также целесообразно сотрудничать с бизнесом, с одной стороны, заинтересованном в новых знаниях, с другой – имеющим опыт проведения подобной работы и способном подтвердить значимость ESG-подходов к ведению хозяйственной деятельности. К тому же, данное сотрудничество позволит руководству университетов перенять опыт бизнеса в применении энергоэффективных технологий и использовании мотивационных и координационных механизмов проэкологического поведения для сотрудников. Это – просветительские мероприятия в области ресурсосбережения, транспортного и климатического поведения, управления отходами и экопотребления; внедрение системы поощрительных мер за экологические успехи; вовлечение в экологические мероприятия и волонтерские программы, «козеление» рабочих мест и территории и проч.

Относительно социального аспекта ESG вузам следует продолжать позитивную практику полного раскрытия на официальных сайтах информации о реализуемой социальной политике относительно внутренних стейкхолдеров. Во-многом этому способствуют требования к структуре официального сайта образовательной организации в сети Интернет и формату представления информации<sup>12</sup> (информирование о доступной среде, стипендиях и мерах поддержки обучающихся, организации питания в образовательной организации и проч.).

Несмотря на то, что существующая система регулирования закупок бюджетных организаций не позволяет в полной мере учитывать экологические и

социальные критерии, вузы должны придерживаться принципов равной конкуренции и прозрачного отбора подрядчиков через правовые тендерные процедуры.

Управленческий аспект ESG требует, кроме закрепления декларируемых ценностей устойчивого развития и ESG в своих стратегических и нормативных документах, определенных организационных решений, а также разработки программы комплексного развития, учитывающей мероприятия, направленные на устойчивое развитие. Касательно организационных решений, каждый вуз должен определять ответственных лиц и структуры за координацию деятельности в области устойчивого развития. Например, это могут быть Центр устойчивого развития, отделы или лаборатории, как создаваемые, так и существующие, с расширенными функциями по вопросам устойчивого развития. Продуктивность работы данных структур возможна лишь в условиях развитой корпоративной культуры, одной из ценностей которой должна стать приверженность устойчивому развитию – она должна быть принята и поддерживаться всеми внутренними стейкхолдерами, закреплена в соответствующей политике вуза.

Одним из инструментов открытости результатов устойчивого развития вуза является публикуемый им нефинансовый отчет, подготовка которого ведется по требованиям международных Стандартов отчетности в области устойчивого развития GRI с соблюдением ряда принципов – существенности, охвата заинтересованных сторон, контекста устойчивого развития и полноты. Внешняя независимая проверка отчета об устойчивом развитии является лучшим подтверждением объективности изложенных данных.

#### *Экологический аспект модели ESG-трансформации российских вузов*

Основываясь на вышеизложенных результатах исследования и учитывая достаточно обширную тематику ESG-повестки, ограничимся в рамках данной статьи экологической составляющей ESG-трансформации российских вузов (табл. 3).

Схематичное представление модели ESG-трансформации, основанной на реализации «зеленой» стратегии вузов, представлено на рис. 5.

Таким образом, изложенная модель ESG-трансформации российских вузов, основанная на учете экологического аспекта, раскрывает последовательность и содержание основных этапов становления «зеленых» вузов, которое является

<sup>12</sup> Приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 04.08.2023 № 1493 «Об утверждении Требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и формату представления информации» // Гарант.ру. URL: <https://base.garant.ru/408091235/> (дата обращения: 04.01.2025).

Таблица 3

## Экологическая составляющая ESG-трансформации российских вузов

Table 3

## The environmental component of the Russian universities ESG transformation

Блоки	Содержание	Цель
Аналитический	Изучение наднациональных (Повестка дня-2023, Парижское соглашение по климату и проч.), национальных (Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, Национальный набор показателей ЦУР, Национальный проект «Экология» и проч.) и региональных (законы об ответственном ведении бизнеса, Стратегии социально-экономического развития и проч.) документов, нацеленных на устойчивое развитие	Определить ключевые приоритеты и задачи вузов в экологической повестке на территории присутствия
	Анализ национальных обзоров и отчетов в области устойчивого развития (Добровольный национальный обзор, национальные и региональные отчеты по реализации экологической политики и проч.)	
	Выявление глобальных, национальных и региональных проблем в области устойчивого развития	
Оценочный	Оценка использования вузом ресурсов для осуществления своей деятельности (потребление воды, электроэнергии, бумаги и проч.)	Выявить негативное влияние вуза на экологическую ситуацию территории своего присутствия и определить зоны улучшений
	Оценка воздействия вуза на экологическую ситуацию территории своего присутствия	
Бенчмаркинг	Выявление и изучение лучших экологических практик бизнеса, оценка их результатов и их адекватности для вузов	Выявить бенчмарки и эталонные «зеленые» стратегии в качестве основы для стратегирования вуза в области устойчивого развития
	Изучение «зеленых» стратегий вузов, выявление лучших экологических практик российских и зарубежных вузов, оценка их результатов и их применимости для вузов	
Стратегический	Формулирование миссии «зеленого» вуза	Определить целевые ориентиры для последующего мониторинга и оценки промежуточных и итоговых результатов
	Разработка «зеленой» стратегии на принципах устойчивого развития: достижение экологического баланса, предосторожность по отношению к природе, бережливость и ответственное использование природных ресурсов и проч.	
	Постановка целей и задач в области экологической политики вуза: ресурсосбережения, снижения углеродного следа, управления отходами, повышения энергоэффективности и проч.	
	Разработка дорожной карты реализации «зеленой» стратегии	
Организационно-управленческий	Аудит и оценка достаточности локальных нормативно-правовых актов, имеющих прямое отношение к экологической политике вуза, разработка недостающих локальных актов	Управление реализацией «зеленой» стратегии вуза и выявление областей для улучшений
	Аудит и оценка действующих программ, реализуемых в рамках экологической политики вуза	
	Создание и обучение рабочих групп по направлениям деятельности (образовательная, научная, внеучебная, инфраструктурная, просветительская и проч.), закрепление за ними обязанностей, включая разработку планов соответствующих мероприятий, их реализацию, координацию и ресурсообеспечение	
	Регулярный мониторинг результатов реализуемых мероприятий и программ и оценка их соответствия ожидаемым промежуточным и итоговым результатам	
	Подготовка и публикация отчетов об устойчивом развитии в тесном взаимодействии с ключевыми стейкхолдерами	
Результирующий	Проведение стратегических сессий с приглашением ключевых внутренних и внешних стейкхолдеров (вузы-партнеры, представители органов власти, бизнеса и местного населения, НКО и проч.) для подведения промежуточных и итоговых результатов, обмена опытом, постановки новых задач	Оценить результаты реализации «зеленой» стратегии и их вклада в устойчивое развитие, выявить области улучшений для закрепления миссии «зеленого» вуза

Составлено автором.

Compiled by the author.

следствием глубокого убеждения их руководства в необходимости развиваться именно в таком фор-

мате, единственно возможном в условиях эскалации экологических проблем.



Рис. 5. Блок-схема модели ESG-трансформации, основанной на реализации «зеленой» стратегии вуза

Compiled by the author.

Fig. 5. Flowchart of the ESG transformation based on implementation of the university's "green" strategy

### Выводы

Сфера образования, и в первую очередь университеты, становится важнейшим элементом инфраструктуры устойчивого развития. В принятой Генеральной Ассамблей ООН Повестке дня-2030 прямо указывается на важность приобретения всеми обучающимися необходимых для содействия устойчивому развитию знаний и навыков – данное заявление определяет концептуальную основу современного образования.

Справедливо отметить, что, если зарубежные вузы уже прошли период апробации своих ESG-практик, получив ощутимые результаты в области образования и науки, повышения экологичности кампусов, партнерства с местным сообществом

и проч., российские университеты только еще приступают к ESG-трансформации, а некоторые из них лишь осмысливают предстоящие изменения. При этом присутствие российских вузов в глобальных рейтингах по устойчивому развитию доказывает наличие у них передовых ESG-практик. Анализ вовлеченности российских университетов в сравнении с вузами стран, входящих в ЕАЭС, позволил констатировать их лидирующие рейтинговые позиции в области ESG-трансформации.

Осмысление результатов проведенного исследования позволило определить перспективные направления интеграции принципов устойчивого развития в процессы ESG-трансформации российских вузов. Предложенная концептуальная модель ESG-трансформации российских вузов, построенная на учете экологической составляющей, позволит повысить созидательность результатов ESG-преобразований во благо университетов и его стейкхолдеров, устойчивого развития всей страны и глобального человечества в целом.

Учитывая ограниченность построения модели ESG-трансформации через призму экологического аспекта, видится целесообразным в дальнейших научных исследованиях сфокусировать внимание на социальном, а впоследствии и на управлении аспекте модернизации деятельности вузов на принципах устойчивого развития, чтобы сформировать системное видение полноценного механизма ESG-трансформации.

### Список источников

1. Maon F., Swaen V., De Roeck K. Corporate branding and corporate social responsibility: toward a multi-stakeholder interpretive perspective // Journal of Business Research. 2021. Vol. 126. P. 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.057>
2. Dodds F., Bartram J., Ocampo G. Misaligned SDG targets: how to handle target dates before 2030 // International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources. 2019. Vol. 20. Iss. 2. P. 556034. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2019.20.556034>
3. Barnett R. Constructing the university: towards a social philosophy of higher education // Educational Philosophy and Theory. 2017. Vol. 49. Iss. 1. P. 78–88. <https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1183472>
4. Alaassar A., Mention A.-L., Aas T.H. Exploring how social interactions influence regulators and innovators: the case of regulatory sandboxes // Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 160. P. 120257. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120257>

5. Кудряшова Е.В., Сорокин С.Э. Модель исследовательского университета: реализация третьей миссии (зарубежные практики и российский опыт) // Ценности и смыслы. 2020. №1(65). С. 26–40. EDN: <https://elibrary.ru/wmnain>. <https://doi.org/10.24411/2071-6427-2020-10002>
6. Локтионова Е.А., Хлебович Д.И. Университет как проводник устойчивого развития: задачи, подходы и практика // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2020. Т. 17. № 6(114). С. 176–187. EDN: <https://elibrary.ru/cxuufb>. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2020-6-176-187>
7. Островкин Д.Л., Симонова В.О. Концепция «зеленого» вуза: основные положения и перспективы развития // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 10. С. 3879–3892. EDN: <https://elibrary.ru/dbkchv>. <https://doi.org/10.18334/ce.17.10.119187>
8. Куклина Е.А. Концепция устойчивого развития в проекции современных трансформационных трендов: новая реальность и новые возможности для бизнеса // Управленческое консультирование. 2022. № 6(162). С. 64–78. EDN: <https://elibrary.ru/gvlayu>. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-6-64-78>
9. Шакиров А.Д. О концепции устойчивого развития и ее принципах // Ученые записки Казанского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2011. Т. 153. № 1. С. 217–225. EDN: <https://elibrary.ru/mjyxke>
10. Бабаева Ж.Р., Семенов К.К., Семенова А.С. Трактовка ESG: систематический обзор литературы // Российский журнал менеджмента. 2024. Т. 22. № 2. С. 253–288. EDN: <https://elibrary.ru/soemyj>. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.205>
11. Семенова Н.Н. ESG-трансформация российских компаний в интересах устойчивого развития // Экономика. Налоги. Право. 2023. Т. 16. № 3. С. 57–65. EDN: <https://elibrary.ru/kixjym>. <https://doi.org/10.26794/1999-849X-2023-16-3-57-65>
12. Канаев А.В., Канаева О.А., Соловей Т.Н. Интеграция проблематики устойчивого развития в образовательные программы высшего профессионального образования: цели, проблемы, направления (Часть 1) // Проблемы современной экономики. 2021. № 3(79). С. 172–176. EDN: <https://elibrary.ru/chyiji>
13. Escrig-Olmedo E., Fernández-Izquierdo M., Ferrero-Ferrero I., Rivera-Lirio J., Muñoz-Torres M. Rating the raters: evaluating how ESG rating agencies integrate sustainability principles // Sustainability. 2019. Vol. 11. Iss. 3. P. 915. <https://doi.org/10.3390/su11030915>
14. Нехода Е.В., Краковецкая И.В., Каз М.С., Редчикова Н.А., Воробьева Е.С. Университеты в ESG-повестке: подходы к оценке устойчивых практик // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 7. С. 2457–2474. EDN: <https://elibrary.ru/rfhllhz>. <https://doi.org/10.18334/ce.17.7.118363>
15. Хачатрян А.В. Расхождение в ESG-рейтингах: зарубежные регуляторные тренды // Финансовый журнал. 2022. Т. 14. № 5. С. 89–104. EDN: <https://elibrary.ru/mzpcsw>. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2022-5-89-104>
16. Замбровская Т.А., Грищенко А.В., Грищенко Ю.И. Ключевые аспекты устойчивого развития Российской Федерации в контексте ESG // Менеджмент в России и за рубежом. 2022. № 2. С. 86–96. EDN: <https://elibrary.ru/wufrha>
17. Афанасьев М.П., Шаш Н.Н. ESG-трансформация в корпоративном секторе: систематизация глобального подхода // Проблемы прогнозирования. 2022. № 6(195). С. 185–197. EDN: <https://elibrary.ru/wjpszh>. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-195-185-197>
18. Савенко О.Л., Христова С.М. ESG-факторы развития российского корпоративного сектора в условиях новой реальности // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 6. EDN: <https://elibrary.ru/eosjpf>
19. Shawe R., Horan W., Moles R., O'Regan B. Mapping of sustainability policies and initiatives in higher education institutes // Environmental Science and Policy. 2019. Vol. 99. P. 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.015>
20. Janssens L., Kuppens T., Mula I., Staniskiene E., Zimmermann A.B. Do European quality assurance frameworks support integration of transformative learning for sustainable development in higher education? // International Journal of Sustainability in Higher Education. 2022. Vol. 23. Iss. 8. P. 148–173. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0273>
21. Зиневич О.В., Мелехина Е.А. Высшее образование для глобального и локального устойчивого развития // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 3. С. 84–102. EDN: <https://elibrary.ru/iifkqe>. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-3-84-102>
22. Каминов А.А., Ануфриев В.П., Никитин М.В., Оборин О.А. О необходимости участия университетов в рейтинге устойчивого развития UI Green Metric World (на примере УРФУ) // Экономика: вчера,

сегодня, завтра. 2019. Т. 9. № 3А. С. 466–475. EDN: <https://elibrary.ru/gybifl>.  
<https://doi.org/10.34670/AR.2019.89.3.051>

23. Гаврильева Т.Н., Сугимото А., Фуджи М., Яманака Р., Павлов Г.Н., Кириллин Д.А. Устойчивое развитие университетов: мировые и российские практики // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 7. С. 52–65. EDN: <https://elibrary.ru/uuubne>. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-7-52-65>

24. El-Hage J. Fixing ESG: are mandatory ESG disclosures the solution to misleading ESG ratings? // Fordham Journal of Corporate and Financial Law. 2021. Vol. 26. Iss. 2. P. 359–390. URL: <https://ir.lawnet.fordham.edu/jcfl/vol26/iss2/2/> (дата обращения: 27.12.2024)

25. Ермохин И.С., Бурханова Ю.М., Левашенко А.Д. Проблема дивергенции оценок, присуждаемых лицами, оказывающими услуги по оценке устойчивого развития. Главные тренды в области законодательного регулирования института ESG-рейтингования в России и мире // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2023. Т. 18. № 3. С. 186–204. EDN: <https://elibrary.ru/eduuyd>. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2023-03-10>

Статья поступила в редакцию 23.02.2025; одобрена после рецензирования 30.04.2025; принята к публикации 20.05.2025

Об авторе:

Измайлова Марина Алексеевна, доктор экономических наук, профессор; профессор кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления; SPIN-код: 4642-5831, Scopus ID: 57189310428, Researcher ID: F-6838-2017

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Maon F., Swaen V., De Roeck K. Corporate branding and corporate social responsibility: toward a multi-stakeholder interpretive perspective. *Journal of Business Research*. 2021; 126:64–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.057> (In Eng.)
2. Dodds F., Bartram J., Ocampo G. Misaligned SDG targets: how to handle target dates before 2030. *International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources*. 2019; 20(2):556034.  
<https://doi.org/10.19080/IJESNR.2019.20.556034> (In Eng.)
3. Barnett R. Constructing the university: towards a social philosophy of higher education. *Educational Philosophy and Theory*. 2017; 49(1):78–88. <https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1183472> (In Eng.)
4. Alaassar A., Mention A.-L., Aas T.H. Exploring how social interactions influence regulators and innovators: the case of regulatory sandboxes. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020; 160:120257.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120257> (In Eng.)
5. Kudryashova E.V., Sorokin S.E. Research university model: implementation of the “third mission” (foreign practices and Russian experience). *Values and meanings*. 2020; (1(65)):26–40.  
EDN: <https://elibrary.ru/wmnain>. <https://doi.org/10.24411/2071-6427-2020-10002> (In Russ.)
6. Laktionova E.A., Khlebovich D.I. University as a champion of sustainable development: objectives, approaches and practice. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2020; 17(6(114)):176–187.  
EDN: <https://elibrary.ru/cxuufb>. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2020-6-176-187> (In Russ.)
7. Ostrovkin D.L., Simonova V.O. The green university concept: main provisions and development prospects. *Creative economy*. 2023; 17(10):3879–3892. EDN: <https://elibrary.ru/dbkchv>.  
<https://doi.org/10.18334/ce.17.10.119187> (In Russ.)
8. Kuklina E.A. The concept of sustainable development in the projection of modern transformational trends: a new reality and new opportunities for business. *Administrative consulting*. 2022; (6(162)):64–78.  
EDN: <https://elibrary.ru/gvlayu>. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-6-64-78> (In Russ.)
9. Shakirov A.D. On the concept of sustainable development and its principles. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Gumanitarnye Nauki*. 2011; 153(1):217–225. EDN: <https://elibrary.ru/mjyxke> (In Russ.)
10. Babaeva Zh.R., Semenov K.K., Semenova A.S. Interpretation of ESG: systematic literature review. *Russian Management Journal*. 2024; 22(2):253–288. EDN: <https://elibrary.ru/soemyj>.  
<https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.205> (In Russ.)

11. Semenova N.N. ESG-transformation of Russian companies in the interests of sustainable development. *Economy. Taxes. Right.* 2023; 16(3):57–65. EDN: <https://elibrary.ru/kixjym>.  
<https://doi.org/10.26794/1999-849X-2023-16-3-57-65> (In Russ.)
12. Kanaev A.V., Kanaeva O.A., Solovei T.N. Integration of the problematics of sustainable development into educational programs of the higher professional education: aims, problems, directions (Part 1). *Problems of modern economics.* 2021; (3(7)):172–176. EDN: <https://elibrary.ru/chyiji> (In Russ.)
13. Escrig-Olmedo E., Fernández-Izquierdo M., Ferrero-Ferrero I., Rivera-Lirio J., Muñoz-Torres M. Rating the Raters: Evaluating how ESG Rating Agencies Integrate Sustainability Principles. *Sustainability.* 2019; 11(3):915. <https://doi.org/10.3390/su11030915> (In Eng.)
14. Nekhoda E.V., Krakovetskaya I.V., Kaz M.S., Redchikova N.A., Vorobeva E.S. Universities in the ESG agenda: approaches to evaluating sustainable practices. *Creative Economy.* 2023; 17(7):2457–2474. EDN: <https://elibrary.ru/rfhzhz>. <https://doi.org/10.18334/ce.17.7.118363> (In Russ.)
15. Khachatryan H.V. Divergence of ESG ratings: foreign regulatory trends. *Financial Journal.* 2022; 14(5):89–104. EDN: <https://elibrary.ru/mzpcsw>. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2022-5-89-104> (In Russ.)
16. Zambrovskaya T.A., Grishchenko A.V., Grishchenko Yu.I. Key aspects of sustainable development of the Russian Federation in the context of ESG. *Management in Russia and abroad.* 2022; (2):86–96. EDN: <https://elibrary.ru/wufrha> (In Russ.)
17. Afanas'ev M.P., Shash N.N. ESG transformation in the corporate sector: systematizing the global approach. *Studies on Russian Economic Development.* 2022; 33(6):707–715. EDN: <https://elibrary.ru/tphznw>. <https://doi.org/10.1134/s1075700722060028> (In Eng.)
18. Savenko O.L., Hristova S.M. ESG-factors of development of the Russian corporate sector in the new reality. *The Eurasian Scientific Journal.* 2023; 15(6):46. EDN: <https://elibrary.ru/eosjpf> (In Russ.)
19. Shawe R., Horan W., Moles R., O'Regan B. Mapping of sustainability policies and initiatives in higher education institutes. *Environmental Science and Policy.* 2019; 99:80–88. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.015> (In Eng.)
20. Janssens L., Kuppens T., Mula I., Staniskiene E., Zimmermann A.B. Do European quality assurance frameworks support integration of transformative learning for sustainable development in higher education? *International Journal of Sustainability in Higher Education.* 2022; 23(8):148–173. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0273> (In Eng.)
21. Zinevich O.V., Melekhina E.A. Higher education for global and local sustainable development. *Higher education in Russia.* 2023; 32(3):84–102. EDN: <https://elibrary.ru/iifkqe>. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-3-84-102> (In Russ.)
22. Kaminov A.A., Anufriev V.P., Nikitin M.V., Oborin O.A. On the necessity of participation of universities in the annual ranking of sustainable development UI Green Metric world university rankings (by the example of Ural Federal University). *Economics: yesterday, today and tomorrow.* 2019; 9(3A):466–475. EDN: <https://elibrary.ru/gybifl>. <https://doi.org/10.34670/AR.2019.89.3.051> (In Russ.)
23. Gavril'yeva T.N., Sugimoto A., Fujii M., Yamanaka R., Pavlov G.N., Kirillin D.A. Sustainable development of universities: international and Russian practices. *Higher education in Russia.* 2018; 27(7):52–65. EDN: <https://elibrary.ru/uuubne>. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-7-52-65> (In Russ.)
24. El-Hage J. Fixing ESG: are mandatory ESG disclosures the solution to misleading ESG ratings? *Fordham Journal of Corporate and Financial Law.* 2021; 26(2):359–390. URL: <https://ir.lawnet.fordham.edu/jcfl/vol26/iss2/2/> (accessed: 27.12.2024) (In Eng.)
25. Ermokhin I.S., Burkhanova Yu.M., Levashenko A.D. The problem of divergence of ESG ratings awarded by persons providing services for the assessment of sustainable development. The main trends in the field of legislative regulation of the ESG rating institute in Russia and the world. *International Organizations: Research Journal.* 2023; 18(3):186–204. EDN: <https://elibrary.ru/eduiyd>. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2023-03-10> (In Russ.)

The article was submitted 23.02.2025; approved after reviewing 30.04.2025; accepted for publication 20.05.2025

*About the author:*

**Marina A. Izmailova**, Doctor of Economic Sciences, Professor; Professor of the Department of Corporate Finance and Corporate Governance of the Faculty of Economics and Business; SPIN: 4642-5831, Scopus ID: 57189310428, Researcher ID: F-6838-2017

*The author has read and approved the final version of the manuscript.*

Научная статья

УДК 338.2

JEL: H11, E17, O33

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.434-451>

## Цифровое стратегическое планирование и управление как институциональный механизм формирования современной модели государственного управления в России

Воронов Александр Сергеевич<sup>1</sup>, Юхно Александр Сергеевич<sup>2</sup>,  
Гаврилюк Артём Владимирович<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Государственный академический университет гуманитарных наук; Москва, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; Москва, Россия

<sup>1</sup>mravoronov@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0058-9217>

<sup>2</sup>metod-centerORG@gaugn.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2999-2982>

<sup>3</sup>Gavriluk@spa.msu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3583-6698>

### Аннотация

Цель статьи – раскрыть концепцию цифрового стратегического планирования и управления (ЦСПиУ) как институционального механизма формирования современной модели государственного управления в России.

**Методы.** Исследование опирается на системный подход, сочетающий принципы государственного управления, цифровой трансформации и стратегического анализа. Применены методы институционального анализа, контент-анализ стратегических документов, сравнительно-аналитический подход и кейс-стади цифровых платформ. Статистические методы и элементы предиктивной аналитики использовались для оценки динамики цифровизации и потенциала ИИ и цифровых двойников. Комплексное применение этих методов обеспечило всестороннее раскрытие роли ЦСПиУ в развитии государственного управления в России.

**Результаты работы.** ЦСПиУ рассматривается как ключевой элемент современной модели государственного управления в России, обеспечивающей интеграцию цифровых технологий в процессы принятия стратегических и оперативных решений. Проанализированы его функции, архитектура и практики внедрения через платформы «Госуслуги», «ГосТех» и ЕИП НСУД. Сравнительный анализ подтвердил преимущества цифрового подхода по гибкости и точности. Предложены направления развития ЦСПиУ как основы устойчивой и технологически суверенной модели государственного управления. Предложена категория единой цифровой экосистемы стратегического планирования и управления как совокупности интегрированных решений, объединяющих государственные органы, цифровые платформы и граждан в рамках институционально-структурной модели государственного управления в современной России.

**Выводы.** ЦСПиУ выступает важнейшим механизмом модернизации и формирования устойчивой модели госуправления в России, интегрируя технологии ИИ, больших данных и цифровых двойников в процессы стратегического планирования, что может способствовать переходу к гибким, проактивным и обоснованным управлением решениям. Для эффективной реализации ЦСПиУ необходимо преодоление технологической зависимости, нормативных ограничений и кадрового дефицита. Полученные результаты формируют основу для институционализации ЦСПиУ и развития единой цифровой экосистемы стратегического планирования и управления в России.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, цифровое стратегическое планирование, государственное управление, цифровая трансформация, цифровая экономика

**Благодарность.** Статья подготовлена в рамках государственного задания Государственного академического университета гуманитарных наук, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации на 2025 год, в соответствии с дополнительным соглашением к соглашению о предоставлении субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) от 15.05.2025 г. № 075-03-2025-502/2.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, в том числе связанного с участием Воронова А.С. в редакционной коллегии журнала «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)».

**Для цитирования:** Воронов А. С., Юхно А. С., Гаврилюк А. В. Цифровое стратегическое планирование и управление как институциональный механизм формирования современной модели государственного управления в России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 434–451

EDN: <https://elibrary.ru/jggifa>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.434-451>

© Воронов А. С., Юхно А. С., Гаврилюк А. В., 2025

Original article

## **Digital strategic planning and management as an institutional mechanism for the formation of a modern model of public administration in Russia**

**Aleksandr S. Voronov<sup>1</sup>, Alexander S. Yukhno<sup>2</sup>, Artyom V. Gavriluk<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>State Academic University for the Humanities; Moscow, Russia

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia

<sup>1</sup>mravoronov@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0058-9217>

<sup>2</sup>metod-centerORG@gaugn.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2999-2982>

<sup>3</sup>Gavriluk@spa.msu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3583-6698>

### **Abstract**

**Purpose:** to reveal the concept of digital strategic planning and management (DSPM) as an institutional mechanism for the formation of a modern model of public administration in Russia.

**Methods:** the study employs a systemic approach integrating public administration, digital transformation, and strategic analysis. Methods include institutional and content analysis, comparative assessment, and case studies of digital platforms. The integrated application of these methods provided a comprehensive understanding of the role of digital strategic planning and management (DSPM) in the development of public administration in Russia.

**Results:** digital strategic planning and management is considered a key element of the modern model of public administration in Russia, ensuring the integration of digital technologies into the processes of making strategic and operational decisions. Its structure and implementation via platforms such as Gosuslugi, GosTech, and the Unified National Security Information System are examined. Comparative analysis highlights the flexibility and precision of digital approaches. Development priorities for DSPM are proposed to support sustainable and technologically sovereign models of public administration in Russia. The category of a single digital ecosystem of strategic planning and management is proposed as a set of integrated solutions that unite government agencies, digital platforms and citizens within the framework of the institutional and structural model of public administration in modern Russia.

**Conclusions and Relevance:** DSPM is a key mechanism for modernizing public administration and shaping a sustainable model of Russian statehood by integrating AI, big data, and digital twins into strategic planning. It enables a shift toward flexible and data-driven decision-making. Effective implementation requires addressing technological dependence, regulatory barriers, and staff shortages. The findings support the institutionalization of DSPM and the development of a unified digital planning ecosystem.

**Keywords:** digital technologies, digital strategic planning, public administration, digital transformation, digital economy

**Acknowledgements.** The article was prepared within the framework of the state assignment of the State Academic University for the Humanities, approved by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for 2025, in accordance with the additional agreement to the agreement on providing a subsidy from the federal budget for financial support for implementing the state assignment on providing public services (performance of work) dated 15.05.2025 No. 075-03-2025-502/2.

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest, including that related to the participation of A. S. Voronov in the editorial board of the journal "МИР (Модернизация. Инновации. Research)".

**For citation:** Voronov A. S., Yukhno A. S., Gavriluk A. V. Digital strategic planning and management as an institutional mechanism for the formation of a modern model of public administration in Russia. *МИР (Модернизация. Инновации. Research)*. 2025; 16(3):434–451. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/jggifa>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.434-451>

© Voronov A. S., Yukhno A. S., Gavriluk A. V., 2025

## Введение

В эпоху четвертой промышленной революции цифровое стратегическое планирование и управление (далее ЦСПиУ) приобретают особое значение в обеспечении устойчивого социально-экономического развития государства. Современное государство сталкивается с необходимостью адаптации к вызовам цифровой эпохи, что требует интеграции цифровых технологий в процессы принятия решений, управления ресурсами и формирования государственной политики. В этом контексте цифровое стратегическое планирование рассматривается не просто как инструмент повышения эффективности управления, а как значимый механизм, определяющий устойчивость, суверенность и поступательное развитие российской модели государственного управления [1].

Для Российской Федерации, перед которой стоят задачи обеспечения технологического суверенитета и стимулирования экономического роста, применение цифровых технологических решений в стратегическом планировании и управлении становится ключевым фактором, определяющим вектор развития современной государственного управления. Интеграция передовых цифровых технологий, таких как ИИ, Интернет вещей и блокчейн, в процессы государственного планирования и управления открывает новые возможности для оптимизации принятия решений и повышения прозрачности и подотчетности органов власти.

Традиционные модели стратегического планирования и управления, основанные на фиксированной иерархии целей, статичном распределении ресурсов и использовании ограниченных и слабо обновляемых данных, теряют эффективность в условиях динамичной цифровой среды, где требуется гибкость, адаптивность и регулярная корректировка стратегий на основе актуальной информации. Возникает необходимость переосмысливания традиционных моделей стратегического планирования с учетом цифровой среды, в которой они реализуются [2].

Эффективная реализация ЦСПиУ рассматривается как важнейший фактор повышения эффективности государственной политики, оптимизации использования ресурсов, усиления стратегической гибкости и, в конечном итоге, укрепления суверенитета и конкурентоспособности Российской Федерации. В контексте развития государственного управления ЦСПиУ является важным механизмом реализации стратегических направлений национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» и региональных

стратегий цифровой трансформации, направленных на стимулирование экономического роста и достижение технологического суверенитета [3].

ЦСПиУ в контексте данной статьи определяется как междисциплинарная институциональная модель, интегрирующая цифровые технологии, платформенные решения и методы стратегического анализа для создания адаптивной и технологически независимой системы государственного управления. В отличие от традиционного стратегического планирования, ЦСПиУ характеризуется использованием обработки больших данных, технологий цифровых двойников и алгоритмических механизмов принятия решений, что обеспечивает интеграцию государства, бизнеса и общества в единую цифровую экосистему.

## Обзор литературы и исследований

Цифровая трансформация госуправления обусловлена не только технологическим прогрессом, но и необходимостью повышения эффективности решений в условиях неопределенности. Усиление геополитической конкуренции требует от России гибкой и технологически независимой системы управления. В этом контексте ЦСПиУ рассматривается как ключевой механизм институциональной модернизации и устойчивого развития.

Импульс развитию стратегического управления дал Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»<sup>1</sup>, обозначивший переход от ситуационного к стратегическому управлению. В работе Е.Б. Ленчук, Ф.Г. Войтоловского и Д.Б. Кувалина анализируются возможности и ограничения стратегического планирования [4]; Е.М. Бухвальд указывает на слабую координацию документов и связь с бюджетом [5]; Е.В. Кудряшова акцентирует внимание на потенциале цифровых технологий [6]. О.И. Дранко и соавторы рассматривают многоуровневую модель индикативного планирования целевых индикаторов в системе «мир (много стран) – страна – отрасли – ресурсы – мероприятие» [7].

Исследования А.Р. Бахтизина, Н.И. Ильина, В.Л. Макарова и др. посвящены моделированию с применением комплекса «МЕБИУС» [8], вопросам оценки национальной безопасности [9] и потенциала России в глобальной конкуренции [10]. Цифровизация в экологическом управлении рассматривается В.Н. Власенко и А.С. Широбоковой [11], а модель цифровой трансформации госуправления – О.В. Паниной [12].

<sup>1</sup> Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/) (дата обращения: 01.06.2025)

Зарубежные исследователи П. Ксантопулу и С. Плимакис подчеркивают важность организационной культуры, лидерства и цифровой грамотности [13]; Б. Мозер-Плауц и Л. Шмидтхубер показывают, как кризисы ускоряют цифровую трансформацию [14]. Европейские примеры (С.М. Профирио и др. [15], Н.М. Доран и др. [16], М. Ди Джулио и Дж. Векки [17]) демонстрируют влияние цифровизации на устойчивость и качество госуслуг. Дж.Дж.П. Латупейрисса и др. обращают внимание на инклюзивность, цифровой разрыв [18], С. Торо-Маурейра с соавторами – на роль посредников [19], С.-Дж. Эм и Дж. Ли – на институциональные риски [20], К. Ян и др. – на прогнозирование цифровых изменений [21], Цз.Э. Юань и Ю. Чжоу – на платформенные решения [22]. А. Фринальди и др. анализируют вызовы цифровизации в Индонезии [23], З. Энгин с соавторами – концепцию алгоритмического государства [24], А. Вуттке и др. – риски внедрения ИИ в государственное управление [25].

Эволюция стратегического управления в науке прошла путь от традиционных иерархических моделей к адаптивным цифровым системам. Изначально акцент делался на долгосрочных прогнозах и фиксированных стратегиях, затем появились индикативное планирование и программно-аналитические комплексы. А. Бхарадвадж и др. [26] обосновывают необходимость перехода от традиционного разделения ИТ-стратегии и бизнес-стратегии к интегрированной цифровой бизнес-стратегии, подчеркивая необходимость разработки новых подходов к управлению в контексте цифровой трансформации. Ф. Ли [27] предлагает целостную модель анализа цифровой трансформации бизнес-моделей в креативных индустриях, выявляя ключевые тенденции и направления развития в контексте цифровизации. Современный этап управления характеризуется интеграцией цифровых технологий (ИИ, большие данные, цифровые двойники), что составляет основу новой парадигмы ЦСПиУ. Таким образом, ЦСПиУ выступает как основа цифровой модели государственного управления, сочетающая технологические инструменты с институциональными механизмами.

## Материалы и методы

Исследование базируется на комплексной междисциплинарной методологии, объединяющей теорети-

ческие и прикладные подходы в сфере государственного управления, стратегического планирования и цифровой трансформации. Применяются системный и институциональный подходы, позволяющие рассматривать ЦСПиУ как ключевой механизм формирования современной модели государственного управления в России в условиях цифровизации и необходимости технологического суверенитета.

На первом этапе проведен анализ научных подходов к ЦСПиУ на основе отечественных и зарубежных исследований. Эмпирическую базу составляют нормативные и стратегические документы Российской Федерации: федеральные законы<sup>2</sup>, постановления Правительства и методические материалы Минцифры, Минэкономразвития и Счетной палаты.

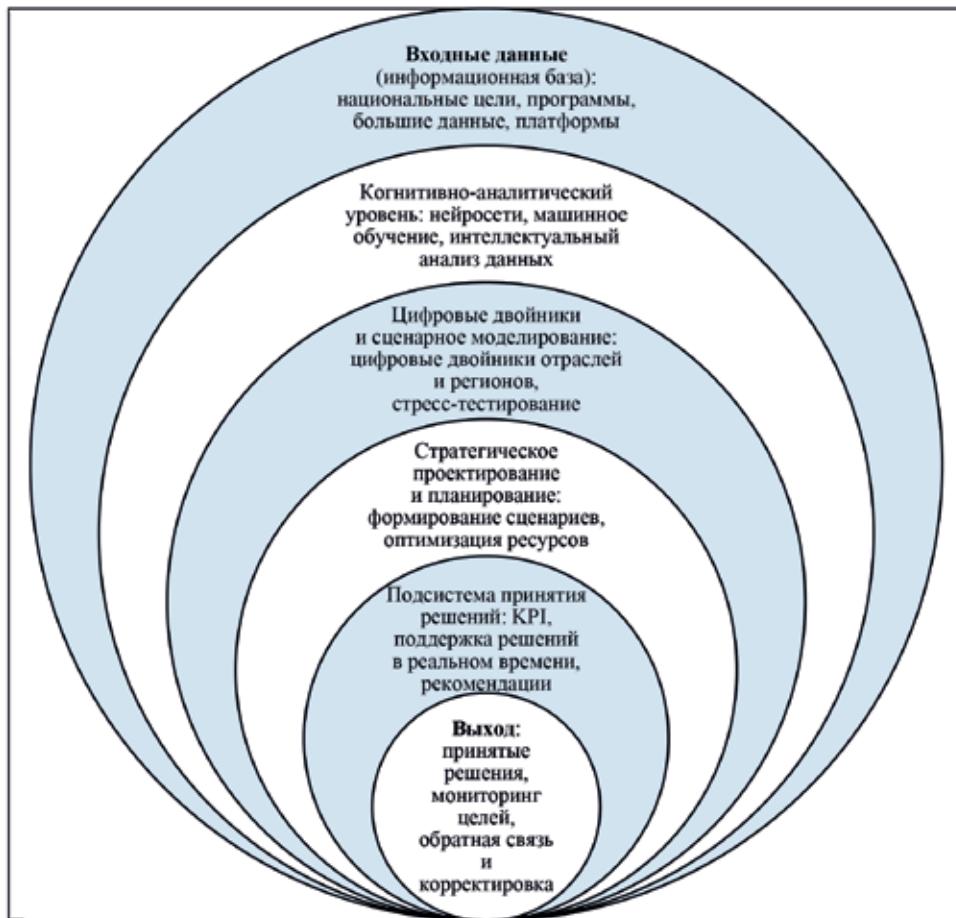
На эмпирическом уровне использовался контент-анализ стратегических документов и материалов аналитических центров (АО «Цифровая экономика», НИУ ВШЭ, Росстат) для выявления приоритетов, барьеров и сценариев цифровой трансформации. Институциональный анализ применялся к механизмам реализации ЦСПиУ, кейс-стади – к цифровым решениям в государственном управлении. Статистические методы позволили оценить динамику цифровизации на основе данных об использовании электронных услуг, реализации проектов и региональных показателях. Совокупность методов обеспечила всестороннее понимание ЦСПиУ как институциональной основы устойчивого развития в эпоху цифровой трансформации.

## Результаты исследования

### Содержание и особенности ЦСПиУ

Возрастающая глобальная нестабильность и технологический прогресс требуют внедрения цифровых стратегических инструментов, обеспечивающих устойчивость и гибкость государственного управления. ЦСПиУ представляет собой модель, интегрирующую когнитивно-аналитические технологии в механизмы стратегического прогнозирования, проектирования и принятия решений (рис. 1). Система опирается на цифровую конвергенцию, включая цифровые двойники и нейросетевые модели, для сценарного анализа, оптимизации ресурсов и оценки эффективности в реальном времени. Цель ЦСПиУ – повысить эффективность,

<sup>2</sup>Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 № 172-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/); Федеральный закон «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27.07.2010 № 210-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103023/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103023/); Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 № 149-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/); Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 30.12.2020 № 530-ФЗ» // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372700/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372700/); Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/); Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 02.06.2025)



Составлено авторами

Рис. 1. Структура цифрового стратегического планирования и управления

Compiled by the authors

Fig. 1. Structure of digital strategic planning and management

прозрачность и адаптивность управления в условиях цифровой трансформации.

Цифровое стратегическое планирование (ЦСП) начинается с постановки измеримых и обоснованных целей, согласованных с приоритетами государственной политики. Цифровое стратегическое управление (ЦСУ) интегрирует ИИ, аналитику и технологии больших данных в процессы планирования и принятия решений в госсекторе.

ЦСПиУ представляет собой системный подход к цифровой трансформации, основанный на управляемости, адаптивности и комплексности: обеспечивая прозрачность, гибкость и интеграцию технологий, структур и процессов. Оно включает активное использование данных, ИИ и постоянную корректировку стратегических ориентиров в ответ на изменения среды. Основные задачи ЦСПиУ в государственном секторе включают следующие направления:

- формулирование измеримых целей и определение стратегических приоритетов;

- интеграция данных из различных источников и применение методов предиктивной аналитики;
- внедрение цифровых платформ и автоматизация административных процессов;
- разработка и использование цифровых двойников для моделирования управленических решений;
- обеспечение непрерывного мониторинга и адаптации стратегий в режиме реального времени;
- обеспечение кибербезопасности и укрепление технологического суверенитета.

Механизм функционирования ЦСПиУ представлен в табл. 1 в виде последовательных этапов и взаимосвязанных компонентов.

В международной практике ЦСПиУ рассматривается как ключевой элемент устойчивого развития, отраженный в целях ООН. К примеру, Эстония, Сингапур и Южная Корея демонстрируют успешное внедрение цифровых платформ, обеспечивающих прозрачность, эффективность и доступность

Таблица 1

Механизм функционирования ЦСПиУ

Table 1

The mechanism of DSPM functioning

ЦСПиУ			
№	Этапы	Детализация	Взаимосвязанные компоненты
1.	Формирование стратегии	Сбор и интеграция данных	Использование государственных информационных систем, датчиков Интернета вещей, социальных сетей и баз данных
		Выявление тенденций и сценариев	Применение предиктивной аналитики и ИИ для обработки больших массивов данных, выявления закономерностей и прогнозирования социально-экономических тенденций
		Формулирование целей и определение приоритетов стратегического планирования	Формулирование стратегических целей и определение задач, интегрированных в национальные программы на основе аналитики данных
2.	Внедрение	Внедрение цифровых платформ	Создание и развитие облачных платформ, центров обработки данных, защищенных каналов связи
		Автоматизация процедур	Осуществление электронного документооборота, дистанционное предоставление государственных услуг и автоматизированное межведомственное взаимодействие
		Моделирование управленческих решений	Использование цифровых двойников для создания виртуальных копий реальных систем/процессов в целях анализа, прогнозирования и выбора оптимальных управленческих действий
3.	Мониторинг и адаптация	Применение систем мониторинга в режиме реального времени	Отслеживание реализации стратегических целей и решений поставленных задач
		Оценка показателей эффективности с использованием индексной аналитики	Применение показателей эффективности: индекс цифровой зрелости, уровень доверия к цифровым сервисам, удовлетворенность пользователей, эффективность обслуживания
		Адаптация стратегии на основе обратной связи	Повышение прозрачности и доверия к государственным учреждениям посредством открытых данных и инклюзивных процессов
4.	Обеспечение кибербезопасности и технологического суверенитета	Развитие регуляторных механизмов	Создание правовых механизмов, обеспечивающих безопасность, этичность и ответственность использования ИИ и цифровых технологий с учетом международного опыта и защиты прав граждан
		Защита данных и кибербезопасность	Использование криптографии, систем обнаружения вторжений и блокчейн-технологий для защиты данных. Разработка национальных стандартов и ГОСТов по кибербезопасности
		Импортозамещение критической инфраструктуры и перманентное развитие отечественных технологий	Разработка и внедрение отечественного ПО, создание и поддержка отечественного оборудования (серверов, систем хранения данных), переход на отечественные решения в государственных органах власти

Составлено авторами

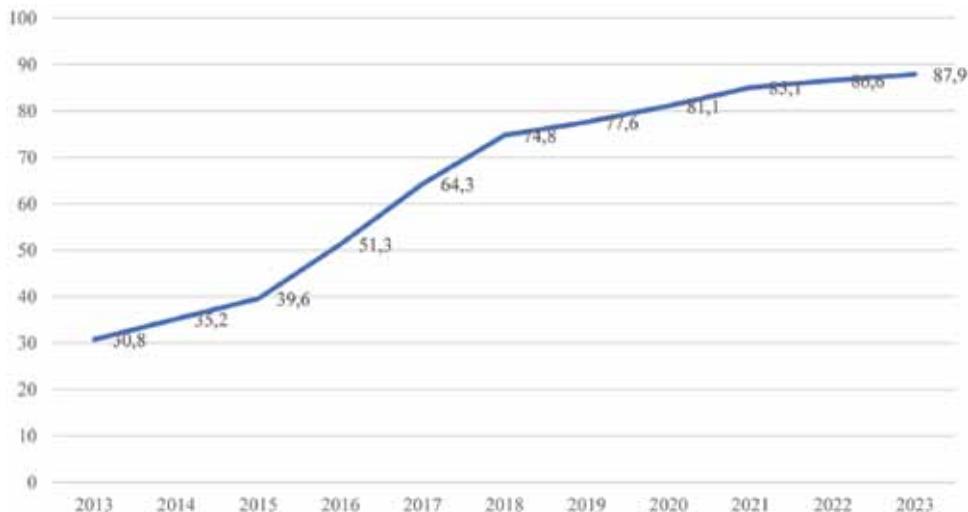
Compiled by the authors

госуслуг, что позволяет сопоставлять российский опыт с зарубежными моделями.

На рис. 2 представлена динамика доли населения РФ в возрасте 15–72 лет, пользовавшегося государственными и муниципальными услугами в электронной форме в 2013–2023 гг. Доля выросла с 30,8% в 2013 г. до 51,3% в 2016 г. (рост в 1,67 раза). Значительный подъем отмечен в

2017 г. (64,3%) и 2018 г. (74,8%), что связано с расширением цифровой инфраструктуры, доступом к Интернету и улучшением качества электронных услуг. В дальнейшем темпы роста замедлились, но сохраняли положительную динамику. Это свидетельствует о высокой степени цифровизации системы госуслуг и росте цифровой грамотности населения<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2025: статистический сборник. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 296 с. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf> (дата обращения: 03.06.2025)



Примечание: в % от численности населения в возрасте 15–72 лет, получавшего государственные и муниципальные услуги

Составлено авторами по материалам: Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2025: статистический сборник. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 296 с.

URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf> (дата обращения: 03.06.2025)

**Рис. 2. Получение населением государственных и муниципальных услуг в электронной форме**

*Compiled by the authors based on the materials in: Abashkin V., Abdراхманова G., Vishnevskiy K., Gokhberg L. et al. Digital Economy Indicators in the Russian Federation: 2025: Data Book. Moscow: HSE ISSEK, 2025. 296 c.*  
*URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf> (accessed: 03.06.2025)*

**Fig. 2. Receipt of state and municipal services in the electronic form by the population**

### Цифровая трансформация планирования и управления в Российской Федерации

В российской практике цели устойчивого развития определяются в контексте реализации указов Президента Российской Федерации<sup>4</sup>. В рамках достижения поставленных целей, в том числе ускоренного внедрения цифровых технологий в экономику и социальную сферу, Правительством РФ была разработана национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», которая завершилась 31 декабря 2024 г.<sup>5</sup>

Оценка эффективности федеральных проектов требует использования взаимосвязанных показателей, таких как доступ в Интернет, цифровой профиль гражданина, онлайн-услуги, электронный документооборот и подготовка ИКТ-кадров. Однако результативность стратегических инициатив зависит не только от этих метрик, но и от качества межведомственного взаимодействия, норматив-

ной базы, цифровой грамотности населения и устойчивости инфраструктуры.

В табл. 2 представлены инициативы социально-экономического развития, ориентированные на повышение качества жизни, модернизацию экономики и улучшение взаимодействия с государством. Их эффективность оценивается по индексу цифровой зрелости, уровню доверия к цифровым услугам, темпам инноваций и динамике социальной инклюзии.

В отличие от традиционного подхода с редким обновлением показателей, ЦСПиУ использует динамические индикаторы, обновляемые в реальном времени. Например, мониторинг через портал «Госуслуги» (свыше 110 млн пользователей и более 1600 услуг на июнь 2025 г.<sup>6</sup>) позволяет оперативно оценивать доступность и качество госуслуг, обеспечивая точное распределение ресурсов и своевременную корректировку стратегий.

<sup>4</sup> Указ Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 05.06.2025)

<sup>5</sup> Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Минцифры. URL: <https://digital.gov.ru/target/nacionalnaya-programma-czifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federacii> (дата обращения: 05.06.2025)

<sup>6</sup> Единый портал государственных и муниципальных услуг России. ЕПГУ // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N6UnH> (дата обращения: 12.06.2025)

Инициативы социально-экономического развития, направленные на повышение качества жизни, оптимизацию взаимодействия с государственными органами и модернизацию экономики

Таблица 2

Socio-economic development initiatives aimed at improving the quality of life, optimizing interaction with government agencies and modernizing the economy

№	Наименование национальной программы	Решаемая задача	Уровень достижения на 31.12.2024	Эффекты от реализации инициативы
1.	Доступ в Интернет	Реализация мероприятий по модернизации сети телекоммуникаций в интересах обеспечения территориальной и социальной доступности цифровых технологий для всего населения	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– строительство и развертывание спутниковой группировки для обеспечения высокоскоростного доступа в Интернет по всей стране</li> <li>– модернизация и расширение LTE-инфраструктуры</li> <li>– организация промышленного доступа в Интернет</li> </ul>
2.	Цифровой профиль гражданства	Повышение эффективности предоставления государственных, муниципальных и иных услуг гражданам, создание благоприятных условий для предпринимательской деятельности	97,50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечена доступность 100 категорий услуг, предоставленных в личном кабинете пользователя</li> <li>– реализованы функциональные возможности формирования и загрузки 50-ти категорий документов через мобильный приложение «Госуслуги»</li> <li>– приняты 39 нормативных правовых актов, регулирующих вопросы обеспечения безопасности при обработке и хранении биометрических данных</li> </ul>
3.	Госуслуги онлайн	Развитие цифровых каналов коммуникации между гражданами и государственными учреждениями	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– утвержден Порядок услуг, подлежащих переводу в режим электронного обслуживания</li> <li>– разработан и утвержден План мероприятий по обеспечению предоставления государственных услуг в электронном виде</li> <li>– доля государственных услуг, предоставляемых в электронном виде, составляет 69,9%</li> <li>– обеспечен полный доступ к услугам по оформлению справок, социальных пособий и льгот в электронном виде</li> </ul>
4.	Электронный документооборот	Формирование условий для перехода к цифровому взаимодействию граждан, бизнес-структур и государственных институтов	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– более 17 млн граждан хотя бы раз воспользовались мобильным приложением «Госсплочь»</li> <li>– осуществлен полный переход на электронный формат представления юридически значимых документов.</li> <li>– в структуре документооборота между хозяйствующими субъектами 60,39% операций осуществляется через электронные каналы</li> <li>– 100% документов обязательной отчетности формируются и хранятся в электронном виде</li> </ul>
5.	Подготовка кадров для ИТ	Обеспечение сбалансированного соотношения спроса и предложения на рынке труда в сфере информационных технологий	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– в рамках проекта «Код будущего» к концу 2024 г. 254 308 участников общебразовательных школ и студентов училище среднего профессионального образования прошли обучение по современным языкам программирования</li> <li>– в рамках проекта «Цифровые кафедры» к концу 2024 г. более 231 тыс. студентов высших учебных заведений успешно завершили обучение на «цифровых кафедрах»</li> </ul>

Составлено авторами по материалам: Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // Минцифры. URL: <https://digital.gov.ru/target/nacionalnaya-programma-cifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federacii> (дата обращения: 12.06.2025)

Compiled by the authors based on the materials in: National Program «Digital Economy of the Russian Federation» // Ministry of Digital Development.  
URL: <https://digital.gov.ru/target/nacionalnaya-programma-cifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federacii> (accessed: 12.06.2025)

ЦСПиУ опирается на информационные системы, интегрирующие данные из госресурсов, датчиков Интернет вещей, соцсетей и других цифровых источников. Ключевым инструментом является платформа «ГосТех», обеспечивающая унификацию и взаимодействие государственных информационных систем. Ее преимущества состоят в ориентации на пользователя, экономичности, соответствии стандартам безопасности и оперативности внедрения цифровых сервисов<sup>7</sup>.

Наряду с «ГосТехом», важную роль в цифровом управлении играет Единая информационная платформа национальной системы управления данными (ЕИП НСУД)<sup>8</sup>, обеспечивающая консолидацию данных, контроль качества и межведомственное взаимодействие. ЕИП НСУД автоматизирует управление данными на всех этапах их жизненного цикла, поддерживает целевые модели и передачу витрин данных в СМЭВ (систему межведомственного электрон-

ного взаимодействия), выступая централизованным инструментом координации в системе ЦСПиУ<sup>9</sup>.

Наряду с цифровыми платформами цифровые двойники (виртуальные модели реальных объектов, процессов или систем) позволяют моделировать сценарии развития и оценивать последствия. В России они применяются в проектах «умных городов» (например, Москва, Казань) для оптимизации транспорта и мониторинга инфраструктуры.

Цифровая модель городской инфраструктуры, отслеживающая транспортные потоки, потребление ресурсов и поведение жителей, способствует эффективному управлению и оптимизации городской среды, повышая качество жизни населения<sup>10</sup>.

Традиционное стратегическое планирование в России отличается долгосрочностью, бюрократичностью и ограниченной гибкостью. Стратегии

Таблица 3

Сравнение традиционной и цифровой форм стратегического планирования

Table 3

Comparison of traditional and digital forms of strategic planning

№	Параметр	Традиционное стратегическое планирование	Цифровое стратегическое планирование
1.	Горизонт планирования	Долгосрочный горизонт планирования (10–15 лет)	Возможны варианты оперативных корректировок в краткосрочном и среднесрочном периоде
2.	Частота обновления	Редко (раз в несколько лет)	На регулярной основе (при появлении новых вводных)
3.	Инструменты	Документы, таблицы, экспертные оценки	ИИ, цифровые двойники, сценарное моделирование
4.	Уровень гибкости	Низкий	Высокий
5.	Реакция на внешние изменения	Медленная, инерционная	Высокая, в режиме реального времени
6.	Человеческий фактор	Существенный (ручной труд, субъективность)	Минимизирован за счет автоматизации
7.	Принятие решений	Централизованное, бюрократическое	Автоматизированное, основанное на анализе больших данных
8.	Примеры применения	Федеральные стратегии, долгосрочные программы	Управление ресурсами, адаптация государственной политики к новым условиям
9.	Управление в условиях неопределенности	Стратегическое планирование	Сценарный, адаптивный подход с моделированием последствий
10.	Технологическая основа	Преимущественно традиционные способы осуществления работ	ИИ и машинное обучение, информационные платформы, цифровые двойники, большие данные

Составлено авторами

Compiled by the authors

<sup>7</sup> Платформа «ГосТех» // Минцифры. URL: <https://clck.ru/3N6YuW> (дата обращения: 12.06.2025)

<sup>8</sup> Единая информационная платформа национальной системы управления данными // Минцифры. URL: <https://nsud.gosuslugi.ru/> (дата обращения: 12.06.2025)

<sup>9</sup> Коротко о ЕИП НСУД // Минцифры. URL: <https://clck.ru/3N4wGe> (дата обращения: 13.06.2025)

<sup>10</sup> Концепция цифрового двойника: что это такое и какие задачи он помогает решать бизнесу // Platrum. URL: <https://platrum.ru/blog/konceptsiya-cifrovogo-dvojnika-chto-je-to-takoe-i-kakie-zadachi-on-pomogaet-reshat-biznesu> (дата обращения: 13.06.2025)

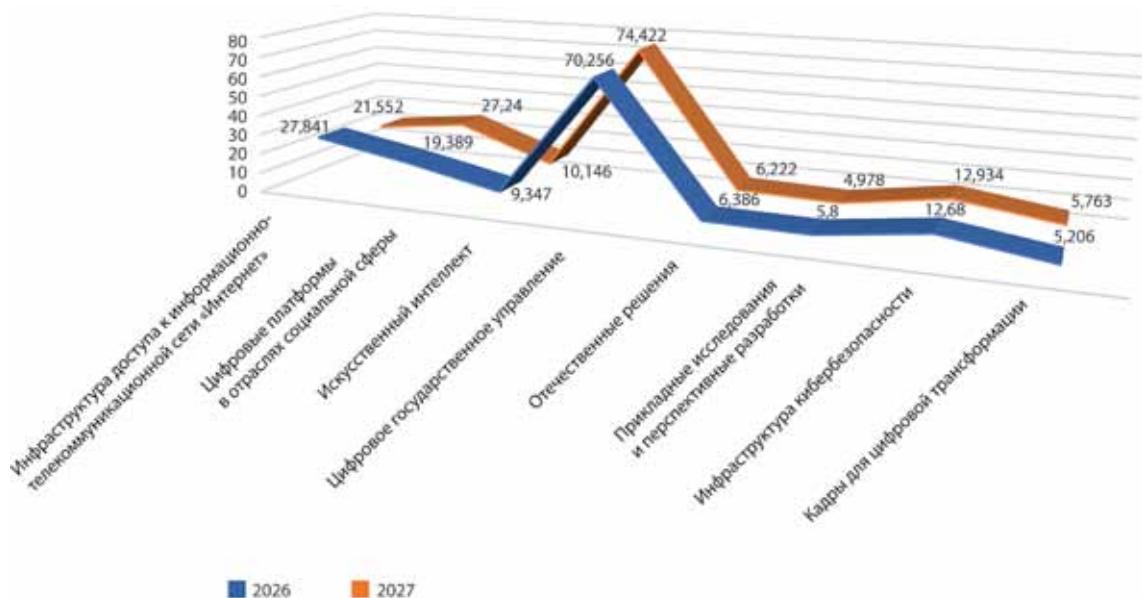
разрабатываются на 10–15 лет и корректируются нерегулярно, что снижает их адаптивность к внешним вызовам. В отличие от них, ЦСПиУ на базе ИИ, цифровых двойников и адаптивного моделирования обеспечивает оперативность, сценарную гибкость и автоматизацию управлеченческих решений. Сравнение традиционной и цифровой форм стратегического планирования приведено в табл. 3.

#### Роль ЦСПиУ в развитии современной модели государственного управления в России

ЦСПиУ как единая цифровая экосистема стратегического планирования и управления способствует повышению эффективности функционирования государственного аппарата и его устойчивости, обеспечивая прозрачность множества управлеченческих процессов и принимаемых решений, повышению уровня доверия граждан через открытый мониторинг и доступность данных. ЦСПиУ способствует экономической стабильности и будущему росту экономики за счет быстрой реакции на кризисы, поддерживает инновационное развитие,

создавая инфраструктуру для внедрения передовых технологий в госуправлении. Эффективность ЦСПиУ в России подтверждается цифровизацией налоговой системы. По данным ФНС, в 2024 г. налоговые поступления выросли на 20%<sup>11</sup>. Рост обеспечен внедрением аналитики больших данных и автоматизацией налогового администрирования.

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (2019–2024) продлена до 2030 г. в рамках нового нацпроекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (НЭД)<sup>12</sup>. Проект нацелен на ускоренное внедрение цифровых технологий в экономику, социальную сферу и госуправление. Согласно пояснительной записке к бюджету, объем финансирования НЭД составит 129,07 млрд руб. в 2025 г., 161,77 млрд в 2026 г. и 166,96 млрд в 2027 г. В рамках НЭД реализуются 9 федеральных проектов, включая «Искусственный интеллект», «Цифровое госуправление», «Кадры для цифровой трансформации» и др. Запланированные объемы финансирования представлены на рис. 3.



Составлено авторами по материалам: Экономика данных и цифровая трансформация государства (национальный проект) // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N5u5g> (дата обращения: 25.06.2025)

Рис. 3. План финансирования федеральных проектов НЭД в 2026 и 2027 гг.

Compiled by the authors based on the materials in: Data Economy and Digital Transformation of the State (National Project) // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N5u5g> (accessed: 25.06.2025)

Fig. 3. Financing plan for the federal projects within the National project “Data Economy” in 2026 and 2027

<sup>11</sup> Поступление налогов в бюджет выросло на 20% в 2024 году // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20250408/nalogi-2010005021.html?ysclid=mcylemnqof60724833> (дата обращения: 17.06.2025)

<sup>12</sup> Прим. Авторов: утвержден протоколом Президиума Совета при Президенте РФ от 20.12.2024 г. № 12пр.

Ключевая цель НЭД – цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы. Она соответствует национальным целям стратегического Указа Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309. Среди задач проекта: развитие инфраструктуры экономики данных, внедрение цифровых технологий в госуправление, обеспечение кибербезопасности, цифрового суверенитета и кадрового потенциала.

Федеральный проект «Цифровое государственное управление» в рамках НЭД направлен на развитие цифровой инфраструктуры, повышение эффективности госуправления и упрощение взаимодействия с гражданами<sup>13</sup>. Его цель – достижение цифровой зрелости в приоритетных секторах за счет внедрения платформенных решений, автоматизации и повышения качества услуг. К 2030 г. планируется 80 млн пользователей мобильной электронной подписи и не менее 50 млн подписей в год через приложение «Госключ»<sup>14</sup>, что повысит доступность и прозрачность услуг и ускорит развитие цифровой экономики<sup>15</sup>.

Интеграция больших данных, ИИ и блокчейн-технологий обеспечивает значительный эффект в рамках ЦСПиУ. Аналитика на основе больших данных позволяет выявлять скрытые закономерности, прогнозировать тенденции и принимать обоснованные решения в условиях неопределенности. Предиктивные модели на базе машинного обучения способствуют оптимизации управленческих процессов, а методы ИИ позволяют строить прогностические модели социально-экономического развития. Например, такие инструменты для оценки динамики макроэкономических показателей использует Минэкономразвития России<sup>16</sup>.

Федеральный проект «Искусственный интеллект» предусматривает поддержку разработчиков ИИ-

решений, расширение доступа к инфраструктуре ИИ и развитие образовательных платформ для школьников и студентов. Эти меры направлены на системное развитие ИИ в России, укрепление технологического потенциала, подготовку кадров и повышение экономической эффективности<sup>17</sup>.

Примером применения ИИ является цифровой ассистент Робот Макс на портале «Госуслуги», обрабатывающий запросы в режиме реального времени и формирующий персонализированные подсказки<sup>18</sup>. В 2024 г. он был обновлен с внедрением версии GPT. Среднесуточная нагрузка составляет 3,5 млн запросов, 85% из которых обрабатывается без участия операторов, а 70% ответов получает положительную оценку, что подтверждает эффективность и масштабируемость системы<sup>19</sup>.

Блокчейн-технологии усиливают системы обработки больших данных, обеспечивая прозрачность, безопасность и устойчивость информации. Децентрализованное хранение снижает риски киберугроз и защищает конфиденциальные данные, что важно для ЦСПиУ. ИИ автоматизирует анализ массивов данных, выявляя скрытые зависимости. Интеграция ИИ, больших данных и блокчейна формирует эффективную управленческую экосистему с устойчивым преимуществом. Однако развитие блокчейна в России сдерживают нормативные пробелы, технические сложности и психологические факторы<sup>20</sup>.

ЦСПиУ получает развитие на региональном уровне. В 2025 г. Минцифры подготовило типовые ИС для внедрения в субъектах РФ в формате модулей ФГИС ПГС (Федеральной государственной информационной системы «Единая система предоставления государственных и муниципальных услуг (сервисов)»)<sup>21</sup>, включая решения «Госстройнадзор» и «Госжилинспекция». Планируется расширение модулей, охватывающее сферы ЖКХ, строитель-

<sup>13</sup> Цифровое государственное управление // Минцифры. URL: <https://digital.gov.ru/activity/czifrovizacziya-gosudarstva/vedomstvennyj-proektnyj-ofis-vpo/administrirovanie-i-soprovozhdenie-ispolneniya-nacionalnogo-proekta-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva/cz4-czifrovoe-gosudarstvennoe-upravlenie> (дата обращения: 04.07.2025)

<sup>14</sup> Мобильная подпись – это удобно // Госуслуги. URL: <https://www.gosuslugi.ru/goskey> (дата обращения: 04.07.2025)

<sup>15</sup> Экономика данных и цифровая трансформация государства (национальный проект) // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N5u5g> (дата обращения: 04.07.2025)

<sup>16</sup> Прогнозы социально-экономического развития Российской Федерации // Минэкономразвития России. URL: [https://economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy\\_socialno\\_ekonomiceskogo\\_razvitiya](https://economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomiceskogo_razvitiya) (дата обращения: 04.07.2025)

<sup>17</sup> Искусственный интеллект // Минцифры. URL: <https://digital.gov.ru/activity/czifrovizacziya-gosudarstva/vedomstvennyj-proektnyj-ofis-vpo/administrirovanie-i-soprovozhdenie-ispolneniya-nacionalnogo-proekta-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva/cz3-iskusstvennyj-intellekt> (дата обращения: 05.07.2025)

<sup>18</sup> Цифровой ассистент Робот Макс // Минцифры. URL: <https://digital.gov.ru/activity/gosuslugi/robot-maks> (дата обращения: 04.07.2025)

<sup>19</sup> Там же.

<sup>20</sup> Блокчейн в России // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N6zJi> (дата обращения: 06.07.2025)

<sup>21</sup> Цифровизация регионов России // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N7429> (дата обращения: 09.07.2025)

ства, социальной защиты, торговли, рекламы, а также сервисы «Мой питомец» и «Управление захоронениями»<sup>22</sup>.

В 2025 г. Минцифры России опубликовало рейтинг эффективности региональных лидеров цифровой трансформации. В выборку вошли 88 субъектов РФ (без учета Москвы), при этом 39 из них достигли показателя эффективности, превышающего 70% от установленного максимума<sup>23</sup> (табл. 4). К тому же, согласно федеральному закону о бюджете России на 2025–2027 гг., на развитие региональных информационных систем для интеграции

с витриной данных госорганов предусмотрено выделение 1 млрд руб.: 250 млн в 2025 г., 400 млн в 2026 и 350 млн в 2027 г.<sup>24</sup>

К 2030 г. ЦСПиУ и ключевые отрасли экономики и социальной инфраструктуры должны быть интегрированы в цифровые платформы, обеспечивающие межсистемную трансформацию. Переход к управлению на основе аналитики больших данных, ИИ и машинного обучения будет способствовать оптимизации процессов, повышению эффективности сервисов и созданию устойчивой архитектуры цифровой экономики.

Рейтинг региональных руководителей цифровой трансформации

Таблица 4

Table 4

Rating of regional leaders of digital transformation

№	Субъект Российской Федерации	%	Изменение	№	Субъект Российской Федерации	%	Изменение
1	Белгородская область	94,22	+2	21	Курская область	77,6	+3
2	Республика Татарстан (Татарстан)	91,35	+4	22	Кемеровская область – Кузбасс	76,92	+13
3	Ямало-Ненецкий автономный округ	90,79	-2	23	Ярославская область	76,69	+21
4	Ханты-Мансийский автономный округ	90,12	-2	24	Карачаево-Черкесская Республика	75,74	-3
5	Челябинская область	88,26	+2	25	Республика Башкортостан	75,58	-17
6	Свердловская область	87,25	+12	26	Новгородская область	75,57	+10
7	Московская область	86,63	+5	27	Курганская область	74,64	+3
8	Новосибирская область	84,71	+6	28	Иркутская область	74,38	-5
9	Оренбург Регион	83,95	+6	29	Кабардино-Балкарская Республика	73,43	+22
10	Сахалинская область	82,87	+1	30	Мурманская область	73,2	-2
11	Тульская область	82,85	-6	31	Красноярский край	73,17	-2
12	Республика Саха (Якутия)	82,44	+1	32	Камчатский край	72,58	+31
13	Калужская область	82,41	-4	33	Приморский край	72,56	+5
14	Пермский край	82,08	+3	34	Архангельская область	71,13	+18
15	Липецкая область	80,9	-5	35	Чувашская Республика – Чувашия	70,95	-8
16	Тюменская область	80,69	0	36	Саратовская область	70,83	+11
17	Ленинградская область	80,64	+3	37	Ненецкий автономный округ	70,52	+5
18	Нижегородская область	79,81	+1	38	Самарская область	70,42	-13
19	Ростовская область	78,81	-15	39	Вологодская область	70,41	-13
20	Смоленская область	77,81	+28				

Составлено авторами на основе данных: Цифровизация регионов России // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N7429> (дата обращения: 12.07.2025)

Compiled by the authors based on data from: Digitalization of Russian regions // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N7429> (accessed: 12.07.2025)

<sup>22</sup> Цифровизация регионов России // TAdviser. URL: <https://clck.ru/3N7429> (дата обращения: 09.07.2025)

<sup>23</sup> Там же.

<sup>24</sup> Там же.

### Вызовы и риски ЦСПиУ

В условиях активной цифровизации органы государственной власти России сталкиваются с рядом вызовов, влияющих на качество стратегического планирования и эффективность решений. Эти риски носят многоуровневый характер и включают как внутренние, так и внешние факторы [26], среди них:

- высокая скорость технологических изменений опережает адаптационные возможности госорганов, вызывая стратегическую инертность;
- технологическая зависимость и санкционные риски усиливают уязвимость из-за импортозависимости в сфере ПО и инфраструктуры;
- низкий уровень зрелости цифровых институтов: часто трансформация ограничивается декларациями;
- фрагментарное правовое регулирование не успевает за темпами цифровизации, несмотря на наличие стратегических документов (например, НЭД);
- разрыв между стратегическим планированием и реализацией, выражющийся в несогласованности целей, ресурсов и инструментов;
- ограниченный доступ к качественным данным и слабое использование ИИ и больших данных снижают эффективность аналитики;
- консерватизм управленческой культуры и дефицит квалифицированных кадров замедляют внедрение цифровых стратегий.

В табл. 5 представлены ключевые риски ЦСПиУ, которые необходимо учитывать при разработке и

реализации государственных программ цифровой трансформации. Эти риски охватывают технические, социальные, регуляторные и управленческие аспекты, напрямую влияющие на устойчивость и эффективность цифровых инициатив.

ЦСПиУ в России сопряжено с широким спектром вызовов и рисков, требующих системного анализа, сбалансированной цифровой политики и комплексной трансформации институциональных практик. Устойчивость цифровой стратегии во многом зависит от способности адаптироваться к быстро меняющейся среде, обеспечивать технологический суверенитет и поддерживать общественное доверие к механизмам цифрового управления.

### Перспективы развития российской модели государственного управления на основе ЦСПиУ

ЦСПиУ открывает новые горизонты для развития современной модели государственного управления в России, обеспечивая переход от традиционных административных моделей к более гибким, прозрачным и эффективным формам управления. Использование перспективных технологий и сценарного моделирования позволяет точнее оценивать риски, прогнозировать развитие и оперативно реагировать на различные вызовы.

ЦСПиУ включает автоматизацию решений, оптимизацию процедур и расширение обратной связи с гражданами. В России активно развиваются электронное правительство, платформы обще-

Таблица 5

### Ключевые риски ЦСПиУ

Table 5

### Key risks of digital strategic planning and management

№	Риск	Характеристика риска
1.	Киберриски и утечка информации	Цифровизация инфраструктуры повышает уязвимость к кибератакам, включая несанкционированный доступ к информационным системам и компрометацию данных. Системные угрозы информационной безопасности возрастают, особенно при обработке и хранении конфиденциальной информации
2.	Недостоверность и искажение данных	При принятии стратегических решений критически важно опираться на качественные, репрезентативные данные. Использование устаревших, неполных или искаженных данных может привести к принятию неэффективных или ошибочных решений
3.	Социальное неравенство и цифровая стратификация	Цифровизация стратегического управления может усугубить территориальное и социальное неравенство, если не учитывать дифференциацию в уровне цифровой грамотности населения и развитии региональной инфраструктуры
4.	Формализация цифровых стратегий	Цифровое стратегическое планирование может стать формальным, с приоритетом отчетности и достижения количественных показателей, не связанных с реальными улучшениями
5.	Этические и правовые конфликты	Использование больших данных, алгоритмического управления и ИИ в стратегическом планировании порождает этические и правовые конфликты, включая риски нарушения конфиденциальности, дискриминации на основе алгоритмических решений и ограничения прав граждан

Составлено авторами

Compiled by the authors

ственного обсуждения и обратной связи, системы мониторинга. Такие инструменты как «Госуслуги», «ГосТех» и ЕИП НСУД способствуют снижению бюрократии и расширяют участие граждан в государственном управлении.

Перспективы развития ЦСПиУ связаны с интеграцией цифровых решений в ключевые сферы: контроль бюджетных расходов, борьба с коррупцией, развитие ГЧП, повышение прозрачности соцвыплат, защита цифровых активов, обеспечение равного доступа к цифровой инфраструктуре, а также этика регулирования ИИ. Согласно ВЦИОМ, 83% россиян поддерживает развитие ИИ, при этом 52% выражает доверие к таким технологиям<sup>25</sup>.

Будущее российской модели государственного управления зависит от способности власти и институтов интегрировать цифровые механизмы как фундамент новой управленческой парадигмы. ЦСПиУ становится не просто технологическим инструментом, а может стать институциональной основой устойчивого развития в условиях глобальных вызовов.

### Выводы

ЦСПиУ представляет собой перспективный механизм модернизации экономики и основу современной модели российского государственного управления, обеспечивающие устойчивое развитие и адаптацию к внешним вызовам. Оно позволяет обеспечить трансформацию системы государственного управления, повышая ее адаптивность, эффективность и уровень автоматизации. Ключевые компоненты ЦСПиУ формируют основу эффективного управления в цифровую эпоху.

Для перехода к ЦСПиУ необходимы инвестиции в инфраструктуру, развитие кадров и комплексное совершенствование нормативной правовой базы. При этом можно обозначить и перспективные направления развития, среди которых стандартизация, интеграция региональных и федеральных платформ, создание единой цифровой экосистемы управления.

Единая цифровая экосистема стратегического управления предполагает участие федеральных, региональных и муниципальных органов власти, цифровых платформ («Госуслуги», «ГосТех», ЕИП НСУД) и гражданского общества. Ее задачи включают интеграцию больших данных, систем искусственного интеллекта и цифровых двойников,

обеспечение кибербезопасности, прозрачности и доверия, своевременное обновление нормативно-правовой базы, повышение эффективности государственных услуг и укрепление технологического суверенитета. Реализация ЦСПиУ позволит перейти от декларативного планирования к институционально закрепленной модели цифрового государственного управления в России.

Цифровая трансформация, реализуемая через нацпроект «Экономика данных и цифровая трансформация государства», демонстрирует ощущимые результаты. Она открывает путь к технологическому суверенитету, повышает прозрачность и улучшает взаимодействие государства с обществом. ЦСПиУ может выступать ключевым элементом современной модели стратегического планирования и управления, однако его реализация сопряжена с такими вызовами, как технологическая зависимость, цифровое неравенство, киберугрозы, этические и кадровые проблемы. Преодоление этих барьеров позволит повысить эффективность и устойчивость государственного управления. ЦСПиУ имеет потенциал стать системным фактором развития современной модели государственного управления в России, способствуя прозрачности и оптимизации управленческих процессов.

Научная новизна исследования заключается в концептуализации ЦСПиУ как институционального механизма становления российской модели государственного управления в современных условиях. Данный подход позиционирует цифровое стратегическое планирование и управление не только как инструмент модернизации государственного аппарата, но и как системный фактор обеспечения устойчивого развития и технологического суверенитета. Проведенные в исследовании сравнительный анализ традиционного и цифрового стратегического планирования и выявление рисков, связанных с цифровизацией, позволяют сформировать теоретико-методологическую базу для оценки устойчивости цифровых трансформаций. Предложенная интегративная модель «единой экосистемы цифрового управления», включающая государственные цифровые платформы, алгоритмические механизмы принятия решений и институты гражданского участия, обосновывает новый уровень системности и междисциплинарности стратегического управления в цифровой среде.

<sup>25</sup> Развитие искусственного интеллекта // Минэкономразвития России. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/razvitiye\\_iskusstvennogo\\_intellekta/](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/razvitiye_iskusstvennogo_intellekta/) (дата обращения: 04.07.2025)

**Список источников**

1. Медведев В.В. Роль цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2024. № 2(92). С. 88–105. EDN: <https://elibrary.ru/tsaihk>. <https://doi.org/10.17277/voprosy.2024.02.pp.088-105>
2. Демидов А.Ю., Лукашов А.И. Отдельные подходы к цифровым трансформациям государственного управления // Государственная служба. 2021. № 1(129). С. 28–34. EDN: <https://elibrary.ru/tnwrcq>. <https://doi.org/10.22394/2070-8378-2021-23-1-28-34>
3. Агеев А.И., Аверьянов М.А., Евтушенко С.Н., Кочетова Е.Ю., Сиваков Р.Л. Цифровая трансформация национальной безопасности в контексте глобальных гибридных угроз // Экономические стратегии. 2021. Т. 23. № 4(178). С. 60–69. EDN: <https://elibrary.ru/eqsflf>. <https://doi.org/10.33917/es-4.178.2021.60-69>
4. Ленчук Е.Б., Войтоловский Ф.Г., Кувалин Д.Б. Стратегическое планирование в государственном управлении: опыт, возможности и перспективы // Проблемы прогнозирования. 2020. № 6(183). С. 46–55. EDN: <https://elibrary.ru/lioiw>. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-183-46-55>
5. Бухвалид Е.М. «Основы государственной политики в сфере стратегического планирования»: нерешенные проблемы // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2022. № 1. С. 32–49. EDN: <https://elibrary.ru/lgxqow>. [https://doi.org/10.52180/2073-6487\\_2022\\_1\\_32\\_49](https://doi.org/10.52180/2073-6487_2022_1_32_49)
6. Кудряшова Е.В. Информационные технологии для стратегического планирования в России: этапы развития и перспективы // Государственная власть и местное самоуправление. 2021. № 2. С. 36–40. EDN: <https://elibrary.ru/gejdfg>. <https://doi.org/10.18572/1813-1247-2021-2-36-40>
7. Дранко О.И., Резчиков А.Ф., Степановская И.А., Богомолов А.С., Кушников В.А. Сценарное моделирование развития страны на основе индикативного планирования // Проблемы управления. 2024. № 5. С. 25–41. EDN: <https://elibrary.ru/winfsa>
8. Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Хабриев Б.Р., Макаров В.Л., Ильин Н.И. Программно-аналитический комплекс «МЕБИУС» – инструмент планирования, мониторинга и прогнозирования социально-экономической системы России // Искусственные общества. 2020. Т. 15. № 4. С. 10. EDN: <https://elibrary.ru/gacxfv>. <https://doi.org/10.18254/S207751800012303-2>
9. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Ильин Н.И., Сушко Е.Д. Национальная безопасность России // Экономические стратегии. 2020. Т. 22. № 5(171). С. 6–23. EDN: <https://elibrary.ru/ujoayt>. <https://doi.org/10.33917/es-5.171.2020.6-23>
10. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Ильин Н.И. Моделирование и оценка национальной силы России // Экономические стратегии. 2020. Т. 22. № 2(168). С. 6–19. EDN: <https://elibrary.ru/tqhtsm>. <https://doi.org/10.33917/es-2.168.2020.6-19>
11. Власенко В.Н., Широбоков А.С. Цифровизация государственного экологического управления: правовые аспекты // Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Юридические науки. 2021. Т. 25. № 2. С. 601–619. EDN: <https://elibrary.ru/urdiaq>. <https://doi.org/10.22363/2313-2337-2021-25-2-601-619>
12. Панина О.В. Модель реализации стратегии цифровой трансформации государственного управления в Российской Федерации // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2023. № 2. С. 85–96. EDN: <https://elibrary.ru/fekwyp>. <https://doi.org/10.33983/2075-1826-2023-2-85-96>
13. Xanthopoulou P., Plimakis S. Digitalization and digital transformation and adoption in the public administration during the Covid19 pandemic crisis // European Scientific Journal. 2021. Vol. 17. Iss. 31. P. 60. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n31p60>
14. Moser-Plautz B., Schmidhuber L. Digital government transformation as an organizational response to the COVID-19 pandemic // Government Information Quarterly. 2023. Vol. 40. Iss. 3. P. 101815. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101815>
15. Profiroiu C.M., Negoita C.I., Costea A.V. Digitalization of public administration in EU member states in times of crisis: the contributions of the national recovery and resilience plans // International Review of Administrative Sciences. 2024. Vol. 90. Iss. 2. P. 336–352. <https://doi.org/10.1177/00208523231177554>
16. Doran N.M., Puiu S., Badircea R.M., Pirtea M.G., Doran M.D., Ciobanu G., Mihit L.D. E-government development – a key factor in government administration effectiveness in the European Union // Electronics. 2023. Vol. 12. Iss. 3. P. 641. <https://doi.org/10.3390/electronics12030641>

17. *Di Giulio M., Vecchi G.* Implementing digitalization in the public sector. Technologies, agency, and governance // *Public Policy and Administration*. 2023. Vol. 38. Iss. 2. P. 133–158.  
<https://doi.org/10.1177/09520767211023283>
18. *Latupeirissa J.J.P., Dewi N.L.Y., Prayana I.K.R., Srikandi M.B., Ramadiansyah S.A., Pramana I.B.G.A.Y.* Transforming public service delivery: a comprehensive review of digitization initiatives // *Sustainability*. 2024. Vol. 16. Iss. 7. P. 2818. <https://doi.org/10.3390/su16072818>
19. *Toro-Maureira S., Olivares A., Saez-Vergara R., Valenzuela S., Valenzuela M., Correa T.* The missing link: identifying digital intermediaries in E-government // *arXiv*. Cornell University. 2025. arXiv:2501.10846.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.10846>
20. *Eom S.-J., Lee J.* Digital government transformation in turbulent times: Responses, challenges, and future direction // *Government Information Quarterly*. 2022. Vol. 39. Iss. 2. P. 101690.  
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101690>
21. *Yang C., Gu M., Albitar K.* Government in the digital age: Exploring the impact of digital transformation on governmental efficiency // *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 208. P. 123722.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123722>
22. *Yuan J.E., Zhao Y.* Neither «Platformization» nor «Infrasturcturalization»: government as a platform in China // *Social Media and Society*. 2025. Vol. 11. Iss. 1. <https://doi.org/10.1177/20563051251314625>
23. *Frinaldi A., Afdalisma A., Rezeki A.P.T., Saputra B.* Digital transformation of government administration: analysis of efficiency, transparency, and challenges in Indonesia // In: *Iapa Proceedings Conference*. 2024. P. 82–101. <https://doi.org/10.30589/proceedings.2024.1096>
24. *Engin Z., Crowcroft J., Hand D., Treleaven P.* The Algorithmic State Architecture (ASA): an integrated framework for AI-enabled government // *arXiv*. Cornell University. 2025. arXiv:2503.08725.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.08725>
25. *Wuttke A., Rauchfleisch A., Jungherr A.* Artificial Intelligence in government: why people feel they lose control // *arXiv*. Cornell University. 2025. arXiv:2505.01085. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.01085>
26. *Bharadwaj A., El Sawy O.A., Pavlou P.A., Venkatraman N.* Digital business strategy: toward a next generation of insights // *MIS Quarterly*. 2013. Vol. 37. Iss. 2. P. 471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>
27. *Li F.* The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends // *Technovation*. 2020. Vol. 92–93. P. 102012. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.12.004>

Статья поступила в редакцию 24.07.2025; одобрена после рецензирования 07.09.2025; принята к публикации 10.09.2025

#### Об авторах:

**Воронов Александр Сергеевич**, доктор экономических наук, старший научный сотрудник научно-инновационного управления, ГАУГН; профессор кафедры экономики инновационного развития факультета государственного управления, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова; SPIN-код: 4606-5045, Scopus ID: 58485139900

**Юхно Александр Сергеевич**, кандидат юридических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-инновационного управления; заведующий кафедрой государствоведения Института государственной службы и управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы; SPIN-код: 5281-0674

**Гаврилюк Артём Владимирович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики инновационного развития факультета государственного управления; SPIN-код: 1567-0820, Scopus ID: 57259632300

#### Вклад авторов:

Воронов А. С. – разработка концептуального механизма функционирования ЦСПиУ; проведение сравнительного анализа традиционной и цифровой форм стратегического планирования; разработка матрицы ключевых рисков ЦСПиУ; формулирование результатов и выводов; научное редактирование.

Юхно А. С. – разработка структуры ЦСПиУ, матрицы инициатив социально-экономического развития; обоснование теоретического подхода к обоснованию места и роли ЦСПиУ в государственном управлении России; формулирование результатов и выводов; научное редактирование.

Гаврилюк А. В. – оценка возможностей системы ЦСПиУ и разработка рекомендаций по ее развитию; применение методов статистического анализа; разработка матрицы рейтинга региональных руководителей цифровой трансформации; формулирование результатов и выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### References

1. Medvedev V.V. The role of digital strategic planning in state regulation of the economy. *Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*. 2024; (2(92)):88–105. EDN: <https://elibrary.ru/tsaihk.https://doi.org/10.17277/voprosy.2024.02.pp.088-105> (In Russ.)
2. Demidov A.Yu., Lukashov A.I. Selected approaches to digital transformation of public administration. *Public Administration*. 2021; 23(1(129)):28–34. EDN: <https://elibrary.ru/tnwrqc.https://doi.org/10.22394/2070-8378-2021-23-1-28-34> (In Russ.)
3. Ageev A.I., Averyanov M.A., Evtushenko S.N., Kochetova E.Yu., Sivakov R.L. Digital transformation of national security in the context of global hybrid threats. *Economic Strategies*. 2021; 23(4(178)):60–69. EDN: <https://elibrary.ru/eqsfl.https://doi.org/10.33917/es-4.178.2021.60-69> (In Russ.)
4. Lenchuk E.B., Voitolovskii F.G., Kuvalin D.B. Strategic planning in public administration: Experience, opportunities and prospects. *Studies on Russian Economic Development*. 2020; 31(6):621–628. EDN: <https://elibrary.ru/tlqufi.https://doi.org/10.1134/S1075700720060106> (In Eng.)
5. Buchwald E.M. Inresolved issues of “public policy framework for strategic planning”. *Vestnik Instituta Ekonomiki Rossiyskoy Akademii Nauk*. 2022; (1):32–49. EDN: [https://elibrary.ru/lgxqow.https://doi.org/10.52180/2073-6487\\_2022\\_1\\_32\\_49](https://elibrary.ru/lgxqow.https://doi.org/10.52180/2073-6487_2022_1_32_49) (In Russ.)
6. Kudryashova E.V. Information technology for strategic planning in Russia: development stages and prospects. *State Power and Local Self-Government*. 2021; (2):36–40. EDN: <https://elibrary.ru/gejdfg.https://doi.org/10.18572/1813-1247-2021-2-36-40> (In Russ.)
7. Dranko O.I., Rezhikov A.F., Stepanovskaya I.A., Bogomolov A.S., Kushnikov V.A. Scenario modeling of economic growth based on indicative planning. *Control Sciences*. 2024; (5):25–41. EDN: <https://elibrary.ru/winfsa> (In Russ.)
8. Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Khabriev B.R., Makarov V.L., Ilyin N.I. Software and analytical complex «MÖBIUS» – a tool for planning, monitoring and forecasting the socio-economic system of Russia. *Artificial Societies*. 2020; 15(4):10. EDN: <https://elibrary.ru/gacxfv.https://doi.org/10.18254/S207751800012303-2> (In Russ.)
9. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Il'in N.I., Sushko E.D. National security of Russia. *Economic Strategies*. 2020; 22(5(171)):6–23. EDN: <https://elibrary.ru/ujoayt.https://doi.org/10.33917/es-5.171.2020.6-23> (In Russ.)
10. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Il'in N.I. Modeling and assessing the national strength of Russia. *Economic Strategies*. 2020; 22(2(168)):6–19. EDN: <https://elibrary.ru/tqhtsm.https://doi.org/10.33917/es-2.168.2020.6-19> (In Russ.)
11. Vlasenko V.N., Shirobokov A.S. Digitalization of state environmental management: Legal aspects. *RUDN Journal of Law*. 2021; 25(2):601–619. EDN: <https://elibrary.ru/urdiaq.https://doi.org/10.22363/2313-2337-2021-25-2-601-619> (In Russ.)
12. Panina O.V. Model for implementing the digital transformation strategy of public administration in the Russian Federation. *Management and Business Administration*. 2023; (2):85–96. EDN: <https://elibrary.ru/fekwyp.https://doi.org/10.33983/2075-1826-2023-2-85-96> (In Russ.)
13. Xanthopoulou P., Plimakis S. Digitalization and digital transformation and adoption in the public administration during the Covid19 pandemic crisis. *European Scientific Journal*. 2021; 17(31):60. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n31p60> (In Eng.)
14. Moser-Plautz B., Schmidhuber L. Digital government transformation as an organizational response to the COVID-19 pandemic. *Government Information Quarterly*. 2023; 40(3):101815. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101815> (In Eng.)
15. Profiroiu C.M., Negoita C.I., Costea A.V. Digitalization of public administration in EU member states in times of crisis: the contributions of the national recovery and resilience plans. *International Review of Administrative Sciences*. 2024; 90(2):336–352. <https://doi.org/10.1177/00208523231177554> (In Eng.)
16. Doran N.M., Puiu S., Badircea R.M., Pirtea M.G., Doran M.D., Ciobanu G., Mihit L.D. E-government development – a key factor in government administration effectiveness in the European Union. *Electronics*. 2023; 12(3):641. <https://doi.org/10.3390/electronics12030641> (In Eng.)

17. Di Giulio M., Vecchi G. Implementing digitalization in the public sector. Technologies, agency, and governance. *Public Policy and Administration*. 2023; 38(2):133–158. <https://doi.org/10.1177/09520767211023283> (In Eng.)
18. Latupeirissa J.J.P., Dewi N.L.Y., Prayana I.K.R., Srikandi M.B., Ramadiansyah S.A., Pramana I.B.G.A.Y. Transforming public service delivery: a comprehensive review of digitization initiatives. *Sustainability*. 2024; 16(7):2818. <https://doi.org/10.3390/su16072818> (In Eng.)
19. Toro-Maureira S., Olivares A., Saez-Vergara R., Valenzuela S., Valenzuela M., Correa T. The missing link: identifying digital intermediaries in E-government. *arXiv. Cornell University*. 2025; arXiv:2501.10846. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.10846> (In Eng.)
20. Eom S.-J., Lee J. Digital government transformation in turbulent times: Responses, challenges, and future direction. *Government/Information Quarterly*. 2022;39(2):101690. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101690> (In Eng.)
21. Yang C., Gu M., Albitar K. Government in the digital age: Exploring the impact of digital transformation on governmental efficiency. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024; 208:123722. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123722> (In Eng.)
22. Yuan J.E., Zhao Y. Neither «Platformization» nor «Infrastructuralization»: government as a platform in China. *Social Media and Society*. 2025; 11(1). <https://doi.org/10.1177/20563051251314625> (In Eng.)
23. Frinaldi A., Afdalisma A., Rezeki A.P.T., Saputra B. Digital transformation of government administration: analysis of efficiency, transparency, and challenges in Indonesia. In: *lapa Proceedings Conference*. 2024. P. 82–101. <https://doi.org/10.30589/proceedings.2024.1096> (In Eng.)
24. Engin Z., Crowcroft J., Hand D., Treleaven P. The Algorithmic State Architecture (ASA): an integrated framework for AI-enabled government. *arXiv. Cornell University*. 2025; arXiv:2503.08725. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.08725> (In Eng.)
25. Wuttke A., Rauchfleisch A., Jungherr A. Artificial Intelligence in government: why people feel they lose control. *arXiv. Cornell University*. 2025; arXiv:2505.01085. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.01085> (In Eng.)
26. Bharadwaj A., El Sawy O.A., Pavlou P.A., Venkatraman N. Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*. 2013; 37(2):471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3> (In Eng.)
27. Li F. The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. *Technovation*. 2020; 92-93:102012. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.12.004> (In Eng.)

The article was submitted 24.07.2025; approved after reviewing 07.09.2025; accepted for publication 10.09.2025

#### About the authors:

**Aleksandr S. Voronov**, Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher of the Scientific and Innovation Department, State Academic University for the Humanities; Professor of the Department of Economics of Innovative Development, School of Public Administration, Lomonosov Moscow State University; SPIN: 4606-5045, Scopus ID: 58485139900

**Alexander S. Yukhno**, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Scientific and Innovation Department, State Academic University for the Humanities; Head of the Department of Public Administration, Institute of Public Administration and Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; SPIN: 5281-0674

**Artyom V. Gavriluk**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics of Innovative Development, School of Public Administration; SPIN: 1567-0820, Scopus ID: 57259632300

#### Contribution of the Authors:

Voronov A. S. – development of a conceptual mechanism for the DSPM functioning; comparative analysis of traditional and digital forms of strategic planning; development of a matrix of DSPM key risks; formulation of results and conclusions; scientific editing.

Yukhno A. S. – development of the DSPM structure, a matrix of initiatives for socio-economic development; substantiation of the theoretical approach to proving the place and role of DSPM in public administration of Russia; formulation of results and conclusions; scientific editing.

Gavriluk A. V. – assessment of the DSPM system capabilities and development of recommendations for its development; application of statistical analysis methods; development of a matrix of ratings of digital transformation regional leaders; formulation of results and conclusions.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

Научная статья

УДК 608.2

JEL: Q47

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.452-469>

## Возможности использования нефтяных скважин для развития геотермальной энергетики в регионах России

Кузнецов Николай Владимирович<sup>1</sup>, Першина Татьяна Алексеевна<sup>2</sup>,  
Паршинцева Лидия Сергеевна<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Государственный университет управления; Москва, Россия

<sup>1</sup>nkuznetsov@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0001-9897-1531>

<sup>2</sup>tatypershina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3415-9020>

<sup>3</sup>lsparshintseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2256-7070>

### Аннотация

**Цель.** Разработка методики комплексной оценки фонда нефтяных скважин России для выявления перспективных территорий по их переводу в геотермальные источники энергии.

**Методы.** В работе использовались методы нормализации и агрегирования показателей, индексный метод, метод присвоения рангов (в рамках интегрального динамического индикатора), метод оценки ранговой корреляции Спирмена, методы построения рейтингов, группировки. Такой комплексный подход обеспечивает объективность полученных результатов.

**Результаты работы.** На основе анализа состояния фонда нефтяных скважин России определены регионы с наибольшим потенциалом для преобразования скважин в геотермальные источники энергии. Разработана методика комплексной оценки, включающая интегральные индикаторы состояния фонда скважин и динамики нефтедобычи. Выявлены приоритетные субъекты, характеризующиеся высокой долей скважин в консервации, высоким уровнем обводненности пластов и снижением дебита. К таким территориям отнесены регионы Северо-Кавказского федерального округа (СКФО). Определены факторы, которые в большей степени оказывают воздействие на реализацию проектов для перевода нефтяных скважин в геотермальные источники, включая технические характеристики скважин и доступность инвестиционных ресурсов.

**Выводы.** Согласно проведенному анализу по разработанной методике, приоритетной территорией для пилотных проектов по переводу нефтяных скважин в геотермальные источники является СКФО, характеризующийся высокой степенью выработанности нефтяных ресурсов и обилием законсервированных скважин, что создает оптимальные условия для тестирования технологий. Реализация таких проектов позволит сократить затраты на ликвидацию скважин, получить дополнительный доход от «зеленой» энергии и снизить углеродный след. Ключевыми барьерами остаются ограниченный доступ к технико-экономическим данным (из-за коммерческой тайны) и необходимость значительных инвестиций.

**Ключевые слова:** геотермальная энергетика, нефтяные скважины, Северо-Кавказский федеральный округ, рациональное использование инфраструктуры, возобновляемая энергетика

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кузнецов Н. В., Першина Т. А., Паршинцева Л. С. Возможности использования нефтяных скважин для развития геотермальной энергетики в регионах России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 452–469

EDN: <https://elibrary.ru/jzpcpc>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.452-469>

© Кузнецов Н. В., Першина Т. А., Паршинцева Л. С., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Opportunities for utilizing oil wells for the development of geothermal energy in the Russian regions

Nikolay V. Kuznetsov<sup>1</sup>, Tatyana A. Pershina<sup>2</sup>, Lidiya S. Parshintseva<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> State University of Management, Moscow, Russia

<sup>1</sup> nkuznetsov@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0001-9897-1531>

<sup>2</sup> tatypershina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3415-9020>

<sup>3</sup> lsparshintseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2256-7070>

### Abstract

**Purpose:** to develop a methodology for the comprehensive assessment of the Russian oil well stock to identify promising areas for their conversion to geothermal energy sources.

**Methods:** the study employed methods of normalization and aggregation of indicators, the index method, the ranking method (within the framework of the integral dynamic indicator), Spearman's rank correlation method, as well as rating construction and grouping techniques. This comprehensive approach ensures the objectivity of the obtained results.

**Results:** based on the analysis of oil well reserves condition in Russian regions, territories with the highest potential for converting oil wells into geothermal energy sources were identified. A comprehensive evaluation methodology was developed, incorporating integral indicators of well conditions and oil production dynamics. Priority regions were identified, characterized by a high proportion of wells under conservation, high reservoir water saturation, and declining productivity. These priority areas include the regions of the North Caucasus Federal District. The study determined the factors most significantly influencing the implementation of projects aimed at converting oil wells into geothermal sources such as technical characteristics of wells and availability of investment resources.

**Conclusions and Relevance:** according to the analysis conducted using the developed methodology, the North Caucasus Federal District was identified as a priority territory for pilot projects aimed at converting oil wells into geothermal energy sources. Its high degree of oil resource depletion and the abundance of mothballed wells create optimal conditions for technology testing. The implementation of such projects will reduce decommissioning costs, generate additional revenue from green energy, and contribute to carbon footprint reduction. Key barriers remain: limited access to technical and economic data (due to commercial confidentiality) and the need for significant investment.

**Keywords:** geothermal energy, oil wells, North Caucasus Federal District, rational infrastructure utilization, renewable energy

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Kuznetsov N. V., Pershina T. A., Parshintseva L. S. Opportunities for utilizing oil wells for the development of geothermal energy in the Russian regions. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):452–469. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/jzpcpc>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.452-469>

© Kuznetsov N. V., Pershina T. A., Parshintseva L. S., 2025

### Введение

Геотермальные ресурсы обладают множеством преимуществ, среди которых – практически безграничный потенциал для выработки электроэнергии, независимость от климатических условий, возможность использования горячей воды или пара для отопления, а также стабильное тепло- и электроснабжение удаленных районов. Их применение не требует затрат на топливо и сложного дорогостоящего оборудования, а также позволяет использовать энергоносители с низким давлением. Кроме того, эти источники энергии легко управля-

емы и способствуют снижению вредных выбросов в атмосферу, что особенно актуально для экологически неблагополучных регионов.

Геотермальная энергетика занимает незначительную долю в глобальном энергобалансе (0,5–0,67% по разным оценкам). Однако в некоторых странах этот показатель значительно превышает среднемировые значения. Например, в Исландии доля геотермальной энергии составляет 70% от общего энергобаланса страны, также она относительно высока на Филиппинах – 8%<sup>1</sup>. Следует отметить, что преобладание геотермальной ener-

<sup>1</sup> Черкасов С.В. Методологические основы создания и эксплуатации природно-техногенных систем геотермальной энергетики // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 2021. 44 С. URL: [https://mgri.ru/science/scientific-and-innovative-activity/dissertation-council/download/avtoreferat\\_Cherkasov.pdf](https://mgri.ru/science/scientific-and-innovative-activity/dissertation-council/download/avtoreferat_Cherkasov.pdf) (дата обращения: 09.12.2025)

гии в энергобалансе таких стран объясняется их уникальными геологическими условиями, развитой инфраструктурой и государственной политикой. Исландия расположена на Срединно-Атлантическом хребте, что обеспечивает доступ к высокотемпературным гидротермальным и магматическим источникам, позволяющим эффективно использовать паровые турбины. Государственная поддержка и низкая стоимость геотермальной энергии способствуют развитию энергоемких отраслей и обеспечивают стране практическую полную энергетическую независимость. Филиппины, находясь в Тихоокеанском огненном кольце, обладают крупными геотермальными месторождениями, что делает их третьими в мире по установленной мощности геотермальных электростанций. Геотермальная энергия играет важную роль в обеспечении электроэнергией удаленных островных регионов, снижая зависимость страны от традиционных энергоресурсов.

Производство геотермальной электроэнергии в 2021 г. составило 96552 ГВт·часа, или 0,34% мирового объема произведенной электроэнергии и 0,87% чистой энергии в мире. По состоянию на декабрь 2022 г. геотермальная энергия вырабатывалась всего в 32-х странах, где эксплуатировалось порядка 198-ми геотермальных месторождений с общей установленной мощностью 14653 МВт. На конец 2023 г. прирост максимальной мощности по отношению к предыдущему году составил 1,3%, или 193 МВт<sup>2</sup>.

По состоянию на конец 2023 г. установленная мощность геотермальной энергетики в России составляла 74 МВт, причем основная часть генерирующих мощностей сосредоточена на Камчатке. Ключевыми объектами являются Верхне-Мутновская ГеоЭС мощностью 50 МВт и Паужетская ГеоЭС мощностью 12 МВт. В настоящее время ведется разработка новых проектов, среди которых строительство Мутновской ГеоЭС на 100 МВт и геотермальной станции в Калининградской области мощностью 50 МВт.

В последние годы геотермальная энергетика привлекает все больше внимания в связи с необходимостью снижения зависимости от традиционных углеводородных ресурсов, экологическими вызовами и поиском устойчивых решений в сфере энергетики. Развитие данной отрасли активно поддерживается в ряде стран, где осуществляется значительное финансирование исследований и инновационных разработок, направленных на

повышение эффективности использования геотермальных источников.

Россия, обладая значительным потенциалом в области возобновляемых источников энергии, также уделяет внимание альтернативным технологиям. В рамках утвержденной распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. №1523-р «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»<sup>3</sup> ключевыми направлениями развития обозначены рациональное использование природных энергетических ресурсов, переход к экологически чистым и ресурсосберегающим технологиям, а также повышение энергетической эффективности. Внедрение геотермальных источников энергии рассматривается как один из стратегических путей диверсификации энергетического баланса страны, особенно в регионах с высокой геотермальной активностью.

Ввиду вышесказанного тема настоящего исследования является актуальной и своевременной.

Объект исследования – фонд действующих, законсервированных и выработанных нефтяных скважин нефтедобывающих регионов России, рассматриваемых с точки зрения их состояния и перспектив для преобразования в геотермальные источники энергии.

Предмет исследования – потенциальные возможности и ограничения использования нефтяных скважин для развития геотермальной энергетики в регионах России.

Целью исследования является разработка методики комплексного подхода к оценке нефтяных скважин с учетом их технического состояния, уровня обводненности и геологического расположения, что позволит определить наиболее перспективные регионы, где можно будет запускать пилотные проекты для преобразования традиционных нефтедобывающих объектов в экологически чистые энергетические источники.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи, определившие структуру и логику исследования.

1. Проведен анализ структуры фонда нефтяных скважин России по их состоянию и использованию.
2. Построены интегральные индикаторы для оценки состояния и уровня использования фонда нефтяных скважин, а также выявления потен-

<sup>2</sup>Геотермальная энергетика // ГРИНИУМ. URL: <https://greenium.ru/12784/> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>3</sup>Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 года №1523-р // Правительство России. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4lgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 10.02.2025)

циала развития нефтедобычи с целью последующей дифференциации регионов.

3. Определены потенциально возможные регионы для использования находящихся на их территории нефтяных скважин в геотермальной энергетике на основе интегральных индикаторов и методов многомерного анализа.

### Обзор литературы и исследований

Развитие геотермальной энергетики как одного из ключевых направлений возобновляемой энергетики рассматривается в широком спектре исследований, как отечественных, так и зарубежных. Основные направления исследований охватывают технические, экономические и экологические аспекты, а также вопросы интеграции геотермальной энергетики в существующую инфраструктуру.

Так, в работе [1] анализируется развитие научных и инженерных концепций российской геотермальной энергетики, при этом внимание акцентируется на эволюции технологий и институциональных условий. Это исследование важно в качестве теоретической базы для понимания этапов становления и текущих вызовов отрасли в России.

Вопросы петротермальной энергетики и использования термальных ресурсов земной коры детально рассмотрены в статье [2], где описаны методы повышения эффективности эксплуатации геотермальных станций. Авторы труда [3] провели экспериментальные исследования по теплообмену в открытом петлевом теплообменнике, что позволяет адаптировать результаты к условиям переоборудования нефтяных скважин.

В статье [4] анализируются современные инженерные решения для повышения производительности геотермальных источников. В работах [5–7] представлены результаты комплексного технического и экономического анализа перспектив геотермии в России, а также опыт Германии по внедрению геотермальной энергетики.

Статьи [8–12] посвящены анализу геотермального потенциала с учетом региональных различий, в частности, особенностей Северо-Кавказского федерального округа (СКФО); также авторы рассматривают роль «зеленых» технологий в национальной экономике. Аналогичное исследование проведено в работе [13] на примере Республики Бурятия. Потенциал и опыт отдельных стран по внедрению геотермальной энергетики, включая методы эксплуатации и институциональную поддержку, а также факторы эффективности развития геотермальной энергетики, рассмотрены в исследованиях [14–18]. В работах [19, 20] уделяется внимание гидрогеотермальным системам Кавказа и вопросам управления геоэкологическими рисками.

В статьях [21, 22] авторы анализируют ключевые направления развития геотермальной энергетики и применение малых геотермальных установок для отопления частных домов.

В работе [23] подчеркивается роль геотермальных источников для энергетической независимости Дагестана. В трудах [24, 25] демонстрируется экономическая эффективность геотермальных проектов в Краснодарском крае, а также представлены экологические аспекты развития геотермальной энергетики.

Статья [26] посвящена анализу геотермии на Филиппинах и в Индонезии, демонстрируя, что эффективность климатического финансирования зависит от механизмов снижения рисков и политической поддержки на ранних стадиях.

Таким образом, анализ литературных источников подтверждает высокий интерес к тематике геотермальной энергетики и наличие проверенных научных и прикладных подходов как на национальном, так и на международном уровнях.

Ключевая проблема большинства отечественных публикаций заключается во фрагментарности подходов. Чаще всего исследования затрагивают либо технические, либо геоэкологические аспекты, тогда как комплексный подход, учитывающий всю совокупность факторов (геолого-физические параметры, экономику, инфраструктуру и нормативную базу), практически отсутствует. Кроме того, в российской научной повестке недостаточно представлены работы, касающиеся повторного использования именно нефтяных скважин, тогда как международный опыт демонстрирует высокую эффективность таких проектов при наличии поддержки на институциональном уровне.

Существует необходимость в разработке междисциплинарных инструментов, ориентированных на адаптацию успешных зарубежных решений к условиям российских регионов. Данная работа направлена на восполнение указанного пробела за счет создания системы критериев и методики предварительного отбора нефтяных скважин, пригодных для конверсии в геотермальные источники энергии.

Стоит отметить, что интерес к данной теме проявляют не только научное сообщество и эксперты в области энергетики, но и органы государственной власти и бизнес-сектор, что обусловлено необходимостью поиска альтернативных источников энергии, повышения энергетической независимости регионов и снижения углеродного следа экономики. Так, согласно «Энергетической стратегии России на период до 2035 года», подчеркивается необходимость диверсификации энергетического баланса и развития возобновляемых источников энергии. Кроме того, российские компании, такие как ПАО

«НоватЭК», активно исследуют возможности интеграции геотермальных источников энергии в свою деятельность, что свидетельствует об интересе бизнеса к снижению углеродного следа и повышению экологической устойчивости. В этом контексте проведенное исследование приобретает особую значимость, поскольку направлено на поиск решений, позволяющих рационально использовать выработанные нефтяные скважины в отдельных регионах для перевода в геотермальные источники энергии.

### Материалы и методы

В исследовании использовались данные Министерства энергетики РФ (Минэнерго), Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Федерального агентства по недропользованию (Роснедра), включающие отчеты о функционировании топливно-энергетического комплекса, Российский статистический ежегодник и государственные доклады о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов. Также были использованы материалы Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, отчеты Аналитического центра при Правительстве РФ и исследования российских ученых, посвященные вопросам энергетики, экономической динамики и геотермальных технологий. Значительное внимание уделено изучению нормативной правовой базы, включая «Энергетическую стратегию Российской Федерации на период до 2035 года».

Методология исследования основана на комплексном применении научных и статистических методов для анализа возможностей для перевода в геотермальные источники энергии нефтяных скважин. Анализ и синтез позволили систематизировать данные о состоянии фонда нефтяных скважин, их распределении по регионам и динамике изменений, а диалектический метод – выявить тенденции и факторы развития геотермальной энергетики. Для оценки территориальной дифференциации применялся системный подход, рассматривающий фонд нефтедобычи как совокупность взаимосвязанных элементов. Расчеты темпов прироста и метод размаха использовались для выявления динамики и дифференциации регионов по дебиту и структуре фонда скважин. Методы многомерного анализа обеспечили интеграцию разнородных данных и выделение типологических групп регионов с потенциалом для геотермальной трансформации. Построение интегральных индикаторов позволило провести объективную сравнительную оценку территорий и определить перспективные направления развития нефтедобывающей инфраструктуры.

Особое внимание уделялось построению динамических индикаторов для оценки эффективности использования нефтяных скважин и их готовности к преобразованию в геотермальные источники. Применение ранговых методов нормирования показателей и проведение комбинационных группировок субъектов РФ обеспечили комплексность анализа и обоснованность сделанных выводов.

### Результаты исследования

По состоянию на конец 2021 г. в России насчитывалось 454 523 нефтяных скважин, из которых 34% добывало нефть и газ, 17% было нагнетательными, по 12% относилось к контрольным и ликвидированным после эксплуатации, 9% находилось в консервации, а остальные составляли 16%. С 2014 г. фонд скважин увеличился на 21,1% (79 тыс. скважин), при этом наибольший рост отмечался в 2017 и 2021 гг. За последние два года основной прирост обеспечили контрольные скважины (+8,9 тыс. единиц).

Структура фонда изменилась: увеличилась доля контрольных (+1,35 п.п.), ликвидированных (+0,56 п.п.) и консервированных скважин (+0,23 п.п.), тогда как доля добывающих нефть и газ снизилась на 2,01%. Среди регионов лидерами по количеству скважин являются Ханты-Мансийский автономный округ (45,4%), Татарстан (13,1%) и Башкортостан (8,6%). В то же время, доля добывающих скважин в этих регионах существенно различалась: от 36,8% в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) до 43,7% в Татарстане. Максимальная доля добывающих скважин отмечалась в Ульяновской области и Красноярском крае (по 56%), в Тюменской области (53,7%).

Скважины в консервации и ожидающие ликвидации являются наиболее перспективными для перевода в геотермальные источники ввиду ряда причин. С точки зрения экономической эффективности отсутствует необходимость в расходах на бурение, геологоразведочные работы, а также ликвидацию этих скважин. Нефтяные скважины имеют детальную информацию о температуре, гидрогеологии и проницаемости пород, что упрощает оценку геотермального потенциала. Кроме того, скважины в консервации часто сохраняют основную инфраструктуру и подъездные пути, что снижает затраты на модернизацию. Перевод нефтяных скважин в консервации и ожидающих ликвидацию в геотермальные источники имеет и экологические преимущества, в частности, это снижение углеродного следа и предотвращение загрязнения<sup>4</sup>.

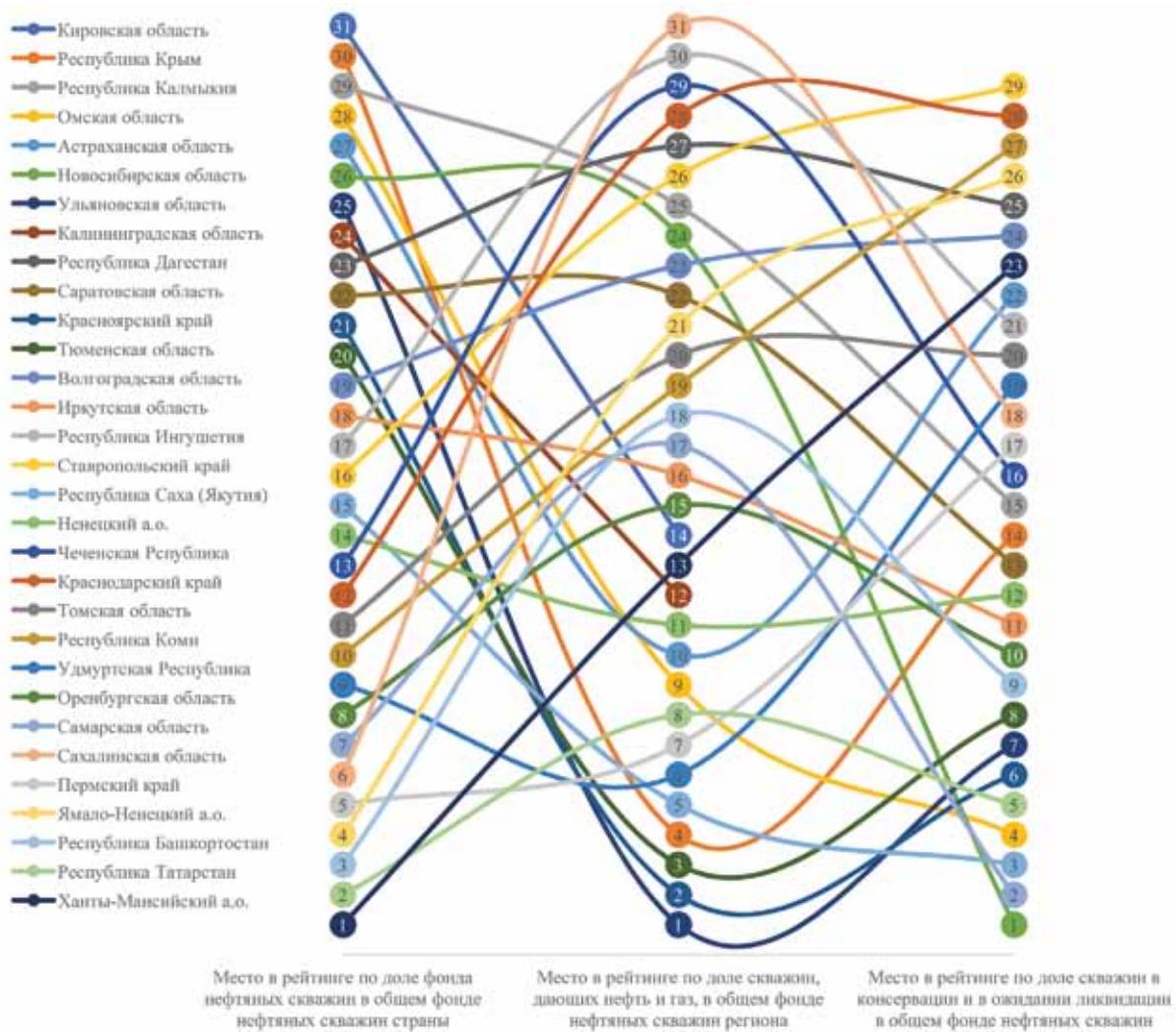
<sup>4</sup> Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Алишев М.Г., Рамазанов А.Ш., Рамазанов М.М. Освоение геотермальной энергии: монография. Издательство: Физматлит. 2022. 320 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01011122620?ysclid=marfm032eh516376537> (дата обращения: 20.01.2025)

Для повышения эффективности использования геотермальной энергии в регионах с высокой плотностью скважин в консервации и ожидающих ликвидации можно создавать кластеры геотермальных объектов. В России их значительная доля сосредоточена в Ставропольском крае (22,6%), Краснодарском крае (20,7%), Республике Коми (20,6%), Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) (17,2%) и Республике Дагестан (14,9%). Такое распределение обусловлено спецификой

месторождений и возможностями поддержания пластового давления.

На рис. 1 представлены рейтинги субъектов Российской Федерации по основным показателям состояния фонда нефтяных скважин.

В 2021 г. в России добыто 485,0 млн т нефти, что на 2% больше по сравнению с предыдущим годом, но на 7,5% меньше уровня 2019 г. Основная часть добычи пришлась на ХМАО – 214,1 млн т (44,1%



Примечание: по показателям «доля фонда нефтяных скважин в общем фонде нефтяных скважин» и «доля скважин, дающих нефть и газ» первое место в рейтинге присвоено регионам с наибольшим значением показателя, а по показателю «доля скважин в консервации и в ожидании ликвидации» – с наименьшим значением.

Разработано авторами по материалам: ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36639> (дата обращения: 24.10.2024)

**Рис. 1. Рейтинги субъектов Российской Федерации по основным показателям состояния фонда нефтяных скважин**

Developed by the authors based on materials from: EMISS. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36639> (accessed: 24.10.2024)

**Fig. 1. Rankings of the Russian Federation subjects by key indicators of the oil well fund condition**

<sup>5</sup> Фонд нефтяных скважин на конец отчетного года по состоянию скважин // ЕМИСС. URL: <https://fedstat.ru/indicator/61420> (дата обращения: 20.01.2025)

от общего объема). Вклад других регионов варьировался от 0,002% (Республика Крым) до 7,7% (ЯНАО). В большинстве регионов объем добычи нефти снизился за последние два года, за исключением Кировской (+45,6%) и Оренбургской (+0,1%) областей, ЯНАО (+5,6%) и Республики Саха (Якутия) (+21,9%). Наибольшее снижение отмечалось в Республике Калмыкия (-65,8%), Новосибирской (-44,3%) и Волгоградской (-34,6%) областях.

Средний дебит на отработанный скважино-месяц (скв.-месяц), ключевой показатель эффектив-

ности, в 2021 г. составил 280,4 т, снизившись на 1,3% (3,6 т) по сравнению с 2019 г., что свидетельствует об общей тенденции к снижению производительности. Максимальный средний дебит зафиксирован в Астраханской (9515,3 т) и Сахалинской (9341,1 т) областях, минимальный – в Республике Крым (25,4 т), Ингушетии (25,8 т) и Чечне (73,8 т). Более подробно основные характеристики среднего дебита на отработанный скв.-месяц при добыче нефти представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Средний дебит на отработанный скважино-месяц при добыче нефти по федеральным округам России в 2021 г., т/скв.-месяц**

Table 1

**Average production rate per depleted well-month in oil extraction by federal districts of Russia in 2021, tons/well-month**

Федеральный округ	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Северо-Западный	661,8	147,2	1 109,9
Южный	677,4	25,4	9 515,3
Северо-Кавказский	151,3	52,8	189,8
Приволжский	171,	115,4	441,3
Уральский	275,9	248,3	757,4
Сибирский	877,4	126,9	1 817,6
Дальневосточный	1 595,8	966,	9 341,1
<b>Россия</b>	<b>280,4</b>	<b>25,4</b>	<b>9 515,3</b>

Разработано авторами по материалам: Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году // Минприроды, Роснедра. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (дата обращения: 24.10.2024)

Developed by the authors based on materials from: State Report on the Condition and Use of Mineral Resources of the Russian Federation in 2021. Ministry of Natural Resources, Rosnedra. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (accessed: 24.10.2024)

В 2021 г., по сравнению с 2019 г., эффективность использования нефтяных скважин выросла в 13-ти субъектах Российской Федерации, среди которых Пермский край (на 1,8%), Ставропольский край (на 2,8%), Республика Коми (на 3,2%), Самарская область (на 4,5%), Ненецкий автономный округ (на 6,9%), Удмуртская Республика (на 10,4%), Республика Башкортостан (на 16,7%), Кировская область (на 31,0%), Краснодарский край (на 31,4%), Республика Крым (на 53,0%), Чеченская Республика (в 2,1 раза), Сахалинская область (в 6,5 раза).

Наибольшее снижение среднего дебита на отработанный скв.-месяц при добыче нефти отмечалось в Красноярском крае (на 40,3%), Омской (на 33,4%), Тюменской (на 26,4%), Волгоградской (на 24,3%) и Новосибирской (на 22,2%) областях.

Высокая степень дифференциации регионов по среднему дебиту на отработанный скв.-месяц при добыче нефти за 2019–2021 гг. указывает на значительные различия в эффективности эксплуатации нефтяных скважин, что имеет важное практическое значение при оценке их возможности для перевода в геотермальные источники энергии. В 2021 г. средний дебит в регионах-лидерах в 136 раз превышал аналогичный показатель в субъектах с наименьшими значениями (тогда как в 2019 г. – в 153 раза, а в 2020 г. – в 96 раз), что свидетельствует о нестабильности фонда нефтедобычи и необходимости индивидуального подхода к регионам при выборе объектов для переоборудования.

Кроме того, важным критерием оценки является уровень обводненности скважин: в 20-ти из 31 региона он превышает 80%, а в 8-ми регионах – более 90%<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>Извлечено жидкости из нефтяных скважин по категориям скважин с начало года // ЕМИСС. URL: <https://fedstat.ru/indicator/61400> (дата обращения: 20.01.2025)

В табл. 2 представлены основные характеристики обводненности нефтяных скважин и их динамика за период 2019–2021 гг.

Согласно табл. 2, во всех регионах СКФО отмечена высокая обводненность нефтяных скважин, в Чеченской Республике и Ставропольском крае

превышающая 90%. Аналогичный уровень зафиксирован в Ульяновской области и Удмуртской Республике (ПФО), Республике Калмыкия (ЮФО), Калининградской области (СЗФО) и Омской области (СФО). Обводненность выше 95% на конец 2021 г. отмечена в Ставропольском крае и Новосибирской области.

Таблица 2

**Основные характеристики обводненности нефтяных скважин и их динамика за период 2019–2021 гг.  
по федеральным округам России**

Table 2

**Key characteristics of water cut in oil wells and their dynamics for the period 2019–2021  
by federal districts of Russia**

Федеральный округ	Обводненность нефтяных скважин по состоянию на конец 2021 г., %			Изменение на конец 2021 г. относительно 2019 г.	
	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	%	п.п.
СЗФО	72,2	66,0	93,1	-2,7	-2,0
ЮФО	60,8	36,4	91,7	4,6	2,7
СКФО	94,4	84,8	95,0	0,0	0,0
ПФО	85,6	30,4	93,1	-0,7	-0,6
УФО	88,0	75,9	89,5	-0,1	-0,1
СФО	78,2	50,0	95,3	4,4	3,3
ДФО	28,9	26,1	31,8	-11,9	-3,9
<b>Россия</b>	<b>85,5</b>	<b>26,1</b>	<b>95,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>

Разработано авторами по материалам: Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году // Минприроды, Роснедра. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (дата обращения: 24.10.2024)

Developed by the authors based on materials from: State Report on the Condition and Use of Mineral Resources of the Russian Federation in 2021. Ministry of Natural Resources, Rosnedra. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (accessed: 24.10.2024)

На рис. 2 представлена динамика обводненности нефтяных скважин регионов с его высоким уровнем (более 80%) за период с конца 2019 г. по конец 2021 г.

В большинстве регионов с высокой обводненностью нефтяных скважин наблюдается отрицательная динамика, за исключением небольшого снижения показателя в Саратовской (0,5%) и Тюменской (0,1%) областях, ХМАО (0,2%), Дагестане (1,7%), Башкортостане (2,3%) и Чечне (0,3%). Обводненность скважин остается серьезной проблемой разработки месторождений, снижающей экономическую эффективность добычи нефти за счет уменьшения извлекаемых объемов и увеличения затрат на добычу и утилизацию по-путной воды.

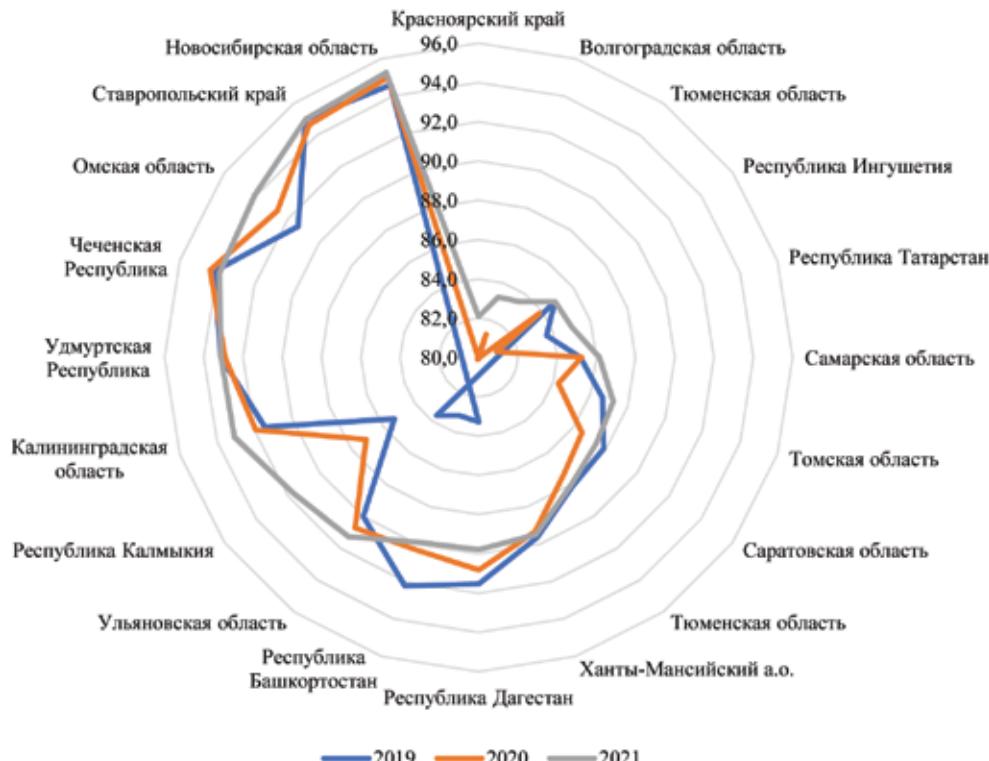
На конец 2021 г. наибольшая доля бездействующих нефтяных скважин (выше 13%) отмечена в Ставропольском крае и Дагестане (СКФО), Ненецком АО и Республике Коми (СЗФО), Волгоградской области и Крыму (ЮФО), Иркутской и

Новосибирской областях (СФО), а также Сахалинской области (ДФО) (табл. 3).

Многие нефтяные месторождения в России истощены, что снижает их экономическую эффективность, а высокая обводненность скважин дополнительно ограничивает их эксплуатацию. Однако такие скважины, при соблюдении технических условий, могут быть переоборудованы в источники геотермальной энергии, что делает их перспективными для экологичного использования. Особенно высокая обводненность отмечается в СКФО.

Анализ выявил значительную дифференциацию регионов по среднему дебету на отработанный скв.-месяц. Максимальные значения были зафиксированы в регионах ДФО, в то время как минимальные наблюдались в ЮФО и СКФО. Эти различия отражают как особенности месторождений, так и различия в подходах к эксплуатации скважин.

Региональная структура фонда нефтяных скважин и эффективность их использования существенно варьируются, что требует комплексного подхода



Разработано авторами по материалам: ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36639> (дата обращения: 24.10.2024)

Рис. 2. Динамика обводненности нефтяных скважин регионов с его высоким уровнем (более 80%) за период с 2019 по 2021 гг.

Developed by the authors based on materials from: EMISS. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36639> (accessed: 24.10.2024)

Fig. 2. Dynamics of water cut in oil wells in regions with a high level (above 80%) from 2019 to 2021

к оценке возможности их перевода в геотермальные источники. Для качественного анализа необходимо учитывать весь спектр показателей – от состояния и использования скважин до их динамики. Применение многомерного индикатора позволяет комплексно анализировать фонды нефтедобычи, включая как используемые, так и неиспользуемые скважины, а также учитывать их динамику и степень выработанности. Однако наличие законсервированных скважин и объектов с падающей эффективностью добычи само по себе не является достаточным основанием для подтверждения перспектив развития геотермальной энергетики. Все-сторонняя оценка перспектив требует не только учета количественных характеристик фонда скважин, но и анализа ключевых технических, геологических и экономических факторов, определяющих их пригодность для перевода в геотермальные источники энергии. В этом контексте многомерный индикатор играет вспомогательную роль, позволяя интегрировать доступные статистические данные и сформировать предварительную оценку потенциальных направлений переоборудования

скважин, но окончательные выводы должны основываться на более детальных исследованиях, включающих термодинамические и гидрогеологические параметры.

Выбор показателей официального статистического учета для построения индикаторов в данном исследовании обусловлен их доступностью, объективностью и репрезентативностью. Данные Минэнерго, Росстата и Роснедр обеспечивают структурированную информацию о количестве действующих, законсервированных и ликвидированных нефтяных скважин, их региональном распределении и динамике изменений, что позволяет формировать интегральные индикаторы потенциала их перевода в геотермальные источники энергии. При этом данные о технических характеристиках скважин (глубина, температура пластовых вод, уровень обводненности) в открытых источниках отсутствуют или представлены фрагментарно, что затрудняет их использование в статистическом анализе и требует дальнейшей унификации информации.

Таблица 3

## Распределение субъектов России по доле бездействующего фонда в эксплуатационном фонде

Table 3

## Distribution of Russian regions by the share of idle wells in the operational well stock

Федеральный округ	Низкая доля бездействующего фонда нефтяных скважин (до 3%)	Доля бездействующих скважин ниже медианного значения	Доля бездействующих скважин выше медианного значения	Высокая доля бездействующего фонда нефтяных скважин (выше 13%)
СЗФО	Калининградская область	-	-	Ненецкий автономный округ, Республика Коми
ЮФО	Астраханская область	Краснодарский край	Республика Калмыкия	Волгоградская область, Республика Крым
СКФО	-	Чеченская Республика	Республика Ингушетия	Ставропольский край, Республика Дагестан
ПФО	Кировская и Оренбургская области, Пермский край, Удмуртская Республика	Саратовская область, Республика Татарстан	Самарская и Ульяновская области, Республика Башкортостан	-
УФО	Тюменская область	Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО	-	-
СФО	Омская область	-	Томская область, Красноярский край	Иркутская и Новосибирская области
ДФО	-	Республика Саха (Якутия)	-	Сахалинская область

Разработано авторами по материалам: Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году // Минприроды, Роснедра. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (дата обращения: 24.10.2024)

Developed by the authors based on materials from: State Report on the Condition and Use of Mineral Resources of the Russian Federation in 2021. Ministry of Natural Resources, Rosnedra. URL: [https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга\\_ГД-2021\\_web\\_2023.01.18\\_8.pdf](https://vims-geo.ru/ru/documents/714/Книга_ГД-2021_web_2023.01.18_8.pdf) (accessed: 24.10.2024)

С учетом того, что для получения качественных выводов оценка потенциального фонда геотермальных скважин региона должна включать как аналитический «снимок» текущего состояния фонда нефтяных скважин, так и анализ общих тенденций развития нефтедобычи в регионе, типологизация субъектов РФ выполнялась с использованием таких научных методов, как метод динамического норматива, построения интегральных индикаторов синтетических латентных категорий и комбинационных группировок.

На рис. 3 представлен общий алгоритм действий для проведения типологизации субъектов РФ на основе комплексного подхода оценки потенциала геотермальной энергии нефтяных скважин регионов.

Первоначально были отобраны наиболее важные показатели, охватывающие основные аспекты состояния и использования фонда нефтяных скважин с точки зрения их перспективности для перевода в геотермальные ресурсы, что позволило сформировать компактную и при этом комплексную систему показателей.

С точки зрения динамического норматива, добыча нефти является приоритетным показателем, изменение которого характеризует общее состояние и развитие нефтедобывающей отрасли в

регионе. Рост объемов добычи свидетельствует о перспективности региона и его текущей направленности на развитие нефтяной промышленности. Напротив, снижение добычи может указывать на исчерпание потенциала региона, невозможность увеличения объемов за счет внедрения новых технологий или повышения эффективности эксплуатации действующих скважин. Исключение составляют случаи политически мотивированного ограничения добычи, такие как снижение квот в рамках соглашений ОПЕК.

Средний дебит на скв.-месяц служит индикатором эффективности эксплуатации фонда скважин. Негативная динамика среднего дебита отражает сокращение добычи и стагнацию отрасли, тогда как положительная динамика указывает на развитие региона, особенно если прирост обусловлен вводом в эксплуатацию новых скважин.

Динамика общего фонда нефтяных скважин позволяет оценить уровень зрелости отрасли в регионе. Значительный прирост фонда наблюдается в регионах, где нефтедобыча только начинается, что связано с эффектом низкой базы. Развитые регионы, продолжающие освоение новых месторождений, демонстрируют положительную, но умеренную динамику. Напротив, регионы с исчерпанными



Составлено авторами

Рис. 3. Общий алгоритм действий для проведения типологизации субъектов Российской Федерации по показателям оценки состояния и использования фонда нефтяных скважин

Compiled by the authors

Fig. 3. General algorithm of actions for typologizing the subjects of the Russian Federation based on the assessment indicators of the oil well fund condition and utilization

ресурсами характеризуются снижением общего фонда, что указывает на завершение стадии активной добычи.

Изменения количества скважин в консервации и ожидающих ликвидации показывают степень выработки эксплуатационного фонда. Увеличение этих категорий указывает на завершение добычи нефти в регионе. В регионах с низкой или отрицательной динамикой в этой категории добыча, как правило, осуществляется на недавно введенных в эксплуатацию скважинах.

Интегральный динамический индикатор, основанный на методе динамического норматива, обеспечивает многомерную оценку эффективности динамики показателей, учитывая их взаимосвязь и согласованное развитие. Данный подход позволяет объективно оценивать состояние и перспективы региона для перевода нефтяных скважин в геотермальные источники энергии, интегрируя ключевые параметры отрасли.

Для анализа использовалась динамика показателей за двухлетний период (конец 2019 – конец 2021 гг.), что позволило учесть устойчивые тенденции, исключая влияние случайных факторов внутри года, и сохранить актуальность данных в рамках сравнительно короткого временного интервала.

С учетом логики эффективного функционирования фонда нефтяных скважин каждому показателю были присвоены нормативные ранги и установлены целевые ориентиры (табл. 4).

На основе официальных статистических данных каждому субъекту РФ по динамике значений показателей интегрального динамического индикатора были присвоены фактические ранги и рассчитан интегральный индикатор.

Присвоение фактических рангов осуществлялось на основе сравнения значений каждого показателя с установленными целевыми ориентирами, определяющими пригодность нефтяных скважин для трансформации в геотермальные источники энергии. Показатели ранжировались по степени соответствия оптимальным условиям: максимальный ранг присваивался объектам, полностью соответствующим целевым критериям, средний – при допустимых отклонениях, минимальный – при значительном расхождении с заданными параметрами. В случаях, когда фактический показатель не удовлетворял целевым требованиям, объекту присваивался низший ранг, указывающий на его ограниченную или низкую перспективность для геотермального использования. Такой подход обеспечил интеграцию разнородных данных и позволил провести объективную сравнительную оценку регио-

Таблица 4

**Нормативные ранги и целевые ориентиры показателей интегрального динамического индикатора оценки потенциала развития нефтедобычи**

Table 4

**Normative ranks and target benchmarks of the integral dynamic indicator for assessing the ability to develop oil production**

Показатель	Нормативный ранг	Целевой ориентир
Добыча нефти (т)	1	Увеличение: темпы роста добычи нефти должны превышать темпы роста других показателей
Средний дебит на отработанный скважино-месяц (мес.)	2	Увеличение: темпы роста среднего дебита на скважино-месяц должны опережать темпы роста общего фонда нефтяных скважин
Общий фонд нефтяных скважин (ед.)	3	Увеличение: темпы роста общего фонда нефтяных скважин должны превышать темпы роста фонда скважин в консервации и ожидающих ликвидации
Фонд скважин в консервации и ожидающих ликвидации (ед.)	4	Снижение: темпы роста скважин в консервации и ожидающих ликвидации должны быть ниже темпов роста других показателей

Составлено авторами

Compiled by the authors

нальных фондов нефтяных скважин с точки зрения их потенциального перевода в геотермальные источники энергии.

Значения интегрального динамического индикатора были рассчитаны по отклонениям, отражающим объемную сторону движения эффективности функционирования системы, с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$K_{\text{откл}} = 1 - \frac{6 \times \sum_{i=1}^n y_i^2}{n(n^2-1)}, \quad (1)$$

где:  $y_i$  – разность между местом  $i$ -го показателя в нормативном ряду и его рангом в фактическом ряду  $r_i$ ;  $n$  – число показателей, включенных в систему.

Коэффициент Спирмена дает оценку приближения фактического рангового ряда к нормативному в интервале от +1 до -1 при их полной разнонаправленности. Близость значения к +1 свидетельствует о высокой эффективности нефтедобычи в данном регионе. В связи с этим все нефтедобывающие субъекты Российской Федерации целесообразно разделить на 4 основные группы по интегральному динамическому индикатору:

- 1) группа с повышением эффективности использования фонда нефтяных скважин (при значении интегрального динамического индикатора от +0,5 до +1,0);
- 2) группа со стабильно эффективным использованием нефтяных скважин (при значении интегрального динамического индикатора от 0 до +0,5);
- 3) группа со снижением эффективности использования фонда нефтяных скважин (при значении

интегрального динамического индикатора от -0,5 до 0);

- 4) группа с опережающим снижением эффективности использования фонда нефтяных скважин (с увеличением фонда нефтяных скважин, потенциально пригодного для перевода в геотермальные) (при значении интегрального динамического индикатора от -0,5 до -1,0).

Для получения моментного «снимка» состояния и использования фонда нефтяных скважин использовался метод построения интегральных индикаторов синтетических латентных категорий по относительным показателям приведенной выше системы (с целью нивелирования влияния скрытых факторов):

- 1) доля скважин в консервации и в ожидании ликвидации;
- 2) доля скважин, дающих нефть и газ, в общем объеме нефтяных скважин;
- 3) средний дебит на отработанный скв.-месяц при добыче нефти.

Выбор этих показателей обусловлен их значимостью для оценки состояния и использования фонда нефтяных скважин с точки зрения потенциала развития геотермальной энергетики, отсутствием явно выраженной мультиколлинеарности (как в случае с обводненностью скважин) и доступностью открытых официальных данных. В связи с этим в систему оценки не введены такие показатели как обводненность скважин, глубины залегания, остаточный тепловой потенциал, доступ к инженерной инфраструктуре и др. При этом следует отметить, что это может являться перспективным направлением продолжения исследования в части разработки

методологии учета данных факторов в системе классификации.

Нормирование отобранных показателей осуществлялось максиминным методом согласно следующим формулам.

1. Для показателей, большее значение которых способствует более высокой оценке интегрального индикатора:

$$\bar{X} = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}. \quad (2)$$

Для показателей, большее значение которых способствует более низкой оценке интегрального индикатора:

$$\bar{X} = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (3)$$

где:  $x_i$  – значение показателя по субъекту РФ;  $x_{\min}$  – минимальное значение показателя среди регионов РФ;  $x_{\max}$  – максимальное значение показателя среди регионов РФ.

После проведения процедуры нормирования значений показателей производится расчет индикатора

методом суммирования нормированных значений.

Совокупность данных показателей отражает состояние и использование фонда нефтяных скважин региона по состоянию на 2021 г. Низкое значение интегрального индикатора свидетельствует о высоком потенциале развития геотермальной энергетики на базе фонда нефтяных скважин региона, то есть показывает уровень готовности региона к переводу нефтяных скважин в геотермальные.

На основе анализа интегрального индикатора состояния и использования фонда нефтяных скважин регионы были также распределены на 4 квартильные группы по уровню эффективности использования фонда нефтяных скважин для нефтедобычи и готовности к переводу скважин в геотермальные (эффективная нефтедобыча, умеренная нефтедобыча, эффективность нефтедобычи ниже средней и низкая эффективность нефтедобычи).

В табл. 5 приведен результат комбинационной группировки субъектов Российской Федерации по значениям разработанных и рассчитанных интегральных индикаторов.

Таблица 5

Комбинационная группировка регионов России по динамическому нормативу и интегральному индикатору с целью определения дифференциации регионов

Table 5

Combinational grouping of Russian regions according to a dynamic standard and an integral indicator in order to determine the differentiation of regions

Группы по интегральному динамическому индикатору оценки эффективности использования нефтяных скважин	Группы по интегральному индикатору состояния и использования фонда нефтяных скважин			
	Низкая эффективность нефтедобычи	Эффективность нефтедобычи ниже средней	Умеренная нефтедобыча	Эффективная нефтедобыча
Опережающее снижение эффективности использования фонда нефтяных скважин (увеличение фонда нефтяных скважин, потенциально пригодного для перевода в геотермальные)	Республики Коми, Дагестан, Ингушетия и Чеченская; Волгоградская область	Удмуртская Республика; Пермский край; Ханты-Мансийский АО	Архангельская, Иркутская и Оренбургская области; Ненецкий АО	Республика Татарстан; Астраханская, Калининградская, Тюменская и Ульяновская области; Красноярский край
Снижение эффективности использования фонда нефтяных скважин	Ставропольский край	Томская область; Республика Башкортостан	Самарская область	---
Стабильно эффективное использование нефтяных скважин	Ямало-Ненецкий АО	Республика Калмыкия; Новосибирская и Саратовская области	Омская и Сахалинская области	Республики Крым и Саха (Якутия)
Повышение эффективности использования фонда нефтяных скважин	Краснодарский край	---	Кировская область	---

Составлено авторами

Compiled by the authors

На основании проведенного анализа установлено, что в 2021 г. наиболее эффективно фонд нефтяных скважин использовался в Республиках Крым, Татарстан и Саха (Якутия), а также в Астраханской,

Калининградской, Тюменской и Ульяновской областях и Красноярском крае. При этом умеренно позитивная динамика наблюдалась только в двух регионах – Республиках Крым и Саха (Якутия). Ди-

намика остальных субъектов свидетельствует о наличии значительного потенциала для развития геотермальной энергетики на базе фонда нефтяных скважин, однако он в большей степени относится к долгосрочной перспективе, учитывая текущую эффективность их использования для добычи нефти.

Регионами с наибольшим потенциалом для развития геотермальной энергетики в краткосрочной перспективе являются субъекты Северо-Кавказского федерального округа (Республики Дагестан и Ингушетия, Чеченская Республика и Ставропольский край), а также Волгоградская область и Республика Коми. Эти регионы характеризуются высокой степенью выработанности нефтяных ресурсов и наличием значительного числа скважин, находящихся в консервации или ожидающих ликвидации, что делает их перспективными для переоборудования в геотермальные источники энергии.

В регионах с высокой концентрацией выработанных нефтяных скважин реализация проектов по их переводу в геотермальные источники может способствовать восстановлению экономической активности за счет привлечения инвестиций в «зеленую» энергетику и создания новых рабочих мест. В совокупности это формирует устойчивые предпосылки для диверсификации экономики депрессивных нефтедобывающих территорий.

Таким образом, дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на комплексном анализе фонда нефтяных скважин субъектов СКФО. Данный округ обладает наибольшим потенциалом для развития геотермальной энергетики в краткосрочной перспективе, что обусловлено высоким уровнем выработанности нефтяных месторождений и готовностью регионов к прекращению эксплуатации скважин для традиционной нефтедобычи.

### Выводы

Проведенный анализ позволил выявить перспективные регионы России для трансформации нефтяных скважин в геотермальные источники энергии, что является необходимым условием для диверсификации региональных энергосистем и повышения их экологической устойчивости. Приоритетными территориями для апробации пилотных проектов признаны субъекты СКФО, которые обладают наиболее благоприятными техническими и геологическими условиями, а также высокой концентрацией выработанных и законсервированных скважин.

Предложенная методика оценки готовности территорий к геотермальной трансформации, учитывая уровень выработанности скважин, обводненность пластов и динамику дебита, создает основу для принятия обоснованных управлеченческих решений, направленных на рациональное использование уже существующих инфраструк-

турных объектов, сокращение затрат на освоение новых энергетических мощностей и снижение экологических рисков.

Логика проведенного исследования сводилась к поиску таких индикаторов, которые, с одной стороны, отвечают требованиям экономической и экологической выгоды от перевода нефтяных скважин в геотермальные источники энергии, с другой стороны, находятся в открытом доступе. При этом было важно не усложнять интегральную оценку чрезмерным количеством данных. Предложенный подход был протестирован на региональном уровне с использованием открытых официальных статистических данных за 2021 г., что обеспечило объективность и возможность практического применения результатов исследования.

Выполненный анализ показал, что в краткосрочной перспективе наиболее подходящими территориями для развития геотермальной энергетики на базе фонда нефтяных скважин являются регионы СКФО, где наблюдаются высокая степень выработанности нефтяных ресурсов, наличие значительного числа законсервированных и ожидающих ликвидации скважин и благоприятные геотермальные условия: средний тепловой градиент достигает 25–30°C/км (по данным геологических служб). Внедрение пилотных проектов в первую очередь в эти регионы позволит протестировать эффективность технологий, отработать механизмы регулирования и финансирования, а также определить оптимальные технические решения для масштабного внедрения геотермальной энергетики.

Для повышения эффективности дальнейших исследований по оценке перспектив перевода нефтяных скважин в геотермальные источники рекомендуется разработка более детализированной системы оценки фонда скважин, включающей технические и экономические параметры. Однако существующие ограничения, связанные с коммерческой тайной и фрагментарностью данных, требуют использования альтернативных источников информации, таких как сейсмические отчеты, данные бурения и тепловые карты.

Несмотря на высокую экономическую и экологическую целесообразность переоборудования нефтяных скважин по сравнению с их ликвидацией, успешная реализация проектов потребует привлечения дополнительных финансовых ресурсов. В этой связи необходима разработка государственных программ поддержки, включая субсидирование, предоставление льготных кредитов и стимулирование государственно-частного партнерства для повышения инвестиционной привлекательности.

Таким образом, реализуемость проектов по трансформации нефтяных скважин в геотер-

мальные объекты подтверждается не только техническими параметрами, но и потенциальной экономической эффективностью. Сокращение затрат на инфраструктуру, снижение расходов на ликвидацию и возможность привлечения инвестиций в возобновляемую энергетику создают благоприятные условия для практической реализации пилотных проектов.

Результаты представленного исследования могут быть использованы Министерством энергетики и другими профильными ведомствами для разработки дорожных карт развития геотермальной энергетики, нефтегазовыми компаниями для оптимизации использования инфраструктуры, а также потенциальными инвесторами и фондами «зеленой» энергетики в целях диверсификации энергетического бизнеса и снижения углеродного следа.

### Список источников

1. Бутузов В.А. Российская геотермальная энергетика: анализ столетнего развития научных и инженерных концепций // Окружающая среда и энерговедение. 2019. № 3(3). С. 4–21. EDN: <https://elibrary.ru/xhriki.https://doi.org/10.5281/zenodo.3539089>
2. Алексеенко С.В., Бородулин В.Ю., Гнатусь Н.А., Низовцев М.И., Смирнова Н.Н. Проблемы и перспективы развития петротермальной энергетики (обзор) // Теплофизика и аэромеханика. 2016. Т. 23. № 1. С. 1–16. EDN: <https://elibrary.ru/vlscqv>
3. Bu X, Jiang K, Li H, Ma F, Wang L. Experimental study on convective heat transfer of an open-loop borehole heat exchanger // Geotherm Energy. 2023. Vol. 11. P. 8. <https://doi.org/10.1186/s40517-023-00254-6>
4. Какушина Е.Г. Инновационные методы генерирования и преобразования энергии // Энергетические установки и технологии. 2023. Т. 9. № 3. С. 54–57. EDN: <https://elibrary.ru/ikacd2>
5. Соловьев Б.А., Бодылев А.С., Павлов А.Д., Каекбирдина И.Д. Анализ перспектив развития геотермальной энергетики // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2023. Т. 19. № 1. С. 117–124. EDN: <https://elibrary.ru/vredlk.https://doi.org/10.17122/1999-5458-2023-19-1-117-124>
6. Бутузов В.А. Современная геотермальная энергетика Германии // Энергохозяйство за рубежом. 2021. № 3(316). С. 15–20. EDN: <https://elibrary.ru/fdxccz>
7. Бутузов В.А. Современная российская возобновляемая энергетика // Энергия: экономика, техника, экология. 2022. № 3. С. 52–63. EDN: <https://elibrary.ru/qqlwzi.https://doi.org/10.7868/S0233361922030090>
8. Шулупин А.Н., Чермошенцева А.А. Современные тенденции в освоении геотермальных ресурсов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2022. № 1. С. 165–176. EDN: <https://elibrary.ru/fwmxvg.https://doi.org/10.46689/2218-5194-2022-1-1-165-176>
9. Мантаева Э.И., Голденова В.С., Слободчикова И.В. «Зеленые» технологии как фактор устойчивого развития национальной экономики // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 230. № 4. С. 423–430. EDN: <https://elibrary.ru/rwdyvb.https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-423-430>
10. Дзюба А.П., Конопелько Д.В. Обзор мировых и отечественных научных исследований в области использования электрических систем централизованного теплоснабжения // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2024. № 3. С. 191–203. EDN: [https://elibrary.ru/vjbbzp.https://doi.org/10.52210/2224669X\\_2024\\_3\\_191](https://elibrary.ru/vjbbzp.https://doi.org/10.52210/2224669X_2024_3_191)
11. Алхасов А.Б. Перспективы освоения геотермальных ресурсов Северо-Кавказского региона // Энергия: экономика, техника, экология. 2022. № 4. С. 50–63. EDN: <https://elibrary.ru/qkgkir.https://doi.org/10.7868/S0233361922040085>
12. Шулупин А.Н. Геотермальные ресурсы: основные понятия и современные тенденции освоения // Горный журнал. 2024. № 6. С. 33–37. EDN: <https://elibrary.ru/xfdzkv.https://doi.org/10.17580/gzh.2024.06.05>
13. Бадмаев А.Г. О возможности развития геотермальной энергетики Республики Бурятия // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2023. № 2(254). С. 62–65. EDN: <https://elibrary.ru/omkqfb>
14. Batir J., Richards M. Determining geothermal resources in three Texas counties // Texas Water Journal. 2022. Vol. 13. Iss. 1. P. 27–44. <https://doi.org/10.21423/twj.v13i1.7130>

15. *Li Yu., Zhang Yu., Zhang X., Zhao J., Huang Yu., Wang Zh., Yi Yu.* Distribution of geothermal resources in Eryuan County based on entropy weight TOPSIS and AHP–TOPSIS methods // *Natural Gas Industry B.* 2024. Vol. 11. Iss. 2. P. 213–226. EDN: <https://elibrary.ru/djqizf>. <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2024.03.002>
16. *Frick M., Kranz S., Norden B., Bruhn D., Fuchs S.* Geothermal resources and ATES potential of mesozoic reservoirs in the North German basin // *Energies.* 2022. Vol. 15. Iss. 6. P. 1980. <http://dx.doi.org/10.3390/en15061980>
17. *Cai M., Duo Ji., Chen X., Mao J., Tang C., Liu Zh., Ji H., Ren F., Guo Q., Li P.* Development strategy for co-mining of the deep mineral and geothermal resources // *Chinese Journal of Engineering Science.* 2021. Vol. 23. Iss. 6. P. 43. <http://dx.doi.org/10.15302/J-SSCAE-2021.06.006>
18. *Nádor A., Lenkey A.* Geothermal resources of Hungary: a play-based review // *Geological Society Special Publication.* 2025. Vol. 555. Iss. 1. <https://www.lyellcollection.org/doi/10.1144/SP555-2024-43>
19. *Свалова В.Б.* Геотермальная энергетика в России и мире и гидрогеотермальные системы Кавказа // *Мониторинг. Наука и технологии.* 2022. № 2(52). С. 6–16. EDN: <https://elibrary.ru/wmudcn>. <https://doi.org/10.25714/MNT.2022.52.001>
20. *Свалова В.Б.* Управление геоэкологическим риском и проблемы устойчивого развития горных территорий // *Геология и геофизика Юга России.* 2022. Т. 1. № 12. С. 129–147. EDN: <https://elibrary.ru/rbrpen>. <https://doi.org/10.46698/VNC.2022.48.61.010>
21. *Томаров Г.В., Шипков А.А.* Краткий обзор современного состояния и тенденций развития геотермальной энергетики // *Теплоэнергетика.* 2023. № 2. С. 37–46. EDN: <https://elibrary.ru/fevekg>. <https://doi.org/10.56304/S004036362302008X>
22. *Сафин М.А., Идрисова Г.Ф.* Применение установки получения геотермальной энергии для отопления частных домов с целью развития зеленой энергетики // *Инженерный вестник Дона.* 2023. № 1(97). С. 27–34. EDN: <https://www.elibrary.ru/thmjxm>
23. *Аликеримова Т.Д., Ниналалов С.А.* Перспективы развития геотермальной энергетики в Республике Дагестан // *Окружающая среда и энерговедение.* 2021. № 1(9). С. 4–9. EDN: <https://www.elibrary.ru/wpkkut>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4662736>
24. *Омаров Э.Э., Хасанова С.С., Магомедова М.А.* Экономическая эффективность инвестиционного проекта на базе геотермальной энергетики в Краснодарском крае // *Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы.* 2023. № 5. С. 150–155. EDN: <https://www.elibrary.ru/kquwwr>. [https://doi.org/10.47576/2411-9520\\_2023\\_5\\_150](https://doi.org/10.47576/2411-9520_2023_5_150)
25. *Светличная Т.В.* Геоэкологические аспекты геотермальной энергетики // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.* 2025. № 1(322). С. 41–49. EDN: <https://www.elibrary.ru/zhbtkn>
26. *Chelminski K.* Climate finance effectiveness: a comparative analysis of geothermal development in Indonesia and the Philippines // *The Journal of Environment and Development.* 2022. Vol. 31. Iss. 2. P. 139–167. <https://doi.org/10.1177/10704965211070034>

Статья поступила в редакцию 03.02.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 10.06.2025

**Об авторах:**

**Кузнецов Николай Владимирович**, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент кафедры финансы и кредит; SPIN-код: 9333-7842, Researcher ID: I-6643-2013, Scopus ID: 55776382200

**Першина Татьяна Алексеевна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры статистики; SPIN-код: 9665-5302, Scopus ID: 57219366329

**Паршинцева Лидия Сергеевна**, кандидат экономических наук; доцент, доцент кафедры статистики; SPIN-код: 8930-5467

**Вклад авторов:**

Кузнецов Н. В. – научное руководство, обеспечение ресурсами.

Першина Т. А. – проведение критического анализа материалов, обработка данных, формирование выводов.

Паршинцева Л. С. – формирование массива исходных данных, расчет интегральных показателей.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Butuzov V.A. Russian geothermal energy: analysis of hundred development of scientific and engineering concepts. *Journal of Environment Earth and Energy Study*. 2019; (3(3)):4–21. EDN: <https://elibrary.ru/xhriki.https://doi.org/10.5281/zenodo.3539089> (In Russ.)
2. Alekseenko S.V., Borodulin V.Y., Nizovtsev M.I., Gnatus N.A., Smirnova N.N. Problems and outlooks for petrothermal power engineering (review). *Thermophysics and Aeromechanics*. 2016; 23(1):1–16. EDN: <https://elibrary.ru/wtbeqh.https://doi.org/10.1134/S0869864316010017> (In Eng.)
3. Bu X., Jiang K., Li H., Ma F., Wang L. Experimental study on convective heat transfer of an open-loop borehole heat exchanger. *Geotherm Energy*. 2023; 11:8. <https://doi.org/10.1186/s40517-023-00254-6> (In Eng.)
4. Kakushina E.G. Innovative methods of generating and converting energy. *Energy Installations and Technologies*. 2023; 9(3):54–57. EDN: <https://elibrary.ru/ikacd> (In Russ.)
5. Solovev B.A., Bodylev A.S., Pavlov A.D., Kaekbirdina I.D. Analysis of geothermal power engineering and development prospects. *Electrical and Data Processing Facilities and Systems*. 2023; 19(1):117–124. EDN: <https://elibrary.ru/vredlk.https://doi.org/10.17122/1999-5458-2023-19-1-117-124> (In Russ.)
6. Butuzov V.A. Modern geothermal energy in Germany. *Energy Management Abroad*. 2021; (3(316)):15–20. EDN: <https://elibrary.ru/fdxxcz> (In Russ.)
7. Butuzov V.A. Modern Russian Renewable Energy. *Energiia: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. 2022; (3):52–63. EDN: <https://elibrary.ru/qqlwzi.https://doi.org/10.7868/S0233361922030090> (In Russ.)
8. Shulyupin A.N., Chermoshentseva A.A. Current trends in the development of geothermal resources. *Izvestiya Tula State University. Earth Sciences*. 2022; (1):165–176. EDN: <https://elibrary.ru/fwmxvg.https://doi.org/10.46689/2218-5194-2022-1-1-165-176> (In Russ.)
9. Mantaeva E.I., Goldenova V.S., Slobodchikova I.V. "Green" technologies as a factor in the sustainable development of the national economy. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2021; 230(4):423–430. EDN: <https://elibrary.ru/rwdyyb.https://doi.org/10.38197/2072-2060-2021-230-4-423-430> (In Russ.)
10. Dzyuba A.P., Konopelko D.V. Overview of world and domestic scientific research in the field of the use of electric district heating systems. *Herald of the Moscow university of finances and law MFUA*. 2024; (3):191–203. EDN: [https://elibrary.ru/vjbbzp.https://doi.org/10.52210/2224669X\\_2024\\_3\\_191](https://elibrary.ru/vjbbzp.https://doi.org/10.52210/2224669X_2024_3_191) (In Russ.)
11. Alkhasov A.B. Prospects for geothermal resource development in the North Caucasus region. *Energiia: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. 2022; (4):50–63. EDN: <https://elibrary.ru/qkgkir.https://doi.org/10.7868/S0233361922040085> (In Russ.)
12. Shulyupin A.N. Geothermal resources: basic concepts and recent development trends. *Gornyi Zhurnal*. 2024; (6):33–37. EDN: <https://elibrary.ru/xfdzkv.https://doi.org/10.17580/gzh.2024.06.05> (In Russ.)
13. Badmaev A.G. On the possibility of geothermal energy developing in the Republic of Buryatia. *Plumbing, Heating, Air-Conditioning*. 2023; (2(254)):62–65. EDN: <https://elibrary.ru/omkqfb> (In Russ.)
14. Batir J., Richards M. Determining geothermal resources in three Texas counties. *Texas Water Journal*. 2022; 13(1):27–44. <https://doi.org/10.21423/twj.v13i1.7130> (In Eng.)
15. Li Yu., Zhang Yu., Zhang X., Zhao J., Huang Yu., Wang Zh., Yi Yu. Distribution of geothermal resources in Eryuan County based on entropy weight TOPSIS and AHP–TOPSIS methods. *Natural Gas Industry B*. 2024; 11(2):213–226. EDN: <https://elibrary.ru/djqqzf.https://doi.org/10.1016/j.ngib.2024.03.002> (In Eng.)
16. Frick M., Kranz S., Norden B., Bruhn D., Fuchs S. Geothermal resources and ATES potential of mesozoic reservoirs in the North German basin. *Energies*. 2022; 15(6):1980. <http://dx.doi.org/10.3390/en15061980> (In Eng.)
17. Cai M., Duo Ji., Chen X., Mao J., Tang C., Liu Zh., Ji H., Ren F., Guo Q., Li P. Development strategy for co-mining of the deep mineral and geothermal resources. *Chinese Journal of Engineering Science*. 2021; 23(6):43. <http://dx.doi.org/10.15302/J-SSCAE-2021.06.006> (In Eng.)
18. Nádor A., Lenkey A. Geothermal resources of Hungary: a play-based review. *Geological Society Special Publication*. 2025; 555(1). <https://www.lyellcollection.org/doi/10.1144/SP555-2024-43> (In Eng.)

19. Svalova V.B. Geothermal energy in Russia and in the world and hydrogeothermal systems of the Caucasus. *Monitoring. Science and Technologies*. 2022; (2(52)):6–16. EDN: <https://elibrary.ru/wmudcn>. <https://doi.org/10.25714/MNT.2022.52.001> (In Russ.)
20. Svalova V.B. Geoecological risk management and problems of sustainable development of mountain territories. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2022; 12(1):129–147. EDN: <https://elibrary.ru/rbrpen>. <https://doi.org/10.46698/VNC.2022.48.61.010> (In Russ.)
21. Tomarov G.V., Shipkov A.A. Brief review of the current status and trends in the development of geothermal energy. *Thermal Engineering*. 2023; (2):37–46. EDN: <https://elibrary.ru/fevekg>. <https://doi.org/10.56304/S004036362302008X> (In Russ.)
22. Safin M.A., Idrisova G.F. The use of a geothermal energy installation for heating private houses in order to develop green energy. *Engineering journal of Don*. 2023; (1(97)):27–34. EDN: <https://www.elibrary.ru/thmjxm> (In Russ.)
23. Alikerimova T.D., Ninalalov S.A. Prospects for development of geothermal energy in the Republic of Dagestan. *Journal of Environment Earth and Energy Study*. 2021; (1(9)):4–9. EDN: <https://www.elibrary.ru/wpkut>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4662736> (In Russ.)
24. Omarov Z.Z., Khasanova S.S., Magomedova M.A. Economic efficiency of an investment project based on geothermal energy in the Krasnodar region. *Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts*. 2023; (5):150–155. EDN: <https://www.elibrary.ru/kquwwr>. [https://doi.org/10.47576/2411-9520\\_2023\\_5\\_150](https://doi.org/10.47576/2411-9520_2023_5_150) (In Russ.)
25. Svetlichnaya T.V. Geothermal energy: geoecological aspect. *Environmental Protection in Oil and Gas Complex*. 2025; (1(322)):41–49. EDN: <https://www.elibrary.ru/zhbtkn> (In Russ.)
26. Chelminski K. Climate finance effectiveness: a comparative analysis of geothermal development in Indonesia and the Philippines. *The Journal of Environment and Development*. 2022; 31(2):139–167. <https://doi.org/10.1177/10704965211070034> (In Eng.)

The article was submitted 03.02.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 10.06.2025

*About the authors:*

**Nikolay V. Kuznetsov**, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of Finance and Credit; SPIN: 9333-7842, Researcher ID: I-6643-2013, Scopus ID: 55776382200

**Tatyana A. Pershina**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Statistics; SPIN: 9665-5302, Scopus ID: 57219366329

**Lidiya S. Parshintseva**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor; Associate Professor at the Department of Statistics; SPIN: 8930-5467

*Contribution of the Authors:*

Kuznetsov N. V. – scientific guidance, provision of resources.

Pershina T. A. – conducting a critical analysis of materials, data processing, and formulation of conclusions.

Parshintseva L. S. – data set formation, calculation of integral indicators.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

Научная статья

УДК 336.74(045)

JEL: E42, E44, G15

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.470-487>

## Трансграничная платежная инфраструктура на основе технологий распределенного и централизованного реестров

Акулинкин Станислав Сергеевич<sup>1</sup><sup>1</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; Москва, Россия<sup>1</sup>akulinkin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9052-6492>

### Аннотация

**Цель.** Создать методическую основу выбора оптимальной технологии для формирования трансграничной платежной инфраструктуры по критерию децентрализации ключевых субъектов финансовой системы.

**Методы.** Структурный анализ объектов, системный подход, сервисный подход, метод структурно-матричного анализа понятий, метод исследования от общего к частному, метод сравнительного анализа.

**Результаты работы.** Платежные институты и инфраструктура отнесены к основным факторам влияния на качественные и количественные характеристики трансграничных платежей. Улучшение таких характеристик можно осуществить путем формирования трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра, позволяющей внедрить более равноправные отношения между ее пользователями. К особенностям трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра относятся механизмы формирования, использования, поддержания тождественности и защиты процессов, объектов и данных, обеспечивающие ей требуемый функционал. В результате сравнительного анализа с системами централизованной обработки данных, показаны преимущества использования технологии распределенного реестра для формирования трансграничной платежной инфраструктуры. Определены признаки трансграничности платежа через разбиение платежа на фрагменты и выделение пар субъектов платежа, находящихся в разных юрисдикциях. Установлено, что ряд субъектов трансграничного платежа может находиться вне платежного пространства и при определенных обстоятельствах не выполнять свой функционал. Предложены числовые показатели уровня зависимости трансграничного платежа от действий субъектов, находящихся вне платежного пространства. Построена модель децентрализованной трансграничной платежной инфраструктуры, содержащая один структурный уровень и интегрированный платежный токен.

**Выводы.** Предложенная модель может быть использована в качестве методического фундамента для практической реализации задачи формирования трансграничной платежной инфраструктуры, обладающей достаточным уровнем децентрализации ключевых субъектов, отвечающей потребностям экономических агентов в осуществлении трансграничных платежей и имеющей долгосрочные перспективы развития.

**Ключевые слова:** трансграничная платежная инфраструктура, распределенный реестр, платежное пространство, технология централизованного реестра, платежный токен, децентрализованные финансы, признаки трансграничности платежа

**Благодарность.** Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Акулинкин С. С. Трансграничная платежная инфраструктура на основе технологий распределенного и централизованного реестров // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 470–487

EDN: <https://elibrary.ru/pmnzuf>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.470-487>

© Акулинкин С. С., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Cross-border payment infrastructure based on distributed and centralized ledger technologies

Stanislav S. Akulinkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation; Moscow, Russia

<sup>1</sup> akulinkin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9052-6492>

### Abstract

**Purpose:** to develop a methodological framework for selecting the optimal technology for building cross-border payment infrastructure based on the criterion of decentralization of key financial system actors.

**Methods:** structural analysis of objects, a systems approach, a service approach, a method of structural-matrix analysis of concepts, a research method from general to specific, a comparative analysis method.

**Results:** payment institutions and infrastructure are classified as the main factors influencing the qualitative and quantitative characteristics of cross-border payments. Such characteristics can be improved by forming a cross-border payment infrastructure based on distributed ledger technology, which allows for more equal relations between its users. The features of a cross-border payment infrastructure based on distributed ledger technology include mechanisms for forming, using, maintaining identity and protecting processes, objects and data, which provide it with the required functionality. A comparative analysis with centralized data processing systems shows the advantages of using distributed ledger technology to form a cross-border payment infrastructure. The signs of a payment's cross-border nature are determined by splitting the payment into fragments and identifying pairs of payment subjects located in different jurisdictions. It has been established that a number of cross-border payment subjects may be located outside the payment space and, under certain circumstances, fail to perform their functionality. Numerical indicators of the level of a cross-border payment dependence on the actions of entities outside the payment space are proposed. A model of a decentralized cross-border payment infrastructure is constructed, containing one structural level and an integrated payment token.

**Conclusions and Relevance:** the proposed model can serve as a methodological foundation for the practical implementation of the task of developing cross-border payment infrastructure that ensures a sufficient level of key actors decentralization, meets the needs of economic agents in conducting cross-border payments, and possesses long-term development potential.

**Keywords:** cross-border payment infrastructure, distributed ledger, payment space, centralized ledger technology, payment token, decentralized finance, signs of cross-border payment

**Acknowledgments.** The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under the state assignment of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

**Conflict of Interest.** The author declares that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Akulinkin S. S. Cross-border payment infrastructure based on distributed and centralized ledger technologies. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):470–487. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/pmnzuf>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.470-487>

© Akulinkin S. S., 2025

### Введение

В настоящее время в экономике проявляется растущий спрос на бесперебойное осуществление трансграничных платежей со стороны экономических субъектов. Традиционные способы таких расчетов последовательно утрачивают требуемые характеристики скорости, прозрачности, доступности, стоимости и надежности. Актуальность исследования обусловлена отсутствием системного решения этой проблемы и устойчивым ростом потребности участников внешнеэкономической деятельности в новых системах трансграничных платежей, удовлетворяющих приведенным критериям.

В то же время, в финансовом секторе активно внедряются инновации, инспирированные новы-

ми технологиями обработки данных, в частности, распределенными реестрами. Бурно развивается децентрализация финансовых услуг с применением блокчейнов и смарт-контрактов. Растущие возможности практического использования алгоритмизации роли финансовых посредников с сопутствующей токенизацией платежных инструментов выдвигают научную проблему создания теоретического базиса для имплементации принципов децентрализации в трансграничную платежную инфраструктуру (далее – ТПИ).

Цель исследования – сформировать целостную научно обоснованную методологическую базу, предназначенную для рационализации выбора технологической основы формирования ТПИ нового поколения, опирающейся на децентрализо-

ванные элементы и связи между ними. Задачи исследования:

- выделить критерии качества ТПИ на основе технологии распределенного реестра в соответствии с потребностями экономики;
- определить показатели уровня децентрализации, достаточного для устойчивого функционирования систем трансграничных платежей с использованием такой инфраструктуры в пределах выделенного трансграничного платежного пространства;
- показать возможности систем распределенных реестров как разновидности технологии децентрализованной обработки данных, оптимальной для устойчивого функционирования и развития трансграничных платежей.

Сегодня существуют значительные проблемы формирования инфраструктуры, которая бы обладала приемлемым уровнем доступности платежных сервисов, поскольку традиционная технология, сопряженная с высокой централизацией ключевых объектов инфраструктуры, перестает удовлетворять потребностям в надежности и предсказуемости исполнения платежных транзакций. Традиционная технология централизованных реестров, лежащая в основе существующей трансграничной платежной инфраструктуры, не обеспечивает приемлемого уровня децентрализации, достаточного для обеспечения доступности, устойчивости, высокой скорости и низкой стоимости осуществления трансграничных платежей.

Практика создания платежных инфраструктур на основе технологии блокчейн показывает, что многих проблем формирования и функционирования ТПИ можно избежать, если формировать такие инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра, позволяющей имплементировать более равноправные отношения между пользователями платежной инфраструктуры и большую степень ее децентрализации.

Практическая значимость темы исследования подтверждается Банком России, выделяющим развитие национальной цифровой инфраструктуры в качестве одного из ключевых направлений цифровизации финансового рынка и определяющим «политику со стороны государства по формированию национальной цифровой инфраструктуры»<sup>1</sup>. Банк России особое внимание уделяет развитию

«новых каналов и механизмов международных расчетов» и «обеспечению недискриминационного доступа к инфраструктуре международных расчетов»<sup>2</sup>. Развитие инфраструктуры трансграничных платежей продолжается в рамках международного сотрудничества: «Банк России продолжит участвовать в Рабочей группе центральных банков стран БРИКС по сотрудничеству в платежной сфере, в том числе инициативы BRICS Cross-Border Payments Initiative (BCBPI)»<sup>3</sup>.

### Обзор литературы и исследований

Структура ТПИ на основе технологии распределенного реестра влияет на устойчивость, доступность и другие критерии эффективности трансграничных платежных транзакций и обеспечивает функциональные преимущества по сравнению с традиционными централизованными системами. Ключевые аспекты данного исследовательского вопроса получили широкий обзор в научной литературе.

Вопросы обеспечения доверия являются определяющими в сфере финансов, по этой причине ученые продолжают подробно исследовать проблематику децентрализации ключевых элементов финансовой системы, оказывающих влияние на принятие важных решений. Многие авторы выделяют основополагающую роль технологической компоненты в таких процессах. В этой связи в ряду технологических новаций особое значение приобрели распределенные реестры, представленные технологией блокчейн. Исследователь О.С. Рудакова рассмотрела вопросы стабильности на финансовых рынках как императив способности финансовой системы сохранить качественное и бесперебойное выполнение своих функций под воздействием неблагоприятных внутренних и внешних факторов и выделила экзогенную технологическую компоненту [1]. В. Чанг и соавторы спрогнозировали сильное влияние технологии блокчейн в финансовой отрасли и продемонстрировали ее основные характеристики, включая децентрализацию [2]. Л. Кокко с соавторами пришла к выводу, что применение технологии блокчейн может оптимизировать глобальную финансовую инфраструктуру за счет более эффективной обработки финансовых процессов [3]. Е. Гуо и Ч. Лисанг определили технологию блокчейн в качестве основы для реализации перспективных изменений в банковской отрасли, способной революционизировать базовую технологию платежных клиринговых и кредитных ин-

<sup>1</sup> Основные направления развития финансовых технологий на период 2025–2027 годов // Банк России. 2024. URL: [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/166399/onfintech\\_2025-27.pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/166399/onfintech_2025-27.pdf) (дата обращения: 12.05.2025)

<sup>2</sup> Основные направления развития финансового рынка Российской Федерации на 2025 год и период 2026 и 2027 годов // Банк России. 2024. URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/165924/onfr\\_2025\\_2027.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/165924/onfr_2025_2027.pdf) (дата обращения: 12.05.2025)

<sup>3</sup> Основные направления развития национальной платежной системы на период 2025–2027 годов // Банк России. 2024. URL: [https://cbr.ru/content/document/file/170680/onrnp\\_2025-27.pdf](https://cbr.ru/content/document/file/170680/onrnp_2025-27.pdf) (дата обращения: 12.05.2025)

формационных систем [4]. Х. Амлер с соавторами утверждает, что инфраструктуры на основе технологии блокчейн могут охватить миллиарды пользователей и предоставить доступ к базовым финансовым услугам по низким комиссиям и процентным ставкам [5]. Я. Чен и К. Беллавитис пришли к заключению, что смена технологической парадигмы способствует кооперации между централизованной и децентрализованной финансовыми экосистемами, ведущей к появлению новых более эффективных и безопасных бизнес-моделей [6].

Особое место в развитии финансов занимают исследования платежной индустрии, выступающей ключевым элементом инфраструктуры финансового рынка. Платежная инфраструктура, служащая фундаментом для выполнения задач, стоящих перед международной торговлей и трансграничным движением капитала, остается актуальным объектом научных исследований. Теоретическое осмысление процессов децентрализации и поиск ответов на современные вызовы в трансграничном сегменте такой инфраструктуры осуществлены плеядой современных исследователей. Е.М. Попова и соавторы определили наличие инфраструктуры иностранных посредников как критерия, которому должны удовлетворять современные трансграничные системы платежей [7]. По мнению Т. Катоны, децентрализация заменяет традиционных посредников смарт-контрактами, которые берут на себя функции хранения, эскору, клиринга и расчетов [8]. Н. Картер и Л. Женг исследовали преимущества и риски децентрализации, вытекающие из децентрализованной природы блокчейнов [9]. Таксономия децентрализованных финансов исследована Т. Пушманом и М. Хуанг-Суи, которые провели классификацию, показали закономерности развития децентрализованных финансов и продемонстрировали потенциал будущих конфигураций инфраструктур на децентрализованное основе [10]. М.А. Абрамова выявила особенности развития децентрализованных финансов, поднимая вопрос о влиянии новой модели организации финансовых отношений на принципах децентрализации применительно к деятельности существующих институтов финансового рынка [11]. Функционирование децентрализованных финансов на примере Китая подробно исследовано в работе М.Б. Медведевой и Ю.П. Жиженко, где авторы отместили возможность совмещения централизованных и децентрализованных элементов в гибридной модели организации цифровых финансов [12]. Ф. Шэр указал на наличие в инфраструктуре децентрализованных финансов искомых свойств: доступности, прозрачности и компонуемости объектов, обеспечивающих ее надежность [13].

Вместе с тем, достижение полной децентрализации элементов платежной инфраструктуры ограничивается многими факторами, включая вопросы

обеспечения безопасности и совершенствования регуляторных механизмов. Поэтому широкое распространение получили исследования таких ограничений и варианты смешанного использования распределенных и централизованных структур. Эмпирическая связь между принятием блокчейна и финансовыми ограничениями обнаружена в работе Д. Ли с соавторами. На примере Китая показано, что распространение блокчейна заметно облегчает финансовые ограничения не только в платежной индустрии, но и в смежных отраслях – международной торговле и логистике [14]. Ю.А. Савинов с соавторами рассматривает применение технологии блокчейн в международной торговле, выделяя отсутствие центрального администратора. Технология позволяет записывать и хранить в сети информацию, которая одновременно является децентрализованной и распределенной [15].

Объективная необходимость в осуществлении поэтапного перехода к децентрализованным моделям платежной инфраструктуры вызвана многообразием рисков, сопутствующих такой трансформации. Г.В. Кузнецова рассмотрела взаимосвязи основных векторов развития международной торговли, сделав акцент на неоднозначности последствий широкого применения технологии блокчейн [16]. В.А. Мальцева и А.А. Мальцев проанализировали доклад Всемирной торговой организации «Может ли блокчейн революционизировать мировую торговлю?» и выделили многоаспектность влияния технологии блокчейн на различные сферы внешнеэкономической деятельности. Исследователи определили зависимость успеха внедрения данной технологии от создания надежной ТПИ [17]. О.А. Морозова выделила методологические проблемы в исследовании цифровых платформ и подчеркнула важность учета взаимосвязей между их внутренними свойствами, такими как архитектура и принципы управления, и внешними – регуляторными требованиями и влиянием смежных рынков [18].

В дополнение к изложенному, проектирование архитектуры современной ТПИ на технологии распределенного реестра должно включать разработку подсистем, обеспечивающих оборот денег в такой системе. С.В. Криворучко и соавторы разработали модель оборота цифровых денег в виде совокупности взаимосвязанных оборотов платежных и инвестиционных токенов [19]. И. Чод с соавторами доказал, что децентрализованное управление, связанное с токенизацией платежных инструментов, устраняет задержки в осуществлении расчетов и снижает издержки [20]. Проблематика выбора платежного токена для использования на децентрализованных технологических платформах, способствующих осуществлению трансграничных платежей на принципах децентрализации, рассмотрена

В.Н. Володиной [21]. Исследователь предложила концепцию токена для использования в расчетах в платежном пространстве стран БРИКС, проанализировала факторы привлекательности и сдерживающие применения токенов как элементов новой ТПИ [22]. Е.И. Дюдикова и Н.Н. Куницына, изучив опыт России по разработке платежного токена на примере pilotирования цифрового рубля, отметили недостаточную изученность вопросов встраивания высокотехнологичных финансовых продуктов в денежную систему. Исследователи отметили существенный потенциал в разработке платежных токенов нового поколения с целью их практической имплементации в денежный оборот [23]. Регуляторная проблематика финансовых отношений между децентрализованными субъектами была поднята Д. Цецше с соавторами: для достижения своей основной цели обеспечения надежности осуществления транзакций децентрализация нуждается в регулировании, встроенном в дизайн ТПИ [24].

В предыдущих работах автором настоящей статьи рассмотрены различные теоретические и практические аспекты исследования ТПИ. В частности, ТПИ определена как совокупность взаимосвязанных обслуживающих систем, обеспечивающих основу для функционирования системы осуществления трансграничных платежей<sup>4</sup>. Разработана классификация моделей ТПИ на основе технологии распределенного реестра по признаку участия субъектов при ее формировании<sup>5</sup>. Исследованы место платежной инфраструктуры на основе распределенных реестров в множестве инфраструктур обработки данных и особенности применения распределенных реестров как технологического базиса для устойчивого функционирования систем трансграничных платежей<sup>6</sup>.

Перспективным направлением дальнейшего исследования ТПИ на основе технологии распределенного реестра является проблематика формирования характеристик платежного токена для оборота в такой инфраструктуре, позволяющих его использовать в практических целях с перспективами долгосрочного развития. Исследования могут включать вопросы выработки качественных и количественных критерии платежного токена, выбор инструментария моделирования, структуру и источники данных для его проведения.

## Материалы и методы

В статье применяются следующие методы и подходы к исследованию.

- Метод структурного анализа объектов – на этапе формирования терминологии и определения иерархии видов инфраструктур.
- Системный подход – для отнесения распределенного и централизованного реестров к категории систем и выделения их свойств.
- Сервисный подход к моделированию взаимодействия обслуживающих и обслуживающих систем и выделения сервисов платежных инфраструктур.
- Метод структурно-матричного анализа – к понятию ТПИ на основе технологий распределенного и централизованного реестров, связанного с производящими понятиями «трансграничная платежная инфраструктура», «технология распределенного реестра» и «технология централизованного реестра». В свою очередь, производное понятие «трансграничная платежная инфраструктура» связано с «инфраструктурой», а «технология распределенного реестра» и «технология централизованного реестра» – с производящим понятием «технология обработки данных».
- Метод исследования от общего к частному применяется в следующей последовательности: понятия инфраструктуры и платежной инфраструктуры, их виды на основе различных технологий обработки данных, затем особенности функционирования на принципах распределенного и централизованного реестров.
- Метод сравнительного анализа – к процессам формирования инновационной ТПИ на основе технологии распределенного реестра и традиционной ТПИ на технологии централизованного реестра. Для обоснования такого сравнения в статье значительное внимание уделяется исследованию вопросов формирования ТПИ на технологии централизованного реестра, которая в настоящее время наиболее распространена.

## Результаты исследования

Структурное представление ТПИ как совокупности взаимосвязанных обслуживающих систем, обеспечивающих исполнение трансграничных

<sup>4</sup> Акулинин С.С. Использование технологии распределенного реестра при формировании трансграничной платежной инфраструктуры // Финансовые рынки и банки. 2023. № 9. С. 30–37. EDN: <https://elibrary.ru/utkarn>

<sup>5</sup> Акулинин С.С., Небера А.С. Классификация моделей трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2024. № 3(270). С. 39–45. EDN: <https://elibrary.ru/kuqwnz>. <https://doi.org/10.24412/2072-4098-2024-3270>

<sup>6</sup> Акулинин С.С. Технологии распределенного и централизованного реестров как основа формирования трансграничной платежной инфраструктуры // Банковские услуги. 2024. № 11. С. 32–40. EDN: <https://elibrary.ru/ghlvsn>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2024\\_11\\_32](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2024_11_32)

платежей с применением технологии распределенного реестра, позволяет сформировать децентрализованную, функционально гибкую и адаптивную модель такой инфраструктуры, способную обеспечить ее независимость от участников, находящихся вне границ платежного пространства.

#### *Понятие и содержание трансграничной платежной инфраструктуры*

Комитет по платежам и рыночной инфраструктуре Банка международных расчетов (КПРИ БМР) дал определение термину «платеж (перевод денежных средств)» как перевод плательщиком денежного требования стороне, приемлемой для получателя платежа. Обычно требования принимают форму денежных средств или остатков на депозитах, хранящихся в финансовом учреждении или в центральном банке<sup>7</sup>. В Глоссарии КПРИ БМР трансграничный платеж определен как платеж, при котором финансовые учреждения плательщика и получателя платежа находятся в разных юрисдикциях<sup>8</sup>. То есть «нахождение плательщика и получателя платежа в разных юрисдикциях» является признаком, на основании которого КПРИ БМР относит платеж к категории трансграничных. Следуя предложенному подходу, можно определить трансграничный платеж как платеж, сопровождаемый наличием признака трансграничности.

В определении ТПИ как совокупности взаимосвязанных обслуживающих систем, обеспечивающих основу для осуществления трансграничных платежей, не раскрываются признаки трансграничности, поэтому выявим их путем исследования особенностей формирования и функционирования ТПИ на различных технологических платформах.

Далее в статье будет рассматриваться ТПИ, создаваемая на каркасе из трансграничных сегментов национальной платежной инфраструктуры двух и более государств. Рассмотрим два вида такой инфраструктуры:

1) традиционная ТПИ, на технологии централизованного реестра;

2) инновационная ТПИ, на основе технологии распределенного реестра, примером которой является технология блокчейн.

Термин «технология централизованного реестра» можно определить как технологию формирования и функционирования системы централизованной обработки централизованных данных в виде единых данных, правил и процессов их создания, использования и защиты. Технология распределенного реестра представляет собой технологию формирования и функционирования системы распределенного реестра в виде взаимосвязанных подсистем тождественной обработки тождественных данных в разных узлах цифровой сети.

Исследование ТПИ на технологии централизованного реестра осуществим посредством применения методов моделирования и структурного анализа к выявлению признаков трансграничности, процессам платежа, особенностям формирования и функционирования данной инфраструктуры<sup>9</sup>.

#### *Признаки трансграничности инфраструктур на технологии централизованного реестра*

Выявление и анализ признаков трансграничности основано на определении термина «трансграничная платежная инфраструктура», в котором «трансграничность» обусловлена трансграничностью платежа, исполнение которого обеспечивается обслуживающими системами такой инфраструктуры. С одним из признаков трансграничности – нахождением плательщика и получателя денежных средств в разных юрисдикциях – связано большое количество определений трансграничного платежа, например это:

- 1) тип транзакции, происходящей между финансовыми учреждениями, предприятиями и частными лицами, когда отправитель и получатель находятся в разных странах<sup>10</sup>;
- 2) любая транзакция, в которой плательщик и получатель платежа находятся в разных странах<sup>11</sup>;
- 3) транзакция между банками, финансовыми учреждениями, предприятиями или физическими

<sup>7</sup>Glossary // Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI). BIS. 17.10.2016. URL: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d00b.htm?&selection=170&scope=CPMI&c=a&base=term> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>8</sup>Glossary // Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI). BIS. 17.10.2016. URL: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d00b.htm?&selection=195&scope=CPMI&c=a&base=term> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>9</sup>Акулинин С.С., Криворучко С.В., Лопатин В.А. Методология исследования платежных инфраструктур // Финансовые рынки и банки. 2024. № 2. С. 95–103. EDN: <https://elibrary.ru/wbdkdn>

<sup>10</sup>What are cross-border payments? Types, benefits and tips // Statrys. 20.06.2023. URL: <https://statrys.com/blog/tips-for-handling-cross-border-payments> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>11</sup>Everything you need to know about cross-border payments // ACI Worldwide. URL: <https://www.aciworldwide.com/cross-border-payment-processing> (дата обращения: 03.02.2025)

- лицами, работающими в разных странах, которые могут иметь или не иметь общей границы<sup>12</sup>;
- 4) переводы средств, при которых отправитель и получатель находятся в разных юрисдикциях<sup>13</sup>;
  - 5) финансовые операции, происходящие между сторонами, находящимися в разных странах<sup>14</sup>.

Практически все перечисленные определения нельзя применить в случае, если плательщики могут иметь доступ к денежным средствам в финансовых учреждениях на территории своего государства, находясь за его пределами, в том числе с помощью электронных средств платежа. В противном случае возникают ситуации, в которых плательщики и получатели, находясь в разных странах, осуществляют платежи, не являющиеся трансграничными. Например, расчеты между субъектами одного государства в его национальной валюте с помощью электронных средств платежа, находящихся за пределами такого государства. Или ситуации, в которых плательщики и получатели, находясь в одном государстве, осуществляют трансграничные платежи. Например, расчеты между субъектами разных государств в иностранной для одного из субъектов валюте с помощью электронного средства платежа плательщика, находящегося в государстве получателя. В таких случаях применимо определение трансграничного платежа, приведенное в гlosсарии Комитета по платежам и рыночной инфраструктуре Банка международных расчетов, где трансграничный платеж определяется как платеж, при котором финансовые учреждения плательщика и получателя платежа расположены в разных юрисдикциях<sup>15</sup>.

Тем не менее, остается нерешенным вопрос, может ли платеж быть трансграничным в ситуации, когда плательщик, получатель и их финансовые учреждения находятся в одном государстве. Существуют определения трансграничного платежа, которые не основаны на признаке расположения плательщика и получателя на территории разных государств или на признаке расположения их финансовых учреждений в разных юрисдикциях. Например, в российском законодательстве трансграничный перевод денежных

средств определен как «перевод денежных средств, при исполнении которого плательщик либо получатель средств находится за пределами Российской Федерации, и(или) перевод денежных средств, при исполнении которого плательщика или получателя средств обслуживает иностранный центральный (национальный) банк или иностранный банк»<sup>16</sup>. В других случаях определение может формулироваться в более общем виде, например: «трансграничные платежи относятся к транзакциям с участием физических лиц, компаний, банков или расчетных учреждений, действующих как минимум в двух разных странах, и являются международными транзакциями»<sup>17</sup>. Это означает, что если платеж разбит на несколько фрагментов, каждый из которых исполняется субъектами разных юрисдикций, то наличие любой пары таких субъектов, зарегистрированных в разных юрисдикциях, станет признаком его трансграничности.

Два последних определения более точно отражают содержание трансграничного платежа. Например, в случае участия в платеже большого количества финансовых учреждений, все из которых, кроме одного, находятся в одной стране.

В результате синтеза вышеприведенных определений, представим следующую формулировку: трансграничный платеж представляет собой платеж, в исполнении которого участвуют как минимум два финансовых учреждения, действующие в разных странах. Более точно трансграничный платеж определим как платеж, исполнение которого состоит из фрагментов, среди которых как минимум два исполняются финансовыми учреждениями в разных юрисдикциях.

Модель формирования признаков трансграничности платежа показана на рис. 1, где платеж разбит на 7 фрагментов, которые расположены в 5-ти юрисдикциях и исполняются последовательно.

Структура модели напоминает структуру фрагментов платежа с использованием счетов плательщика, получателя и банковских корреспондентских счетов, например: Банка 1 в Банке 2, Банка 5 в Банке 4, Банков 2 и 4 в Банке 3.

<sup>12</sup> Cook B. The complete guide to cross-border payments // Tipalti. 26.11.2024. URL: <https://tipalti.com/cross-border-payments-guide/> (дата обращения: 03.02.2025)

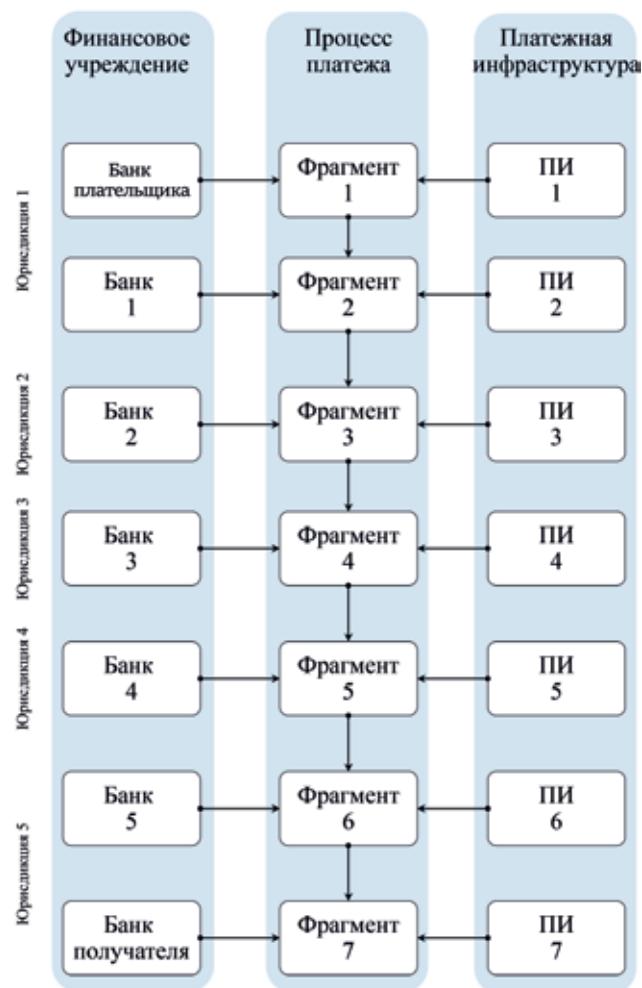
<sup>13</sup> Cross-border payments // Glossary. Kantox. URL: <https://www.kantox.com/glossary/cross-border-payment> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>14</sup> Cross-border payments explained: types of cross-border payments and who uses them // Stripe. URL: <https://stripe.com/de-us/resources/more/cross-border-payments-explained#what-are-cross-border-payments> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>15</sup> Glossary // Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI). BIS. 17.10.2016. URL: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d00b.htm?&selection=195&scope=CPMI&c=a&base=term> (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>16</sup> Ст. 3 Федерального закона РФ «О национальной платежной системе» от 27.06.2011 № 161-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_115625/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115625/) (дата обращения: 03.02.2025)

<sup>17</sup> Your guide to secure cross-border payments // IR. URL: <https://www.ir.com/guides/cross-border-payments> (дата обращения: 03.02.2025)



Разработано автором.

**Рис. 1. Модель формирования признаков трансграничности платежа**

Developed by the author.

**Fig. 1. Model for the signs formation of the cross-border payment**

Исходя из определения трансграничного платежа как платежа, в исполнении которого участвует как минимум два финансовых учреждения, действующие в разных странах, выстраивается следующая конструкция: если все из 5-ти представленных юрисдикций различны, то в модели будет присутствовать 10 пар финансовых учреждений, в которых субъекты каждой пары находятся в разных юрисдикциях ( $C_5^2 = 10$ ). Даже в случае, когда финансовые учреждения плательщика и получателя находятся в одной юрисдикции, данный платеж по-прежнему является трансграничным, поскольку в нем участвуют пары финансовых учреждений, субъекты которых находятся в разных странах.

С целью рассмотреть особенности признаков трансграничности платежа в границах платежного пространства, сделаем следующие предположения о процессе такого платежа:

- плательщики, получатели и их финансовые учреждения находятся в границах платежного пространства, но в разных государствах;
- не все государства, субъекты которых участвуют в исполнении платежа, находятся в границах платежного пространства;
- субъекты платежного пространства связанны договором о создании платежного пространства и всегда выполняют необходимые действия при исполнении платежа;
- субъекты, находящиеся вне платежного пространства, при определенных обстоятельствах могут не выполнять свои обязательства при исполнении платежа.

Вследствие наличия субъектов вне границ платежного пространства, все пары субъектов, формирующие признаки трансграничности платежа, разделяются на три вида их участия в платежном пространстве:

- оба;
- только один;
- ни один.

Обозначая количество пар первого типа  $N_1$ , второго  $N_2$  и третьего  $N_3$ , а общее количество пар как  $N = N_1 + N_2 + N_3$ , можно составить следующие соотношения.

Доля трансграничных признаков, обусловленных парами, субъекты которых находятся в границах платежного пространства:

$$D_1 = \frac{N_1}{N}. \quad (1)$$

Доля трансграничных признаков, обусловленных парами, в которых один или оба субъекта которых находятся вне границ платежного пространства:

$$D_{2,3} = \frac{(N_2+N_3)}{N}. \quad (2)$$

Доля трансграничных признаков, обусловленных парами, оба субъектов которых находятся вне границ платежного пространства:

$$D_3 = \frac{N_3}{N}. \quad (3)$$

Субъекты платежа, находящиеся в пределах платежного пространства, практически всегда могут обеспечить исполнение фрагментов платежа в его пределах и далеко не всегда – за его пределами. Соответственно:

$D_1$  можно назвать показателем уровня независимости трансграничного платежа от действий субъектов, находящихся вне платежного пространства;

$D_{2,3}$  можно назвать показателем уровня зависимости трансграничного платежа;

$D_3$  можно назвать показателем уровня критической зависимости трансграничного платежа.

Особый смысл перечисленные показатели приобретают при возникновении ограничений со стороны ряда государств, в результате которых субъекты, находящиеся вне платежного пространства, могут отказаться от выполнения необходимых действий для исполнения трансграничных платежей с участием субъектов платежного пространства. В этом случае показатели уровня независимости становятся показателями устойчивости к внешним рискам.

В силу изложенного, субъекты, участвующие в трансграничных платежах, играют определяющую роль в обеспечении их исполнения, при этом ключевым фактором выступает страновая принадлежность этих участников.

Субъекты, находящиеся в пределах платежного пространства, как правило, гарантированно исполняют свои функции и обеспечивают устойчивость исполнения платежей. В то же время, субъекты, расположенные за его пределами, при возникновении политических, экономических или технологических ограничений могут не выполнять свои обязательства, нарушая цепочку исполнения трансграничного платежа. Отсюда вытекает, что действия или бездействие таких субъектов непосредственно влияют на надежность трансграничных расчетов.

Разделение субъектов по уровню их вовлеченности в платежное пространство позволяет выделить три показателя: уровень независимости платежа от внешних участников, уровень общей зависимости от их действий и уровень критической зависимости, когда оба участника пары находятся вне пространства. Эти показатели служат индикаторами устойчивости всей инфраструктуры к внешним рискам. По этой причине роль субъектов сводится к определению устойчивости, управляемости и надежности трансграничных платежей, что делает управление их составом важным элементом в формировании современной платежной инфраструктуры.

*Особенности формирования трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии централизованного реестра*

Выявление и анализ особенностей ТПИ на технологии централизованного реестра осуществим на базе требований к ее формированию, следующих из определений технологий централизованного и связанных централизованных реестров. В результате получаем следующие выводы.

1. Платежная инфраструктура на технологии централизованного реестра представляет собой инфраструктуру, обеспечивающую исполнение платежей посредством централизованного формирования записей по лицевым счетам клиентов в централизованной бухгалтерской книге платежного посредника.

Следовательно, ТПИ на технологии централизованного реестра может представлять собой платежную инфраструктуру финансового посредника, находящуюся на территории юрисдикции, позволяющей централизованным способом вести счета нерезидентов в иностранной валюте, а также:

- осуществлять платежи между клиентами, в которых плательщик или получатель является нерезидентом;
- помещать записи по счетам в централизованную бухгалтерскую книгу.

2. Платежная инфраструктура на технологии связанных централизованных реестров представляет собой связанные элементы, каждый из которых построен на технологии централизованного реестра. Связи могут быть:

- вертикальными, по принципу подчиненности;
- горизонтальными, в едином процессе платежа.

Следовательно, ТПИ на технологии связанных централизованных реестров может представлять собой платежную инфраструктуру, отдельные элементы которой могут быть расположены на территории разных государств и связаны вертикально или горизонтально. Примером таких ТПИ является международная платежная система TARGET<sup>18</sup>, позволяющая осуществлять международные расчеты внутри Европейского союза в режиме реального времени.

Современную ТПИ на основе технологии цифрового реестра можно представить как множество объектов цифровой платежной инфраструктуры на технологии централизованного реестра, находящихся в узлах цифрового трансграничного платежного пространства и связанных посредством обмена синхронными и асинхронными запросами и ответами. В отдельных узлах такой цифровой сети могут находиться банки, операционные, платежные клиринговые и расчетные центры. При этом связи между узлами могут обеспечиваться соглашениями между банками, участниками платежной системы, системами финансовых коммуникаций.

*Особенности функционирования трансграничных платежных инфраструктур на основе технологии централизованного реестра*

<sup>18</sup> Trans-European automated real-time gross settlement express transfer system (TARGET) // EUR-lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:4604179> (дата обращения: 03.02.2025)

Выявление и анализ особенностей ТПИ начнем с анализа факторов, влияющих на ее функционирование. Рассмотрим структурную схему на рис. 2.

В рассматриваемой модели, для совместимости с моделью формирования признаков трансграничности (см. рис. 1), сохранены предположения о процессе трансграничного платежа, введенные в соответствующем подразделе настоящей статьи. На диаграмме модели факторов выделены два типа, обусловленные признаками:

- 1) трансграничности платежа;
- 2) платежного пространства.



Разработано автором.

Рис. 2. Структура факторов, влияющих на функционирование трансграничной платежной инфраструктуры

Developed by the author.

Fig. 2. Structure of factors which influence the cross-border payment infrastructure functioning

К основным факторам, обусловленным признаками трансграничности, отнесены дискретность с возможностью выполнения отдельных фрагментов платежа вне границ платежного пространства. Следствием является распределенность обслуживающих систем ТПИ:

- мозаичный характер функционала сервисов исполнения трансграничного платежа, затрудняющий их унификацию и стандартизацию;
- высокие затраты на поддержание механизма развертывания процесса трансграничного платежа в актуальном состоянии, связанные с необходимостью мониторинга и обслуживания изменений правил во всех задействованных юрисдикциях.

Следствием возможности исполнения отдельных фрагментов трансграничного платежа вне границ платежного пространства является необходимость регулярного использования обслуживающих систем платежной инфраструктуры, расположенных не только на его территории, но и за ее пределами. Выделим в составе ТПИ резидентную и нерезидентную составляющие: резидентная располагается внутри платежного пространства, а нерезидентная используется по мере необходимости в юрисдикциях вне его границ.

К основным факторам, влияющим на функционирование ТПИ, обусловленных признаками платежного пространства, относятся платежные институты и платежная инфраструктура, объединяющие платежное пространство в единое целое.

По результатам анализа особенностей классической ТПИ сформулируем основные принципы ее функционирования.

1. Наследование правил, включая:
  - основу систем исполнения платежей;
  - двухуровневость: верхний уровень – системы платежа, нижний – подсистемы исполнения отдельных платежных процедур;
  - сервисы исполнения платежей.
2. Расположение в границах платежного пространства и вовне:
  - закрытое, в виде объединения территорий нескольких государств;
  - открытое, в виде объединения отдельных субъектов неопределенного количества государств.

3. Совместное функционирование национальных сегментов нескольких государств:

- входящих в платежное пространство;
- находящихся вне его границ.

4. Исполнение фрагментов трансграничных платежей:

- в границах платежного пространства;
- вне границ.

5. Наличие двух составляющих трансграничной платежной инфраструктуры:

- резидентной, объединяющей фрагменты трансграничных платежей в границах платежного пространства;
- нерезидентной, объединяющей фрагменты трансграничных платежей вне границ платежного пространства.

6. Расположение узлов одной или нескольких цифровых сетей:

- в границах платежного пространства – резидентное;
- вне границ платежного пространства – нерезидентное.

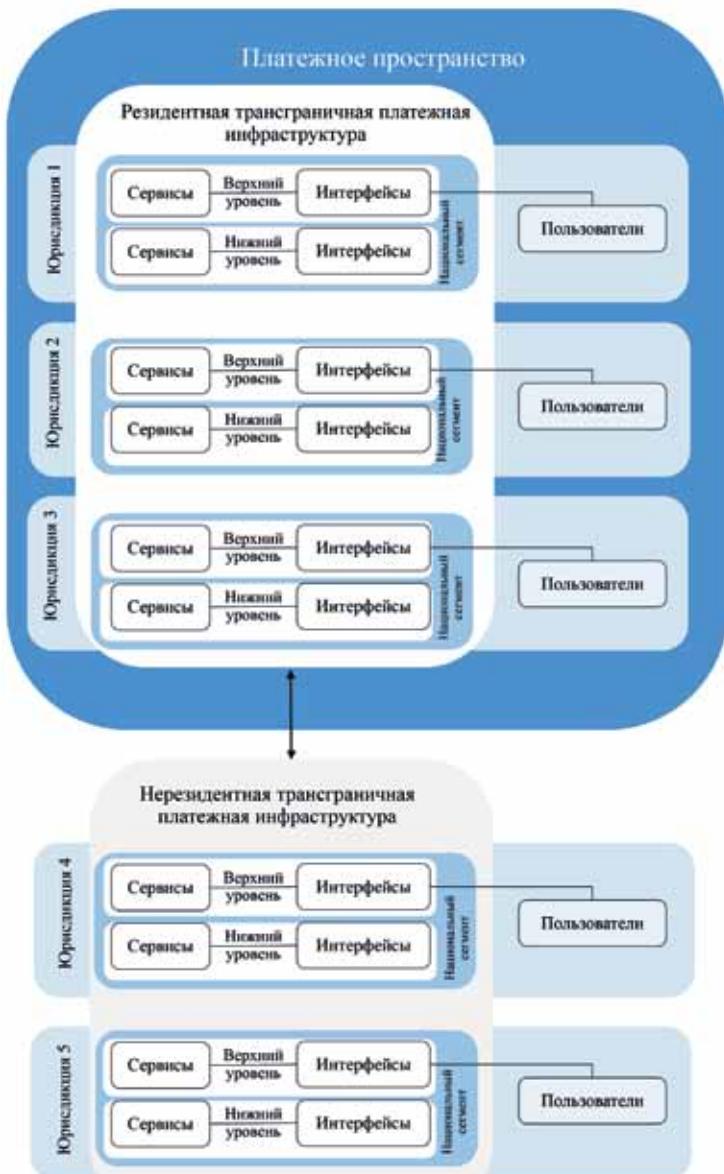
7. Актуализация правил:

- подчинение правилам юрисдикций, в которых располагаются фрагменты;
- мониторинг и имплементация изменений.

Используем перечисленные принципы для разработки структурной модели ТПИ, показанной на рис. 3.

В модели отражены структурные элементы ТПИ и связи между ними:

- 1) три юрисдикции в границах платежного пространства и две – вне, субъекты которых участвуют в исполнении трансграничного платежа;
- 2) национальные сегменты 5-ти государств, три из которых находятся в границах платежного пространства и два – нет;
- 3) верхний и нижний уровень каждого национального сегмента, сервисы и интерфейсы, входящие в состав каждого уровня;



Разработано автором.

Рис. 3. Структурная модель трансграничной платежной инфраструктуры

Developed by the author.

Fig. 3. Structural model of the cross-border payment infrastructure

- 4) пользователи верхнего уровня каждого национального сегмента;
- 5) резидентная часть, объединяющая национальные сегменты, входящие в платежное пространство;
- 6) нерезидентная часть, объединяющая национальные сегменты, находящиеся вне границ платежного пространства;
- 7) цифровые связи между сервисами и интерфейсами в границах каждого национального сегмента;
- 8) цифровые связи между пользователями и интерфейсами верхнего уровня каждого национального сегмента;

9) цифровые связи между интерфейсами нижнего уровня каждого национального сегмента.

*Особенности формирования трансграничных платежных инфраструктур на основе технологии распределенного реестра*

Исследование особенностей формирования и функционирования ТПИ на основе технологии распределенного реестра осуществим при следующих предположениях и допущениях в отношении системы распределенных реестров.

1. Представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов формирования, обеспечения тождественности, использования и защиты данных.

2. Имеет границу в виде дискретного множества – совокупности узлов одной или нескольких цифровых сетей, в которых расположены структурные элементы механизмов развертывания вышеперечисленных процессов.

3. К структурным элементам механизмов относятся:

- цифровые правила выполнения действий субъектами процессов, выраженные в виде слабо-структурированных данных;
- цифровые программы – совокупности взаимосвязанных алгоритмов и данных, с помощью которых субъекты выполняют действия в соответствии с правилами;
- цифровые устройства, способные обрабатывать алгоритмы и цифровые данные, хранить и выполнять код программ, обеспечивая субъектам возможность выполнения действий в соответствии с правилами.

4. Субъекты составляют множество владельцев узлов цифровой сети или их представителей. В качестве представителя владельца может выступать цифровой двойник [25].

*Особенности функционирования трансграничных платежных инфраструктур на основе технологии распределенного реестра*

Анализ характеристик платежной инфраструктуры, находящейся в процессе эксплуатации, модернизации или проектирования, позволил выделить функционал, который должны обеспечить ее обслуживающие системы. Потенциальные возможности системы распределенного реестра в части его реализации приводят к ряду следующих особенностей ТПИ на этой базе.

1. Формирование и использование данных:

- структура массивов – хранение данных;
- механизмы развертывания процессов – создание, размещение, извлечение и изменение данных;

- механизм обеспечения тождественности без участия субъектов системы – выявление и перенос недостающих данных между массивами;
- механизм защиты без участия субъектов системы – предотвращение выполнения действий, не соответствующих правилам.

2. Обмен платежными сообщениями:

- структура массивов – размещение данных из сообщений;
- механизм формирования массивов – структурирование сообщения, присвоение идентификатора, извлечение и размещение данных;
- механизм обеспечения тождественности – размещение даты и времени отправки и получения сообщения, другой системной информации;
- механизм использования массивов – предоставление доступа, извлечение данных и формирование сообщений получателю.

3. Оборот платежных токенов:

- создание токенов, обладающих индивидуальными или родовыми признаками, их распределение в соответствии с алгоритмом;
- структура массивов – хранение данных о создании токена;
- механизм использования массивов – передача токенов между владельцами;
- структура массивов – хранение данных о передаче токенов: распоряжений и системной информации.

4. Исполнение правил:

- структура массивов – хранение правил в виде цифровых алгоритмов;
- механизм формирования массива – создание и размещение правил в виде данных, определение контура пользователей;
- механизм использования массивов – согласование правил и перечня участников, запуск алгоритмов и передача результатов.

5. Развортывание цифровых процессов:

- структура массивов – хранение шаблонов цифровых процессов;
- механизм формирования массива – создание и размещение шаблонов, определение пользователей;
- механизм использования массивов – согласование участников, шаблонов, развертывание процессов, передача результатов.

6. Принятие решений:

- структура данных – хранение «умных» модулей;
- механизм формирования данных – загрузка и предоставление доступа к использованию модулей, сбор, обработка и размещение решений;

- механизм использования данных – загрузка параметров и запуск обработки.

#### 7. Управление объектами:

- структура данных и механизм формирования массивов – размещение и хранение информации;
- механизм использования массивов – размещение и исполнение решений.

#### 8. Управление ситуациями:

- структура массивов – размещение и хранение информации;

- механизм использования массивов – размещение и исполнение решений.

Распределенный реестр должен одновременно иметь качества нескольких рассмотренных выше систем, при этом важно объединить требования к структуре данных и функционалу. На базе перечисленных особенностей построим модели простейшей платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра, изображенные на рис. 4 и 5.

Обе представленные модели – полностью децентрализованной ТПИ и распределенно-централизованной ТПИ – обладают следующими особенностями:



Разработано автором.

Рис. 4. Структурная модель децентрализованной трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра

Developed by the author.

Fig. 4. Structural model of a decentralized cross-border payment infrastructure based on the distributed ledger technology

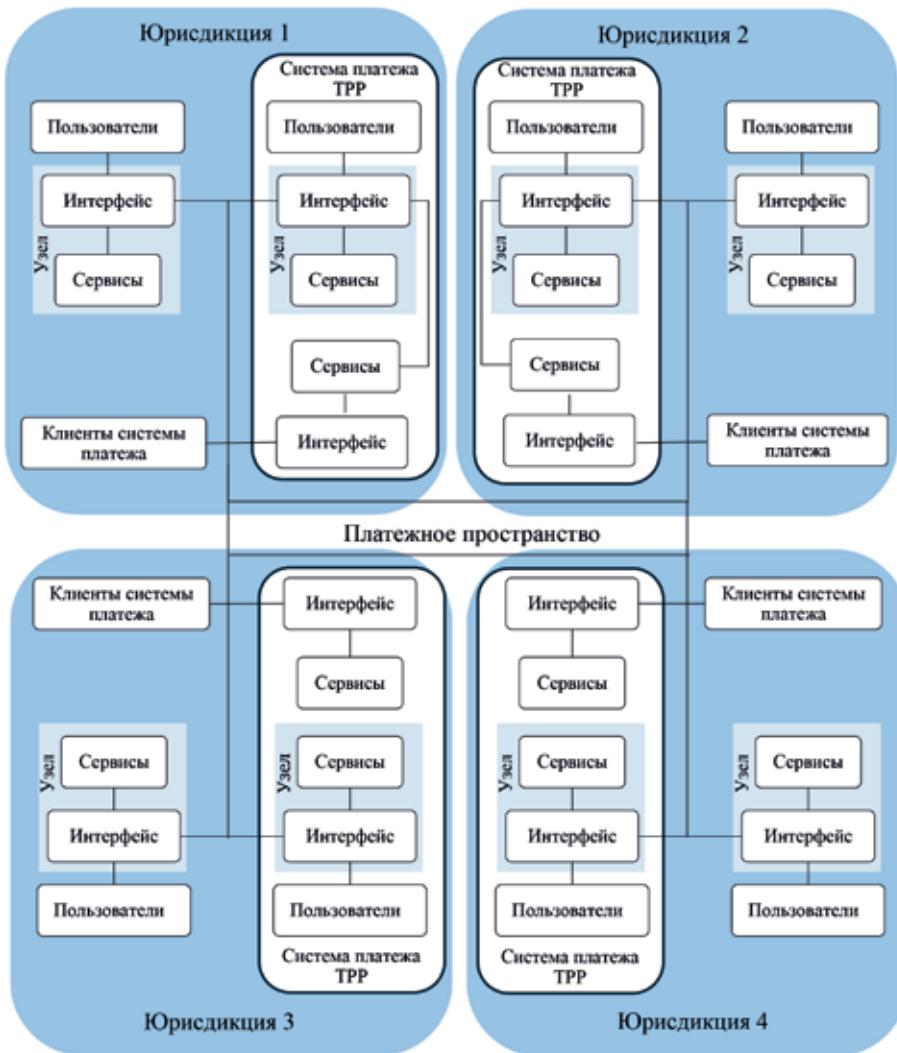
1) представляют собой одну обслуживающую систему, в качестве которой выступает система распределенного реестра со встроенным платежным токеном, дополненным функционалом формирования и контроля остатка денежных средств владельца узла;

2) относятся к виду одноранговых, так как обеспечивают основу для функционирования бизнес-системы, обслуживающей конечных пользователей – владельцев узлов цифровой сети, в которых расположены тождественные данные;

3) относятся к типу распределенных, так как тождественные данные распределены по разным узлам цифровой сети.

Таким образом, предлагаемая структурная модель может относиться к одному из двух видов:

- полностью децентрализованному – совокупности тождественных подсистем обеспечения функционирования системы, расположенных в тех же узлах, что и данные;
- частично децентрализованному (распределен-



Разработано автором.

Рис. 5. Структурная модель распределенно-централизованной трансграничной платежной инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра

Developed by the author.

Fig. 5. Structural model of a distributed-centralized cross-border payment infrastructure based on the distributed ledger technology

но-централизованному) – выделяется узел, в котором сконцентрированы указанные подсистемы.

### Выводы

Трансграничная платежная инфраструктура – это совокупность взаимосвязанных обслуживающих систем, обеспечивающих основу для функционирования обслуживаемых систем в части исполнения трансграничных платежей. Трансграничный платеж сопровождается признаками трансграничности, определяемыми конфигурацией и свойствами платежной инфраструктуры, в его исполнении

участвуют как минимум два финансовых учреждения из разных юрисдикций. При формировании традиционной ТПИ следует учитывать участие финансовых учреждений из разных юрисдикций и обеспечивать устойчивость интеграции обслуживающих систем.

Традиционная платежная инфраструктура строится на основе технологии централизованного реестра и обычно имеет финансового посредника, находящегося на территории одной юрисдикции, поэтому важно принимать во внимание риски концентрации управления в такой юрисдикции, особенно в случае ее нахождения за границами пла-

тежного пространства. С целью митигации таких рисков целесообразно использовать преимущества децентрализации элементов инфраструктуры для исполнения ключевых этапов платежа внутри платежного пространства.

Объединение платежного пространства производится платежными институтами и платежной инфраструктурой, относящимся к основным факторам, влияющим на осуществление трансграничных платежей. Для повышения надежности их исполнения необходимо организовать согласованную работу платежных институтов и распределенных элементов инфраструктуры.

Децентрализация элементов платежной инфраструктуры может быть реализована с использованием технологии распределенного реестра путем построения обслуживающих систем на базе указанной технологии. При формировании ТПИ с высоким уровнем децентрализации ключевыми условиями ее устойчивого функционирования являются распределенное размещение цифровых узлов и участие субъектов в роли владельцев этих узлов.

На результат исполнения трансграничного платежа могут влиять действия субъектов, расположенных за пределами платежного пространства. Числовые показатели этой зависимости измеряются через определение удельного веса таких субъектов в общем количестве финансовых институтов, принимающих участие в осуществлении трансграничного платежа. В результате роль субъектов в ТПИ, основанной на технологии распределенно-

го реестра, является ключевой и многоплановой. Они выступают и как участники системы, и как неотъемлемые элементы ее архитектуры, определяющие устойчивость и степень децентрализации всей инфраструктуры. Субъекты в такой системе исполняют двойственную роль: техническую и функциональную, как операторы узлов цифровой сети и носители ключевых инфраструктурных механизмов, и системно-регулятивную, как элементы, формирующие институциональную среду трансграничного платежного взаимодействия. От состава субъектов зависят преимущества действующей ТПИ и ее способность адаптироваться к изменениям.

Особенности инфраструктуры на основе технологии распределенного реестра в разрезе структуры, механизмов формирования, использования, обеспечения тождественности и защиты данных позволяют обеспечить требуемый функционал ТПИ и сформировать ее структурную модель. Она имеет один уровень, встроенный платежный токен, может быть полностью или частично децентрализованной. Гибридный характер модели по критерию распределенности элементов достигается за счет выделения узла, отвечающего за ключевые подсистемы. Имплементированный в систему платежный токен обеспечивает преимущества такой инфраструктуре за счет интегрированной и качественной основы в виде системы распределенного реестра. Предложенная структурная модель платежной инфраструктуры обеспечивает требуемую устойчивость трансграничным системам платежа.

#### Список источников

1. Рудакова О.С. О технологической компоненте финансовой стабильности // Банковские услуги. 2022. № 10. С. 18–22. EDN: <https://elibrary.ru/dhgkkw>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2022\\_10\\_18](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2022_10_18)
2. Chang V., Baudier P., Zhang H., Xu Q., Zhang J., Arami M. How blockchain can impact financial services – the overview, challenges and recommendations from expert interviewees // Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 158. P. 120166. EDN: <https://elibrary.ru/ijwmih>. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166>
3. Cocco L., Pinna A., Marchesi M. Banking on blockchain: costs savings thanks to the blockchain technology // Future Internet. 2017. Vol. 9. Iss. 3. P. 25. <https://doi.org/10.3390/fi9030025>
4. Guo Y., Liang C. Blockchain application and outlook in the banking industry // Financial Innovation. 2016. Vol. 2. P. 24. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>
5. Amler H., Eckey L., Faust S., Kaiser M., Sandner P., Schlosser B. DeFi-ning DeFi: challenges and pathway // In: 2021 3rd Conference on Blockchain Research and Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS), 27–30.09.2021. Paris, 2021. P. 181–184. EDN: <https://elibrary.ru/rhucuj>. <https://doi.org/10.1109/BRAINS52497.2021.9569795>

6. *Chen Y., Bellavitis C.* Blockchain disruption and decentralized finance: the rise of decentralized business models // *Journal of Business Venturing Insights*. 2020. Vol. 13. P. e00151. EDN: <https://elibrary.ru/btasor>. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151>
7. *Попова Е.М., Степкина Ю.А., Соловьев Н.А.* Трансграничные платежи в криптовалюте в современных условиях // *Финансы, деньги, инвестиции*. 2023. № 2(86). С. 9–15. EDN: <https://elibrary.ru/xdzvxw>. [https://doi.org/10.36992/2222-0917\\_2023\\_2\\_9](https://doi.org/10.36992/2222-0917_2023_2_9)
8. *Katona T.* Decentralized finance – the possibilities of a blockchain “Money Lego” system // *Financial and Economic Review*. 2021. Vol. 20. Iss. 1. P. 74–102. EDN: <https://elibrary.ru/hrckzj>. <http://doi.org/10.33893/FER.20.1.74102>
9. *Carter N., Jeng L.* DeFi protocol risks: the paradox of DeFi // *Regtech, Suptech and Beyond: Innovation and Technology in Financial Services*. RiskBooks. 2021. 36 p. <http://doi.org/10.2139/ssrn.3866699>
10. *Puschmann T., Huang-Sui M.* A taxonomy for decentralized finance // *International Review of Financial Analysis*. 2024. Vol. 92. P. 103083. EDN: <https://elibrary.ru/bqyqrt>. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103083>
11. *Абрамова М.А.* Исследование развития децентрализованных финанс в контексте банковского бизнеса // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2024. № 3(147). С. 14–18. EDN: <https://elibrary.ru/kswhyu>
12. *Медведева М.Б., Жиженко Ю.П.* Децентрализованные финансы в Китае: формирование экосистемы блокчейнов и цифровой юань // *Банковские услуги*. 2023. № 5. С. 32–38. EDN: <https://elibrary.ru/lrbnyc>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2023\\_5\\_32](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2023_5_32)
13. *Schär F.* Decentralized finance: on blockchain- and smart contract-based financial markets // *Review – Federal Reserve Bank of St. Louis*. 2021. Vol. 103. Iss. 2. P. 153–174. EDN: <https://elibrary.ru/yjpbrp>. <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
14. *Li D., Ma C., Li H., Yang J.* The adoption of blockchain and financing constraints: evidence from China // *International Review of Economics and Finance*. 2024. Vol. 96. Part B. P. 103672. EDN: <https://elibrary.ru/dxmjgi>. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103672>
15. *Савинов Ю.А., Зеленюк А.Н., Тарановская Е.В.* Использование технологии «блокчейн» в международной торговле // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2020. № 8. С. 63–85. EDN: <https://elibrary.ru/xickcu>
16. *Кузнецова Г.В.* Мировая торговля в условиях международной финансовой неопределенности // *Научные исследования и разработки. Экономика фирмы*. 2023. Т. 12. № 3. С. 33–39. EDN: <https://elibrary.ru/fhkknp>. <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2023-12-3-33-39>
17. *Мальцева В.А., Мальцев А.А.* Блокчейн и будущее международной торговли (Обзор доклада «Может ли блокчейн революционизировать мировую торговлю?») // *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика*. 2019. Т. 14. № 4. С. 191–198. EDN: <https://elibrary.ru/cfwwwd>. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2019-04-11>
18. *Морозова О.А.* Проблемы исследования цифровых платформ и связанных с ними экосистем как комплексного феномена современной экономики // *Финансы, деньги, инвестиции*. 2021. № 2(78). С. 30–37. EDN: <https://elibrary.ru/cbswgl>. [https://doi.org/10.36992/2222-0917\\_2021\\_2\\_30](https://doi.org/10.36992/2222-0917_2021_2_30)
19. *Криворучко С.В., Лопатин В.А., Небера А.С.* Трансформация инфраструктуры платежной отрасли в условиях перехода к цифровой экономике // *Экономика. Налоги. Право*. 2021. Т. 14. № 3. С. 30–43. EDN: <https://elibrary.ru/laqpsh>. <https://doi.org/10.26794/1999849x-2021-14-3-30-43>
20. *Chod J., Trichakis N., Yang S.A.* Platform tokenization: financing, governance, and moral hazard // *Management Science*. 2022. Vol. 68. Iss. 9. P. 6411–6433. EDN: <https://elibrary.ru/mxllua>. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.4225>
21. *Володина В.Н.* Депозитный токен новая цифровая валюта для Швейцарии // *Сберегательное дело за рубежом*. 2023. № 2. С. 42–55. EDN: <https://elibrary.ru/atrfcw>. [https://doi.org/10.36992/2782-5949\\_2\\_42](https://doi.org/10.36992/2782-5949_2_42)
22. *Володина В.Н.* Food token: новый цифровой актив стран БРИКС // *Банковские услуги*. 2023. № 12. С. 22–27. EDN: <https://elibrary.ru/adhxgv>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2023\\_12\\_22](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2023_12_22)
23. *Дюдикова Е.И., Куницына Н.Н.* Парадоксы имплементации цифрового рубля в денежный оборот // *Вопросы экономики*. 2024. № 4. С. 148–158. EDN: <https://elibrary.ru/xjoygs>. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-4-148-158>

24. Zetsche D.A., Arner D.W., Buckley R.P. Decentralized finance // *Journal of Financial Regulation*. 2020. Vol. 6. Iss. 2. C. 172–203. EDN: <https://elibrary.ru/zjifba>. <https://doi.org/10.1093/jfr/fjaa010>
25. Морозова О.А. Цифровой двойник клиента как перспективный технологический тренд в банкинге // Сберегательное дело за рубежом. 2022. № 1. С. 13–17. EDN: <https://elibrary.ru/xxszlp>. [https://doi.org/10.36992/75692\\_2022\\_1\\_13](https://doi.org/10.36992/75692_2022_1_13)

Статья поступила в редакцию 21.11.2024; одобрена после рецензирования 04.06.2025; принята к публикации 23.06.2025

Об авторе:

Акулинкин Станислав Сергеевич, кандидат экономических наук; научный сотрудник Института финансовых исследований; SPIN-код: 5437-2980; Researcher ID: JTW-3958-2023

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Rudakova O.S. On the technological component of financial stability. *Banking services*. 2022; (10):18–22. EDN: <https://elibrary.ru/dhgkkw>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2022\\_10\\_18](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2022_10_18) (In Russ.)
2. Chang V., Baudier P., Zhang H., Xu Q., Zhang J., Arami M. How blockchain can impact financial services – the overview, challenges and recommendations from expert interviewees. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020; 158:120166. EDN: <https://elibrary.ru/ijwmih>. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120166> (In Eng.)
3. Cocco L., Pinna A., Marchesi M. Banking on blockchain: costs savings thanks to the blockchain technology. *Future Internet*. 2017; 9(3):25. <https://doi.org/10.3390/fi9030025> (In Eng.)
4. Guo Y., Liang C. Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*. 2016; 2:24. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9> (In Eng.)
5. Amler H., Eckey L., Faust S., Kaiser M., Sandner P., Schlosser B. DeFi-ning DeFi: challenges and pathway. In: *2021 3rd Conference on Blockchain Research and Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS)*, 27–30.09.2021. Paris, 2021. P. 181–184. EDN: <https://elibrary.ru/rhucuj>. <https://doi.org/10.1109/BRAINS52497.2021.9569795> (In Eng.)
6. Chen Y., Bellavitis C. Blockchain disruption and decentralized finance: the rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*. 2020; 13:e00151. EDN: <https://elibrary.ru/btasor>. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151> (In Eng.)
7. Popova E.M., Stepkina Ju.A., Solovyov N.A. Cross-border payments in cryptocurrency in modern conditions. *Finances, money, investments*. 2023; (2(86)):9–15. EDN: <https://elibrary.ru/xdzvxw>. [https://doi.org/10.36992/2222-0917\\_2023\\_2\\_9](https://doi.org/10.36992/2222-0917_2023_2_9) (In Russ.)
8. Katona T. Decentralized finance – the possibilities of a blockchain “Money Lego” system. *Financial and Economic Review*. 2021; 20(1):74–102. EDN: <https://elibrary.ru/hrckzj>. <http://doi.org/10.33893/FER.20.1.74102> (In Eng.)
9. Carter N., Jeng L. DeFi protocol risks: the paradox of DeFi. *Regtech, Suptech and Beyond: Innovation and Technology in Financial Services. RiskBooks*. 2021. 36 p. <http://doi.org/10.2139/ssrn.3866699> (In Eng.)
10. Puschmann T., Huang-Sui M. A taxonomy for decentralized finance. *International Review of Financial Analysis*. 2024; 92:103083. EDN: <https://elibrary.ru/bqyqrt>. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103083> (In Eng.)
11. Abramova M.A. Research of the development of decentralized finance in the context of banking business. *News of the Saint Petersburg State University of Economics*. 2024; (3(147)):14–18. EDN: <https://elibrary.ru/kswhyu> (In Russ.)

12. Medvedeva M.B., Zhizhenko J.P. Decentralized finance in China: the formation of the blockchain ecosystem and the digital Yuan. *Banking services*. 2023; (5):32–38. EDN: <https://elibrary.ru/lrbnyc>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2023\\_5\\_32](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2023_5_32) (In Russ.)
13. Schär F. Decentralized finance: on blockchain- and smart contract-based financial markets. *Review – Federal Reserve Bank of St. Louis*. 2021; 103(2):153–174. EDN: <https://elibrary.ru/yjpbrp>. <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74> (In Eng.)
14. Li D., Ma C., Li H., Yang J. The adoption of blockchain and financing constraints: evidence from China. *International Review of Economics and Finance*. 2024; 96(B):103672. EDN: <https://elibrary.ru/dxmjgi>. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103672> (In Eng.)
15. Savinov Yu.A., Zelenuk A.N., Taranovskaja E.V. Blockchain technology in international trade. *Russian Foreign Economic Journal*. 2020; (8):63–85. EDN: <https://elibrary.ru/xickcu> (In Russ.)
16. Kuznecova G.V. World trade under international financial uncertainty. *Scientific Research and Development. Economics of the Firm*. 2023; 12(3):33–39. EDN: <https://elibrary.ru/fhkkn>. <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2023-12-3-33-39> (In Russ.)
17. Maltseva V.A., Maltsev A.A. Blockchain and the future of global trade (Review of the WTO report "Can blockchain revolutionize international trade?"). *International Organizations Research Journal*. 2019; 14(4):191–198. EDN: <https://elibrary.ru/cfwwwd>. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2019-04-11> (In Russ.)
18. Morozova O.A. Problems of digital platforms and related ecosystems research in the complex phenomenon of modern economy. *Finances, money, investments*. 2021; (2/78):30–37. EDN: <https://elibrary.ru/cbswgl>. [https://doi.org/10.36992/2222-0917\\_2021\\_2\\_30](https://doi.org/10.36992/2222-0917_2021_2_30) (In Russ.)
19. Krivoruchko S.V., Lopatin V.A., Nebera A.S. Transformation of the payment industry infrastructure in the context of the transition to the digital economy. *Economics, taxes, law*. 2021; 14(3):30–43. EDN: <https://elibrary.ru/laqpsh>. <https://doi.org/10.26794/1999849x-2021-14-3-30-43> (In Russ.)
20. Chod J., Trichakis N., Yang S.A. Platform tokenization: financing, governance, and moral hazard. *Management Science*. 2022; 68(9):6411–6433. EDN: <https://elibrary.ru/mxllua>. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.4225> (In Eng.)
21. Volodina V.N. The deposit token new digital currency for Switzerland. *Savings business abroad*. 2023; (2):42–55. EDN: <https://elibrary.ru/atrfcw>. [https://doi.org/10.36992/2782-5949\\_2\\_42](https://doi.org/10.36992/2782-5949_2_42) (In Russ.)
22. Volodina V.N. Food token: a new digital asset for the BRICS countries. *Banking services*. 2023; (12):22–27. EDN: <https://elibrary.ru/adhxgv>. [https://doi.org/10.36992/2075-1915\\_2023\\_12\\_22](https://doi.org/10.36992/2075-1915_2023_12_22) (In Russ.)
23. Dyudikova E.I., Kunitsyna N.N. Paradoxes of the digital ruble implementation in monetary turnover. *Voprosy ekonomiki*. 2024; (4):148–158. EDN: <https://elibrary.ru/xjoys>. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-4-148-158> (In Russ.)
24. Zetzsche D.A., Arner D.W., Buckley R.P. Decentralized Finance. *Journal of Financial Regulation*. 2020; 6(2):172–203. EDN: <https://elibrary.ru/zjfba>. <https://doi.org/10.1093/jfr/fjaa010> (In Eng.)
25. Morozova O.A. Digital twin of the customer as a promising technological trend in the banking sector. *Savings business abroad*. 2022; (1):13–17. <https://elibrary.ru/xxszlp>. [https://doi.org/10.36992/75692\\_2022\\_1\\_13](https://doi.org/10.36992/75692_2022_1_13) (In Russ.)

The article was submitted 21.11.2024; approved after reviewing 04.06.2025; accepted for publication 23.06.2025

*About the author:*

**Stanislav S. Akulinkin**, Candidate of Economic Sciences; Research Fellow at the Institute for Financial Research; SPIN: 5437-2980; Researcher ID: JTW-3958-2023

*The author has read and approved the final version of the manuscript.*

## Научная статья

УДК 338

JEL: L10, L20, L60, O14, O25, O33

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.488-504>

## Экономическая оценка целесообразности внедрения квантовых коммуникаций в энергетической отрасли

Лобов Даниил Сергеевич<sup>1</sup><sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет; Санкт-Петербург, Россия<sup>1</sup>[d.lobov96@yandex.ru](mailto:d.lobov96@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9548-2502>**Аннотация**

Цель – оценка экономической целесообразности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности на примере объектов энергетической отрасли.

**Методы.** В работе применяется авторская модель оценки экономической эффективности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности, основанная на подходах к анализу вероятности реализации рисков, связанных с созданием квантового компьютера, а также к оценке инвестиций, необходимых для внедрения инновационных решений в области квантовых коммуникаций. Расчет проведен на примере ПАО «Русгидро», данные по компании собраны в открытых источниках и годовых отчетах.

**Результаты работы.** Проведена апробация модели оценки экономической эффективности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности. Улучшена «теорема Москва» в области прогнозирования сроков квантовой трансформации с учетом фактора экономической эффективности инвестиционного проекта. Разработаны рекомендации по внедрению оборудования квантового распределения ключей и постквантовых алгоритмов в долгосрочной перспективе.

**Выводы.** Предложенная оригинальная модель позволяет оценить экономическую эффективность внедрения технологий квантовых коммуникаций, а обновленная «теорема Москва» – определить экономически обоснованные сроки реализации квантовой трансформации. Исследование показало, что квантовые коммуникации могут представлять наибольший интерес для компаний-владельцев ключевых объектов критической информационной инфраструктуры, обеспечивающих высокие показатели выручки. Чем выше децентрализация инфраструктурных объектов и ниже риск финансовых потерь в результате простоя, тем менее экономически эффективны проекты по внедрению квантовых коммуникаций. Так, для защиты множества интеллектуальных подстанций в рамках Smart Grid рекомендуется применять постквантовые математические алгоритмы, не требующие значительных капитальных вложений. Полученные результаты могут представлять практическую пользу для участников квантового рынка в России: регулятора, научно-исследовательских центров, коммерческих разработчиков решений, потенциальных клиентов.

**Ключевые слова:** квантовая трансформация, квантовые коммуникации, квантовый компьютер, экономическая модель, управление инновациями

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Лобов Д. С. Экономическая оценка целесообразности внедрения квантовых коммуникаций в энергетической отрасли // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 488–504

EDN: <https://elibrary.ru/qtyvzq>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.488-504>

© Лобов Д. С., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Economic assessment of reasonability of introducing quantum communications in the energy sector

Daniil S. Lobov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University; Saint Petersburg, Russia

<sup>1</sup>d.lobov96@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9548-2502>

### Abstract

**Purpose:** evaluation of economic reasonability of quantum transformation of the information security function using the example of energy sector facilities.

**Methods:** the paper uses the author's model for assessing the economic efficiency of quantum transformation of the information security function, based on approaches to analyzing the probability of risks associated with the creation of a quantum computer, as well as to assessing the investments required to implement innovative solutions in the field of quantum communications. The calculation was carried out on the example of PJSC RusHydro; data on the company were collected from open sources and annual reports.

**Results:** the model for assessing the economic efficiency of quantum transformation of the information security function was tested. The Mosca's Theorem was improved in the field of forecasting the timing of quantum transformation, taking into account the factor of economic efficiency of investment projects. Recommendations for implementing quantum key distribution equipment and post-quantum algorithms in the long term were developed.

**Conclusions and Relevance:** the proposed original model allows assessing the economic efficiency of implementing quantum communications technologies, and the updated Mosca's Theorem allows determining the economically justified timeframes for quantum transformation. The study showed that quantum communications may be of greatest interest to companies that own key critical information infrastructure facilities that provide high revenue figures. The higher the decentralization of infrastructure facilities is and the lower the risk of financial losses due to downtime is, the less economically efficient the projects for implementing quantum communications are. Thus, to protect multiple intelligent substations within the Smart Grid, it is recommended to use post-quantum mathematical algorithms that do not require significant capital investments. The results obtained may be of practical use for participants in the quantum market in Russia: the regulator, research centers, commercial developers of solutions, and potential clients.

**Keywords:** quantum transformation, quantum communications, quantum computer, economic model, innovation management

**Conflict of Interest.** The author declares that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Lobov D. S. Economic assessment of reasonability of introducing quantum communications in the energy sector. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):488–504. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/qtyvzq>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.488-504>

© Lobov D. S., 2025

### Введение

Квантовые коммуникации – область знаний и технологий, связанных с передачей квантовых состояний в пространстве. Базовой технологией квантовых коммуникаций является квантовое распределение ключей: устройство передачи сигнала (источник фотонов) транслирует квантовое состояние с применением оптоволоконного или воздушного каналов на устройство приема (детектор фотонов). Переданная последовательность квантовых состояний служит основанием для формирования симметричного ключа шифрования [1]. Функциональные преимущества квантового распределения ключей заключаются в повышении устойчивости систем в условиях растущих рисков информационной безопасности.

Согласно авторскому определению, квантовая трансформация информационной безопасности

– это процесс внедрения элементов квантовых коммуникаций в архитектуру информационной безопасности объекта. В результате квантовой трансформации изменяется подход к работе с ключами шифрования, повышается устойчивость криптографии: симметричные квантовые ключи автоматически передаются по закрытым каналам связи и загружаются в средства криптографической защиты информации (СКЗИ) с применением квантовых устройств и специальных интерфейсов. Традиционно симметричные ключи передаются либо вручную, доверенными курьерами, либо по открытым каналам связи, зашифрованные с помощью менее устойчивых симметричных алгоритмов, без использования дополнительной специализированной аппаратуры.

В настоящее время продолжаются попытки перехода от теории применения квантовых коммуникаций в системах интеллектуальных сетей энергоснабжения Smart Grid к практике [2, 3]. Еще в

2013 г. в США был реализован крупный проект по пилотированию устройств квантового распределения ключей с применением энергетических установок компании General Electric. В соответствии с планом НИОКР Национальная лаборатория Oak Ridge заявляла о возможности создания недорогих узлов квантового распределения ключей (КРК) – AQCESS (Accessible QKD for Cost-Effective Secret Sharing), доступных к одновременной работе на одном квантовом канале, а также совместимых с существующими на тот момент протоколами связи для бесшовной интеграции с существующими компонентами сети. Помимо Oak Ridge National Laboratory и GE Global Research, в проекте принял участие крупный поставщик квантового оборудования, ID Quantique. Реализация осуществлялась под эгидой Министерства энергетики США<sup>1</sup>.

Можно предположить, что первые результаты НИОКР удовлетворили команду исследователей, так как в 2017 г. при поддержке Министерства энергетики США был запущен проект по увеличению протяженности квантового распределения ключа и разработке новых протоколов связи для обеспечения аутентификации и целостности данных с применением квантовых сетей<sup>2</sup>.

Одним из результатов проекта стало успешное применение в 2021 г. оборудования Qubitekk на сети компании EPB Quantum Network для защиты связи между электрической подстанцией и распределительным центром. Квантовое распределение ключа позволило повысить устойчивость шифрования применяемой на предприятии системы SCADA. Расстояние между точками составило 3,4 км. Передача ключа осуществлялась по выделенному оптоволоконному каналу, проложенному по опорам, в связи с чем наблюдалось влияние агрессивной внешней среды, включая порывы ветра и изменение температур. Незначительное снижение скорости передачи ключа в результате работы в сложных условиях не оказало негативного влияния на достижение поставленной исследователями задачи [4].

В 2020 г. была опубликована статья китайских исследователей [5], посвященная применению устройств КРК на объектах энергетической отрасли. Целью проекта стало тестирование возможности применения квантового VPN для защиты процесса удаленного управления оборудованием с подключением Национального центра диспетчерского управления электроэнергией, Регионально-

го центра диспетчерского управления и электростанции. Расстояние между точками составило более 60 км. Крупнейший поставщик квантового оборудования в Китае, QuantumCTEК, заявляет, что аналогичные решения компании по распределению ключей применяются для защиты систем SCADA как минимум 4-х объектов энергетической инфраструктуры.

Учитывая международный практический опыт, автор данной работы предполагает, что внедрение квантовых коммуникаций в качестве инструмента информационной безопасности может представлять интерес для энергетических компаний-владельцев объектов критической информационной инфраструктуры в связи с возможностью снижения экономических рисков, обусловленных потенциальными последствиями киберпреступлений, в результате применения устройств квантового распределения ключей, обеспечивающих автоматическую передачу и загрузку симметричных ключей в средства криптографической защиты информации, исключающих необходимость применения менее стабильных асимметричных алгоритмов, а также передачи токенов доверенными курьерами. Для доказательства данной гипотезы автор провел исследование места и роли квантовых коммуникаций в системе информационной безопасности энергетического предприятия, оценил объем затрат на трансформацию инфраструктуры с применением квантового компонента и дал экономическую оценку рисков, связанных с отсутствием квантового уровня безопасности сети в долгосрочной перспективе.

### Обзор литературы и исследований

Изучение источников, посвященных статистике инцидентов на объектах энергетической инфраструктуры [6, 7], показывает, что наиболее результативные атаки хакеров связаны с недостаточной подготовкой персонала и подрывными действиями сотрудников самих организаций. Борьба с наиболее актуальными угрозами лежит в первую очередь в периметре административной работы: своевременная установка патчей и обновление программного обеспечения сотрудниками ИТ, обучение персонала, а также сегментация сетей.

Возникает вопрос – необходимо ли применение квантовых коммуникаций для защиты от потенциальных угроз, например, квантового компьютера. Ключевые риски, связанные с квантовым компью-

<sup>1</sup> Practical Quantum Security for Grid Automation // U.S. Department of Energy. 2017. URL: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/04/f34/ORN\\_L\\_Practical\\_Quantum\\_Security\\_FactSheet\\_0.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/04/f34/ORN_L_Practical_Quantum_Security_FactSheet_0.pdf) (дата обращения: 18.02.2025)

<sup>2</sup> Quantum Physics Secured Communications for the Energy Sector // U.S. Department of Energy. 2021. URL: [https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-08/Quantum%20Physics%20Secured%20Communications%20for%20the%20Energy%20Sector%20-%20ORN\\_L\\_508.pdf](https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-08/Quantum%20Physics%20Secured%20Communications%20for%20the%20Energy%20Sector%20-%20ORN_L_508.pdf) (дата обращения: 18.02.2025)

тером, заключаются прежде всего в возможном получении доступа к данным, зашифрованным асимметричным ключом RSA [8], в то время как, например, алгоритм симметричного шифрования AES останется устойчивым даже в новых условиях [9]. Таким образом, функциональное применение квантовых коммуникаций сужается до промышленных систем, применяющих шифрование RSA. Действительно, такие системы есть и довольно распространены в условиях развития Индустрии 4.0. Прежде всего, это SCADA (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition) – программно-аппаратный комплекс сбора данных и диспетчерского контроля.

Роль технологии SCADA значительна в цифровизации промышленных объектов, в связи с чем аспекты ее информационной безопасности подробно исследуются экспертами. Опыт прошлых кибератак показывает [10], что компрометация систем SCADA может привести к экономическому и, в некоторых случаях, физическому ущербу для населения. Ряд авторов предлагает новые подходы к обеспечению защиты SCADA как с применением квантового распределения ключей, так и математических постквантовых алгоритмов [11–13].

Преимущества постквантовых алгоритмов заключаются в отсутствии необходимости закупки дорогостоящих устройств квантового распределения ключей [14, 15], а также в возможности защиты беспроводных сетей при отсутствии доступа к воздушным каналам [16]. При этом стоит отметить, что внедрение более «тяжелых» алгоритмов шифрования все же потребует выделения дополнительных вычислительных мощностей, также отсутствует гарантия долгосрочной устойчивости постквантового шифрования с учетом риска создания улучшенных квантовых компьютеров.

Большинство работ, посвященных вопросам стратегического развития квантовых коммуникаций, рассматривает факторы формирования рынка устройств квантового распределения ключей. Барьеры коммерциализации, выявленные в 2014–2015 гг., включали недостаточность сертификации и стандартизации оборудования и технологий, низкое качество послепродажного обслуживания, отсутствие необходимой телекоммуникационной

инфраструктуры [17]. До сих пор нерешенной задачей остается создание «квантового повторителя», позволяющего транслировать состояние фотона на протяженные расстояния [18, 19]. Актуальные исследования отмечают зоны развития в области регуляторных мер поддержки (требуется разработка новых законодательных актов для интенсификации применения устройств квантового распределения ключей на объектах критической инфраструктуры) [20], повышения вовлеченности представителей науки, государственного управления и бизнеса в вопросы практического применения технологии [21].

При этом авторы отмечают позитивную динамику развития отрасли: осуществляется переход исследований с этапа научно-исследовательских работ (НИР) на опытно-конструкторские работы (ОКР) [22], наблюдается определенный прогресс в области стандартизации<sup>3</sup>, что свидетельствует о росте уровня технологической готовности решений. Рост уровня коммерческой готовности подтверждается участием таких крупных технологических компаний, как Toshiba и Huawei, в создании квантовой инфраструктуры [23, 24]. При участии крупного бизнеса в 16-ти странах созданы тестовые полигоны для апробации квантовых сетей [25]. Исследователи уже сейчас рекомендуют организациям обратить внимание на повышение их уровня «квантовой готовности» [26]. Успешность развития высокотехнологичного направления подтверждается данными по рынку: совокупная выручка компаний квантовой экосистемы в Российской Федерации стремится к 1 млрд руб. в условиях реализации мер государственной поддержки, прогнозируется рост объема международного рынка до 36 млрд долл. в 2040 г.<sup>4</sup>

Ряд исследований затрагивает вопросы отраслевого применения технологий квантового распределения ключей. Отмечается значимая роль ОАО «РЖД» в развитии квантовых коммуникаций с учетом протяженности оптоволоконных сетей компании [27]. Проведены работы по анализу перспектив внедрения квантовых коммуникаций в транспортной [28], энергетической<sup>5</sup> и финансовой отраслях<sup>6</sup>. Подчеркиваются возможности применения технологии в целях защиты каналов

<sup>3</sup> Popa A.B., Popescu P.G. The Future of QKD Networks // arXiv preprint. arXiv:2407.00877. 01.07.2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.00877>

<sup>4</sup> Там же

<sup>5</sup> Салыгин В.И., Лобов Д.С. Перспективы применения технологий квантового распределения ключей на примере объектов нефтегазовой отрасли // Дружковский вестник. 2023. № 1(51). С. 246–253. EDN: <https://elibrary.ru/whyeqq>. <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2023-1-246-253>

<sup>6</sup> Bishwas A.K., Sen M. Strategic roadmap for quantum-resistant security: a framework for preparing industries for the quantum threat // arXiv preprint arXiv:2411.09995. 15.10.2024.

центров обработки данных [18]. В долгосрочной перспективе развитие квантовых коммуникаций будет обеспечиваться не только за счет продажи решений квантового распределения ключей в сегменте информационной безопасности, но и благодаря формированию фундаментально новых рынков, созданию «квантового интернета»<sup>7</sup>.

Недостаточное освещение получают вопросы экономической выгоды конечных клиентов от внедрения устройств квантового распределения ключей, являющейся основой спроса, силу которого на рынке квантовых коммуникаций можно поставить под сомнение в случае сокращения мер государственной поддержки. В соответствии с выводами Тайгелера Х. с соавторами<sup>8</sup>, исследовавшего на примере облачных сервисов специфику действий регуляторов, ответственных за сертификацию, инновационные рынки могут столкнуться с замедлением принятия мер, направленных на создание регуляторного фреймворка, в том случае, если не наблюдается одновременного действия двух рыночных сил: технологического давления (англ. *technology push*), приводящего к созданию прорывных решений в результате научно-технического прогресса, и рыночного притяжения (англ. *demand/market pull*), вызванного нарастающим спросом клиентов на инновации для удовлетворения их потребностей [29]. Таким образом, недостаточная активность регулятора в области квантовых коммуникаций может свидетельствовать о низкой силе «рыночного притяжения» и ожиданиях слабого экономического эффекта от внедрения устройств квантового распределения ключей со стороны потребителей.

Хотя исследователи подчеркивают<sup>9</sup>, что одним из ключевых факторов, ограничивающих силу рыночного притяжения в области квантовых коммуникаций, является высокая стоимость устройств квантового распределения ключей, отсутствует методология оценки оптимальной с точки зрения конечного клиента стоимости, отражающей ожидания потенциальных выгод от применения технологии в реальных условиях, к которой необходимо стремиться разработчикам при формировании коммерческих предложений. Представленная в данной работе авторская математическая модель

позволяет закрыть выявленный пробел в научной литературе.

Автор также отмечает недостаток текущих теоретических положений в области долгосрочного планирования квантовой трансформации функции информационной безопасности квантовых технологий, заключающийся в отсутствии учета экономических параметров. Так, канадский физик Мишель Моска [30] предлагает теорему<sup>10</sup>, в соответствии с которой дата установки устройств квантового распределения ключей определяется на основе прогноза создания квантового компьютера и требований к сроку хранения секретной информации:

$$(X + Y) > Z, \quad (1)$$

где  $X$  – срок хранения чувствительных данных,  $Y$  – ожидаемый срок осуществления квантовой трансформации,  $Z$  – количество лет, оставшихся до создания квантового компьютера.

По мнению автора, теорема Моска не является достаточно актуальной для коммерческих организаций и может быть улучшена с учетом фактора экономической эффективности инвестиций.

### Материалы и методы

В работе применяется авторская модель оценки экономической эффективности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности, основанная на принципах методологии BIA (англ. *Business Impact Analysis*, рус. «анализ воздействия на бизнес») по исследованию влияния чрезвычайных ситуаций на бизнес. Стандарт проведения BIA (ISO/TS 22317:2015) включает рекомендации по оценке рисков воздействия угроз цифровой безопасности на непрерывность бизнеса (англ. *business continuity*). Простой оборудования, полученный в результате реализации кибер-угроз, приводит как к экономическим, так и репутационным издержкам организации. Подобный риск-ориентированный подход к оценке экономических эффектов является основным при обосновании внедрения решений цифровой безопасности.

В соответствии с авторской моделью расчет проводится в три этапа, в ходе которых осуществляется оценка:

<sup>7</sup> Jiang J.L., Luo M.X., Ma S.Y. Quantum network capacity of entangled quantum internet // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2024. Vol. 42. Iss. 7. P. 1900–1918. <https://doi.org/10.1109/jsac.2024.3380091>

<sup>8</sup> Teigeler H., Lins S., Sunyaev A. Technology-Push or Market-Pull – What Drives Certification Authorities to Perform Continuous Service Certification? // In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm and Uppsala, Sweden, June 8–14, 2019. URL: [https://aisel.aisnet.org/ecis2019\\_rp/29/](https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/29/) (дата обращения: 18.02.2025)

<sup>9</sup> Henry E. Economic Impact of Quantum Cryptography on Network Security Industries // SSRN. 24.09.2024. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4966117>

<sup>10</sup> What is the Mosca-theorem? // Utimaco. URL: <https://utimaco.com/service/knowledge-base/post-quantum-cryptography/what-mosca-theorem> (дата обращения: 22.06.2025)

- затрат на внедрение оборудования квантового распределения ключей (или постквантовых алгоритмов в качестве альтернативного решения);
- риска простоя оборудования, реализуемого в результате отсутствия проекта по внедрению квантового оборудования или постквантовых алгоритмов, в связи с применением квантового компьютера в ходе кибератаки на рассматриваемый объект критической инфраструктуры; стоит отметить, что на данном этапе также возможен учет риска репутационных издержек и падения стоимости ценных бумаг компании-владельца объекта;
- экономической эффективности квантовой трансформации на основе данных по затратам и рискам.

Исследование экономической эффективности квантовой трансформации было проведено на примере компании ПАО «Русгидро» – одного из ключевых участников рынка электроэнергии. Данные по количеству объектов критической инфраструктуры компании и результатам операционной деятельности были собраны из открытых источников и годовых отчетах.

### Результаты исследования

Модель оценки экономической эффективности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности

Оценка затрат на внедрение квантового оборудования производится по формуле:

$$QT_c = (A \times P_1) + (B \times P_2) + (C \times P_3) + (S \times P_4) + (PN \times P_5) + (L \times P_6) + (C \times P_7), \quad (2)$$

где  $QT_c$  – затраты на осуществление квантовой трансформации;  $A$  – количество квантовых узлов « $A$ » – передача сигнала и сопряженных с ними модулей управления ключами (МУК), средств криптографической защиты информации (СКЗИ), для локальной сети;  $P_1$  – стоимость внедрения одного квантового узла « $A$ » и сопряженного с ним модуля управления ключами (МУК) и средства криптографической защиты информации (СКЗИ);  $B$  – количество квантовых узлов « $B$ » – прием сигнала и сопряженных с ними МУК и СКЗИ, для локальной сети;  $P_2$  – стоимость внедрения одного квантового узла « $B$ » и сопряженных с ним МУК и СКЗИ;  $C$  – количество сопряженных квантовых узлов приема и передачи сигнала (модулей), применяемых для подключения локальной квантовой сети (через квантовые узлы « $B$ ») к магистральной;  $P_3$  – стоимость внедрения квантового модуля « $C$ » (узел приема и узел передачи);  $S$  – количество оптических коммутаторов для локальной сети топологии «точка-многоточ-

ка»;  $P_4$  – стоимость внедрения одного оптического коммутатора « $S$ »;  $PN$  – количество сотрудников информационной безопасности (ИБ) в организациях, проходящих квантовую трансформацию;  $P_5$  – стоимость повышения квалификации одного сотрудника;  $L$  – протяженность оптоволоконного канала, км;  $P_6$  – стоимость прокладывания одного км оптоволоконного канала;  $P_7$  – стоимость оказания услуги подключения локальной квантовой сети к магистральной квантовой сети в год (с применением узлов « $C$ »).

Визуальное изображение компонентов сети и связи между ними представлены на рис. 1.

Риски отказа от внедрения квантового распределения ключей (КРК) и постквантовых алгоритмов оцениваются в соответствии с формулой:

$$ER = QR \times AL, \quad (3)$$

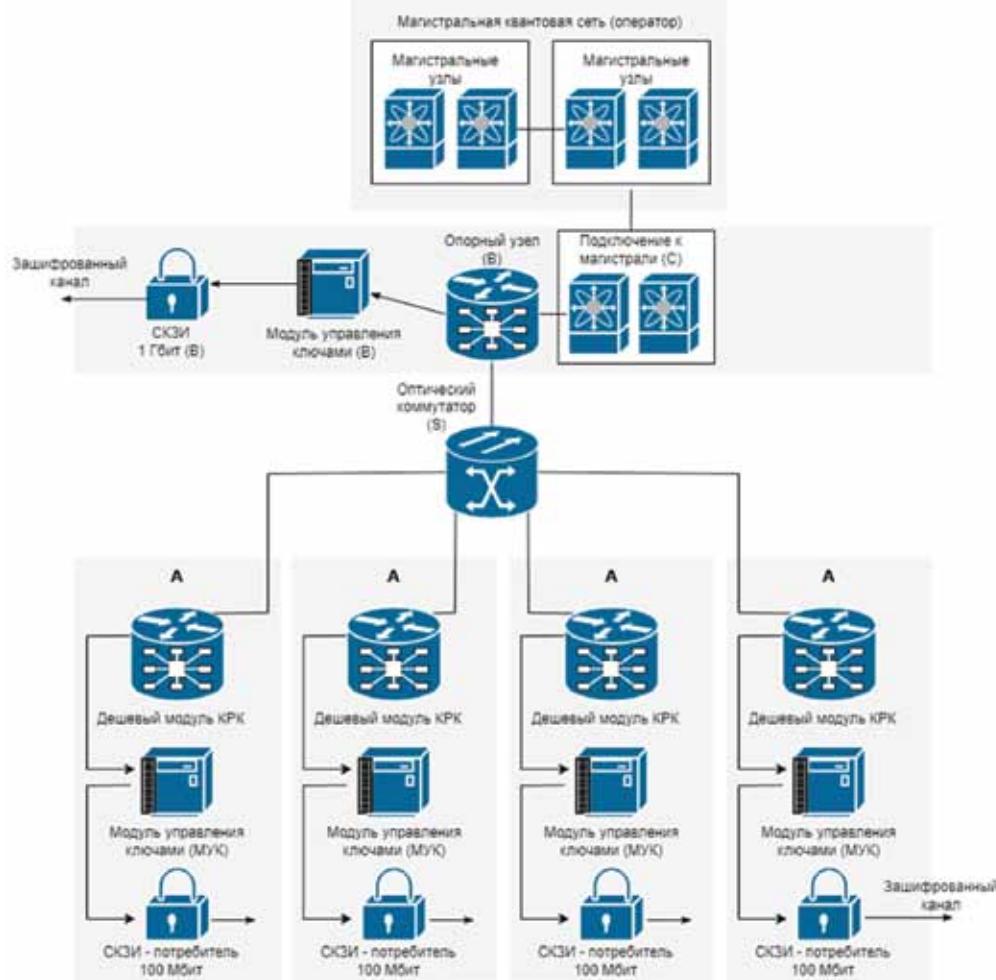
где  $ER$  – экономическая оценка рисков отказа от внедрения КРК и постквантовых алгоритмов;  $QR$  – риск применения квантового компьютера;  $AL$  – ожидаемые потери выручки от простоя оборудования в результате успешной квантовой кибератаки.

Риск применения квантового компьютера определяется в соответствии с данными ведущих аналитических агентств, публикующих прогнозы создания квантового компьютера, способного снизить устойчивость алгоритмов RSA. Ожидаемые потери выручки от простоя оборудования в результате успешной квантовой кибератаки рассчитываются по формуле:

$$AL = \frac{R}{\text{Количество часов работы в году}} \times T, \quad (4)$$

где  $AL$  – ожидаемые потери выручки от простоя оборудования в результате успешной квантовой кибератаки, руб.;  $R$  – выручка компании, руб.;  $T$  – максимальный ожидаемый простой оборудования в результате реализации успешной кибератаки, часов.

Показатель  $ER$  ежегодно увеличивается по мере роста  $QR$  (риска создания и применения квантового компьютера). Пересечение  $ER$  и  $QT_c$  в определенном временном периоде свидетельствует о необходимости внедрения устройств квантовых коммуникаций для снижения рисков квантовой атаки. В случае, если пересечение  $ER$  и  $QT_c$  не наблюдается в долгосрочном горизонте планирования (например, в течение 10 лет, то есть до 2035 г.), рекомендуется обратить внимание на возможность применения альтернативных методов защиты сетей от квантовой угрозы, например, на внедрение математических постквантовых алгоритмов. Стоимость внедрения постквантовых



Составлено автором.

Рис. 1. Схема компонентов локальной квантовой сети

Compiled by the author.

Fig. 1. Components of a local quantum network

алгоритмов можно оценить с применением метода бенчмаркинга по формуле:

$$PQ = ITB \times \alpha, \quad (5)$$

где  $PQ$  – затраты на постквантовую трансформацию;  $\alpha$  – бенчмарк стоимости постквантовой трансформации (% от бюджета в области информационных технологий (ИТ));  $ITB$  – бюджет ИТ-организаций, проходящих квантовую трансформацию.

Стоит отметить, что возможно развитие предложенной модели с учетом операционных затрат на поддержание работы квантовой сети. При выборе периода оценки предлагается ориентироваться на срок в 3 года (требование к сроку амортизации средств криптографической защиты информации):

$$QTtco = QTc + (QTqc \times \delta \times t) + (C \times P_7 \times t), \quad (6)$$

где  $QTtco$  – полная стоимость владения квантовой сетью;  $QTqc$  – затраты на осуществление квантовой трансформации за вычетом затрат на обучение персонала, прокладку оптоволоконного канала и закупку услуг квантовой сети (чистые затраты на внедрение квантовой сети);  $\delta$  – бенчмарк ежегодной стоимости поддержания работы квантовой сети к чистым затратам на ее внедрение, %;  $t$  – период оценки (предлагается ориентироваться на срок амортизации СКЗИ за вычетом первого года внедрения).

Стоимость подключения к магистральной квантовой сети ( $C \times P_7 \times t$ ) не учитывается в случае проекта по созданию изолированной локальной квантовой сети.

Риски отказа от внедрения КРК и постквантовых алгоритмов в рамках данного подхода также оцениваются кумулятивно:

$$ERc = \sum_{i=1}^n ER_i, \quad (7)$$

где  $ERc$  – совокупная экономическая оценка рисков отказа от внедрения КРК и постквантовых алгоритмов;  $ER_i$  – экономическая оценка рисков отказа от внедрения КРК и постквантовых алгоритмов за отдельный год.

#### Сценарии проведения квантовой трансформации

Применим авторскую модель оценки экономической эффективности квантовой трансформации на примере компании ПАО «Русгидро». Данные для проведения анализа взяты из открытых источников, преимущественно годовых отчетов компании.

Предположим, что руководство «Русгидро» примет решение внедрить квантовые коммуникации на сетях по следующим трем сценариям.

1. Защита канала между Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 и 3-мя подстанциями («Южно-Сахалинская» ПС, ПС «Шахтерская», ПС «Южная») в рамках локальной квантовой сети. Требуется установка одного устройства приема сигнала и 3-х передатчиков.
2. Защита каналов между 66-ю<sup>11</sup> генерирующими объектами компании (гидроэлектростанции, тепловые электростанции, геотермальные электростанции, солнечные электростанции, ветровые электростанции) и 427-ю трансформаторными подстанциями мощностью от 110 до 220 кВ с подключением к магистральной квантовой сети. Требуется установка 66-ти устройств приема сигнала и 427-ми передатчиков. Осуществляется подключение локальных сетей к квантовой магистральной сети.
3. Защита каналов между 427-ю подстанциями мощностью от 110 до 220 кВ и 22525-ю подстанциями мощностью 6–35 кВ<sup>12</sup>. Необходимо установить 2253 устройства приема сигнала и 22525 передатчиков, так как к одному устройству приема может быть подключено не более

10-ти передатчиков (также на 1 устройство приема приходится 1 оптический коммутатор). Осуществляется подключение локальных сетей к квантовой магистральной сети.

В случае, если установка устройств квантового распределения ключей не будет представлять экономический интерес, предлагается оценить стоимость внедрения постквантовых алгоритмов.

Результаты предварительных расчетов приведены в табл. 1. Обоснование количества объектов квантовой инфраструктуры приведено выше по тексту, стоимости установки и обслуживания оборудования основываются на индикативной оценке автора в результате сбора информации от вендоров на рынке квантовых устройств в течение 2024 г. и могут изменяться. Показатели  $L$  и  $PN$  не учитываются в упрощенном расчете. В качестве ориентировочного периода предлагается взять 2 года функционирования оборудования плюс 1 год внедрения. Итоговые результаты анализа учитывают инфляционные ожидания и представлены в динамике до 2040 г. **далее.**

Оценим риски отказа от внедрения КРК и постквантовых алгоритмов с учетом вероятности создания квантового компьютера и потенциала простого оборудования в результате успешной квантовой атаки.

Вероятность успешного создания квантового компьютера основана на опросах экспертов квантовой индустрии<sup>13</sup> (в основу оценки вероятности создания лег отчет McKinsey, применяется понижающий индикативный коэффициент  $x2$ , учитывающий консервативные прогнозы создания функционирующего квантового компьютера<sup>14</sup>, а также заявления лидеров индустрии<sup>15</sup>), она увеличивается с 5% в 2025 г. до 69% в 2040 г., с неравномерными темпами роста в периодах 2025–2030 гг. и 2031–2040 гг.

Определим риски потери выручки от простого оборудования в результате успешной квантовой кибератаки, учитывая, что бенчмарк по времененным

<sup>11</sup> География деятельности. Годовой отчет 2022 // Русгидро. URL: <https://ar2022.rushydro.ru/ru/company-profile/geography> (дата обращения: 22.06.2025)

<sup>12</sup> Производственные и операционные результаты. Годовой отчет 2021 // Русгидро. URL: [https://ar2021.rushydro.ru/3/Proizvodstvennye\\_i\\_operatsionnye\\_rezul'taty/](https://ar2021.rushydro.ru/3/Proizvodstvennye_i_operatsionnye_rezul'taty/) (дата обращения: 22.06.2025)

<sup>13</sup> Enabling the next frontier of quantum computing // McKinsey. 19.09.2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/tech-forward/enabling-the-next-frontier-of-quantum-computing> (дата обращения: 18.02.2025)

<sup>14</sup> Timelines: When can we expect a useful quantum computer? // Introduction to Quantum Computing for Business. URL: <https://introtoquantum.org/essentials/timelines/> (дата обращения: 18.05.2025)

<sup>15</sup> Is Nvidia's Jensen Huang Right About Quantum Computing? Huang predicted it will be 15 to 30 years before the technology is commercially viable // Observer. 14.01.2025. URL: <https://observer.com/2025/01/is-nvidias-jensen-huang-right-about-quantum-computing/> (дата обращения: 18.05.2025)

Таблица 1

**Оценка затрат на внедрение оборудования квантового распределения ключей в соответствии с тремя сценариями на момент 2025 г.**

Table 1

**Cost estimation for implementing quantum key distribution equipment in accordance with 3 scenarios as of 2025**

Показатель	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
A	3 ед.	427 ед.	22 525 ед.
P <sub>1</sub>	6 млн руб.	6 млн руб.	6 млн руб.
A*P <sub>1</sub>	18 млн руб.	2562 млн руб.	135150 млн руб.
B	1 ед.	66 ед.	2253 ед.
P <sub>2</sub>	40 млн руб.	40 млн руб.	40 млн руб.
B*P <sub>2</sub>	40 млн руб.	2640 млн руб.	90120 млн руб.
C	-	66 ед.	2253 ед.
P <sub>3</sub>	-	33 млн руб.	33 млн руб.
C*P <sub>3</sub>	-	2178 млн руб.	74349 млн руб.
S	1 ед.	66 ед.	1151 ед.
P <sub>4</sub>	1 млн руб.	1 млн руб.	1 млн руб.
S*P <sub>4</sub>	1 млн руб.	66 млн руб.	1151 млн руб.
PN; L	Отсутствуют в упрощенном расчете		
P <sub>7</sub>	1,5 млн руб.	1,5 млн руб.	1,5 млн руб.
C*P <sub>7</sub>	-	99 млн руб.	3380 млн руб.
QTc	59 млн руб.	7545 млн руб.	304150 млн руб.
QTqc	59 млн руб.	7446 млн руб.	300770 млн руб.
δ	20%	20%	20%
t	2 года	2 года	2 года
(QTqc*δ*t)	23,6 млн руб.	2978,4 млн руб.	120308 млн руб.
(C*P <sub>7</sub> *t)	-	198 млн руб.	6759 млн руб.
QTtco	82,6 млн руб.	10721,4 млн руб.	431217 млн руб.

Составлено автором.

Compiled by the author.

показателям простого оборудования промышленных компаний в результате реализации атак с применением программ-вымогателей (ransomware) – 5 дней<sup>16</sup>.

Объем выручки в зоне риска по первому сценарию оценивается на основании данных по мощности ТЭЦ и стоимости электроэнергии в регионе. Так, при мощности 150 МВт и стоимости 6–7 руб. за кВт•ч, годовая выручка составляет около 8,5 млрд руб. С учетом коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) 50% выручка составляет около 4,3 млрд руб. В более масштабных сценариях 2 и 3 предлагается применение упрощенного индикативного расчета: в 2024 г. выручка ПАО «Русгидро» составила 642,9 млрд рублей с

темпом роста +12,9 % год к году<sup>17</sup>. Так как полный вывод инфраструктуры из строя на всех объектах в федеральном масштабе представляется маловероятным даже в сценарии квантовой атаки, предположим, что потенциальная угроза затронет 10% инфраструктуры или в зону риска попадет 10% выручки. Оценка потенциальных рисков в результате отсутствия проекта внедрения квантового оборудования, учитывающая данные вводные, представлена в табл. 2.

Предварительный анализ собранных материалов показал, что внедрение квантовых коммуникаций на объектах ПАО «Русгидро» не является экономически обоснованным решением в краткосрочной перспективе ни в одном из сценариев (табл. 3).

<sup>16</sup> Тёмные хроники: к чему привела атака на Colonial Pipeline // Kaspersky ICT CERT. 21.05.2021. URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2021/05/21/darkchronicles-the-consequences-of-the-colonial-pipeline-attack/> (дата обращения: 23.06.2025)

<sup>17</sup> Финансовая отчетность по МСФО за 2024 год // Русгидро. 2024. URL: <https://rushydro.ru/investors/events/finansovaya-otchetnost-po-msfo-za-2024-god/> (дата обращения: 23.06.2025)

Таблица 2

**Оценка потенциальных рисков в результате отсутствия проекта внедрения квантового оборудования и экономическая эффективность квантовой трансформации в соответствии с тремя сценариями на момент 2025 г.**

Table 2

**Assessment of potential risks resulting from the absence of a project for the introduction of quantum equipment and the economic efficiency of quantum transformation in accordance with 3 scenarios as of 2025**

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
R	4,3 млрд руб.	725,8 млрд руб.	725,8 млрд руб.
Под угрозой простоя	100%	10%	100%
Потенциальная потеря выручки	4,3 млрд руб.	72,58 млрд руб.	725,8 млрд руб.
Количество часов работы в году	8760	8760	8760
T	120	120	120
AL	58,9 млн руб.	994 млн руб.	9942 млн руб.
QR	5,14%	5,14%	5,14%
ER	3 млн руб.	51 млн руб.	511 млн руб.

Составлено автором.

Compiled by the author.

Таблица 3

**Оценка экономической целесообразности проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности в соответствии с тремя сценариями на момент 2025 г.**

Table 3

**Assessment of the benefits of implementing quantum key distribution using a risk-based approach in accordance with 3 scenarios as of 2025**

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
ER	3 млн руб.	51 млн руб.	511 млн руб.
QTc	59 млн руб.	7545 млн руб.	304150 млн руб.

Составлено автором.

Compiled by the author.

При этом очевидна зависимость: экономическая эффективность потенциальных проектов квантовой трансформации функции информационной безопасности увеличивается при точечной защите ключевых объектов критической информационной инфраструктуры. Покрытие многочисленных подстанций с незначительным весом в обеспечении выручки организации считается избыточным.

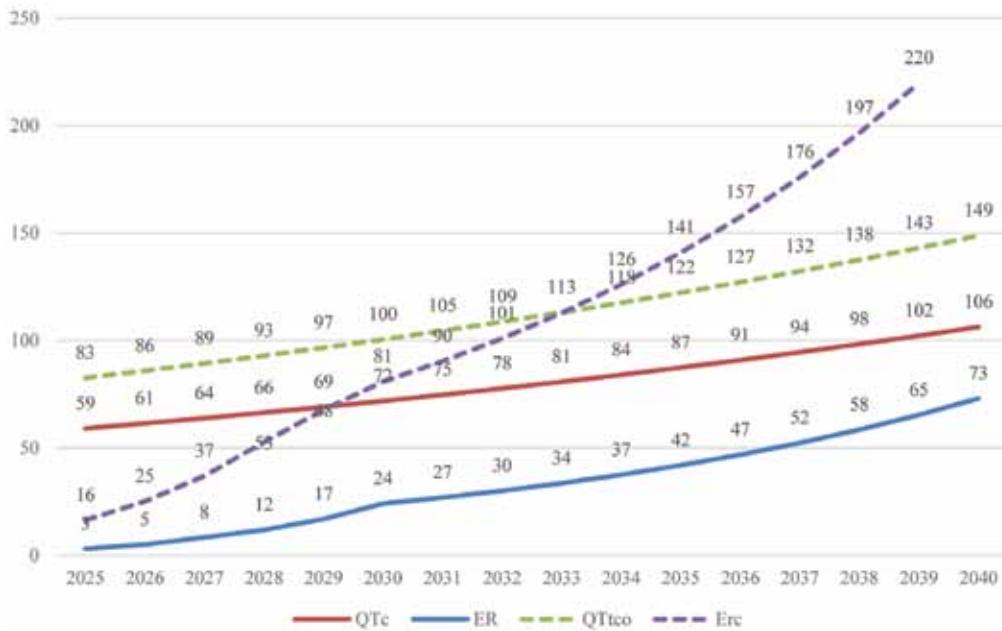
Далее предлагается рассмотреть прогноз экономической привлекательности проекта в динамике. Прогноз показателей до 2040 г. с учетом инфляции представлен на рис. 2. Согласно результатам расчета, проведение квантовой трансформации может представлять интерес в 2033 г. при учете совокупной экономической оценки рисков и полной стоимости владения локальной квантовой сетью.

Проведение расчета показало, что внедрение квантового оборудования по сценарию 2 не представляет экономического интереса: риски потери выручки от простоя значительно ниже, чем сто-

имость проведения квантовой трансформации. Проект может представлять интерес в том случае, если в зону риска применения квантового компьютера будет попадать более 10% всей информационной инфраструктуры компании (рис. 3). Однако сценарий, в котором успешная кибератака приводит к массовому простою промышленного оборудования на всех распределенных объектах компании, представляется маловероятным.

В случае сценария 3 даже 100% попадание инфраструктуры в зону риска может не привести к экономической эффективности квантовой трансформации в связи с большим количеством подстанций и высокой стоимостью оборудования квантового распределения ключей (рис. 4).

Таким образом, осуществление квантовой трансформации функции информационной безопасности может представлять интерес в сценарии 1, ограниченный интерес в сценарии 2, и не представляет интереса в сценарии 3.

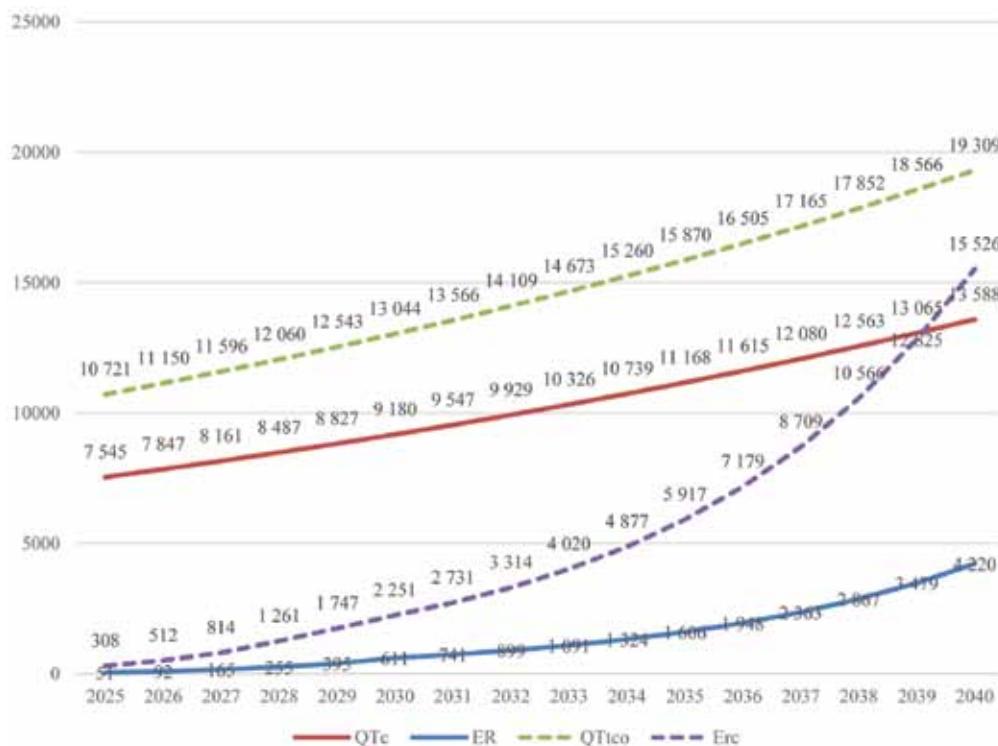


Составлено автором.

Рис. 2. Сравнение стоимости рисков экономических потерь от простоя оборудования и проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности, сценарий 1, млн руб.

Compiled by the author.

Fig. 2. Comparison of the cost of risks of economic losses from equipment downtime and the quantum transformation of the information security function, scenario 1, million rubles



Составлено автором.

Рис. 3. Сравнение стоимости рисков экономических потерь от простоя оборудования и проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности, сценарий 2, млн руб.

Compiled by the author.

Fig. 3. Comparison of the cost of risks of economic losses from equipment downtime and the quantum transformation of the information security function, scenario 2, million rubles



Составлено автором.

Рис. 4. Сравнение стоимости рисков экономических потерь от простоя оборудования и проведения квантовой трансформации функции информационной безопасности, сценарий 3, млн руб.

Compiled by the author.

Fig. 4. Comparison of the cost of risks of economic losses from equipment downtime and the quantum transformation of the information security function, scenario 3, million rubles

Для определения целевой даты внедрения квантового оборудования по сценарию 1 предлагается ориентироваться на модифицированную автором данного исследования «теорему Москва».

Ранее для определения целевой даты внедрения квантовых коммуникаций ученый Мишель Москва предлагал ориентироваться только на прогноз создания квантового компьютера и требования к срокам хранения секретной информации. Выбор года для начала проекта квантовой трансформации осуществлялся по формуле (1). Однако автор настоящей работы рекомендует учитывать срок достижения экономической эффективности квантовых сетей для конечных клиентов, пересмотрев переменную  $Z$ , то есть обозначить ею количество лет, оставшихся до  $ER > QTc$  (альтернативно:  $ERc > QTico$ ). Данный подход к планированию квантовой трансформации представляется более актуальным для коммерческих организаций.

Следовательно, если экономическая эффективность наступает в 2033 г., срок хранения чувствительных данных различного характера (технологические параметры, аварийные ситуации, состояние оборудования), касающихся промышленного оборудования, в России составляет около

5-ти лет, а ожидаемый срок осуществления квантовой трансформации составляет около года, рекомендуемый год установки оборудования квантового распределения ключей на Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 – 2027 г.

Далее оценим стоимость внедрения постквантовых алгоритмов как альтернативного инструмента защиты от квантовой угрозы для сценария 2. Преимущества данного решения заключаются в отсутствии необходимости закупки дорогостоящих устройств квантового распределения ключей, а также в возможности защиты беспроводных сетей при отсутствии доступа к воздушным и оптоволоконным каналам. При этом стоит отметить, что внедрение более «тяжелых» алгоритмов шифрования все же потребует выделения дополнительных вычислительных мощностей, также отсутствует гарантия долгосрочной устойчивости постквантового шифрования с учетом риска создания улучшенных квантовых компьютеров.

Для оценки стоимости внедрения постквантовых алгоритмов применяется метод бенчмаркинга: бюджет ИТ «Русгидро» составляет, как минимум, 2,7 млрд руб., в соответствии с выручкой дочерней ИТ-компании<sup>18</sup>. Бенчмарк равен 10%, так как

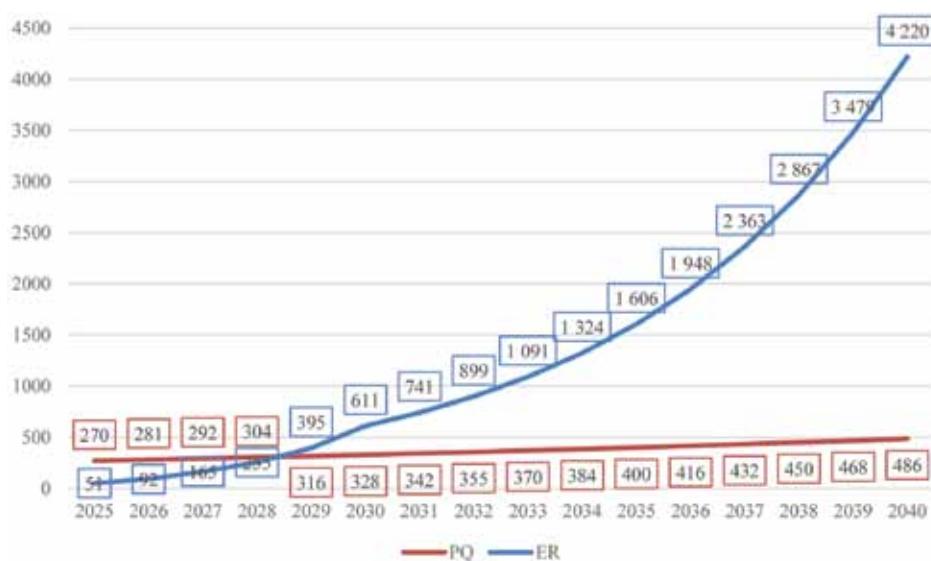
<sup>18</sup> Контрагент ООО «Русгидро ИТ сервис» // Аудит-ИТ. 2023. URL: [https://www.audit-it.ru/contragent/1091902000772\\_ooo-rusgidro-it-servis](https://www.audit-it.ru/contragent/1091902000772_ooo-rusgidro-it-servis) (дата обращения: 18.02.2025)

Правительство США планирует выделить 7,1 млрд долл. на внедрение постквантовых алгоритмов<sup>19</sup>, что равняется примерно 10% годового бюджета 2024 г.<sup>20</sup> Таким образом, затраты на постквантовую трансформацию (PQ) могут составить от 270 млн руб.:

$$PQ = 2700 \times 10\%. \quad (8)$$

Затраты на внедрение постквантовых алгоритмов несомненно ниже, чем на проведение квантовой трансформации, что позволяет сделать вывод о том, что масштабное обеспечение защиты буду-

щей инфраструктуры умных сетей электроснабжения (Smart Grid) должно обеспечиваться прежде всего с применением данного инструмента. Рис. 5 подтверждает, что реализация подобного проекта может представлять экономический интерес для ПАО «Русгидро» уже в перспективе 2–3 лет, что, в свою очередь, соответствует планам правительственные организаций в США и Европейском союзе, предписывающих перевод критической информационной инфраструктуры на постквантовые алгоритмы в период до 2035 г.<sup>21</sup>



Составлено автором.

Рис. 5. Сравнение стоимости рисков экономических потерь от простоя оборудования и внедрения постквантовых алгоритмов, сценарий 2, млн руб.

Compiled by the author.

Fig. 5. Comparison of the cost of risks of economic losses from equipment downtime and the implementation of post-quantum algorithms, scenario 2, million rubles

## Выводы

Разработанная автором математическая модель позволяет оценить экономическую эффективность реализации квантовой трансформации функции

информационной безопасности с учетом потенциальных потерь в результате реализации риска применения потенциальным противником квантового компьютера. Гипотеза о наличии ценностного предложения квантовых коммуникаций, основан-

<sup>19</sup> White House Report: U.S. Federal Agencies Brace for \$7.1 Billion Post-Quantum Cryptography Migration // Quantum Insider. 09.05.2024. URL: <https://thequantuminsider.com/2024/08/12/white-house-report-u-s-federal-agencies-brace-for-7-1-billion-post-quantum-cryptography-migration/> (дата обращения: 18.02.2025)

<sup>20</sup> Budget of the U.S. Government FISCAL YEAR 2024 // Novogradac. URL: <https://www.novoco.com/public-media/documents/white-house-budget-fy-2024-03092023.pdf> (дата обращения: 18.02.2025)

<sup>21</sup> EU Defines Clear Roadmap for Post Quantum Cryptography Transition by 2035 // Encryption Consulting. 16.06.2025. URL: <https://www.encryptionconsulting.com/eu-defines-clear-roadmap-for-post-quantum-cryptography-transition-by-2035/>; NSA sets 2035 deadline for adoption of post-quantum cryptography across national security systems // FedScoop. 07.09.2022. URL: <https://fedscoop.com/nsa-sets-2035-deadline-for-adoption-of-post-quantum-cryptography-across-natsec-systems/#:~:text=Emerging%20Tech-,NSA%20sets%202035%20deadline%20for%20adoption%20of%20post%2Dquantum%20cryptography,has%20secured%20most%20federal%20systems> (дата обращения: 29.06.2025)

ного на экономических эффектах, подтвердилась только частично:

- 1) внедрение дорогостоящих устройств квантового распределения ключей представляет интерес прежде всего в целях долгосрочной защиты ключевых стратегических объектов критической информационной инфраструктуры, обеспечивающих реализацию основных операционных процессов, лежащих в основе получения основного потока выручки предприятия;
- 2) масштабные проекты по защите многочисленных объектов инфраструктуры рекомендуется осуществлять с применением постквантовых математических алгоритмов.

В соответствии с результатами применения доработанной автором «теоремой Москва», учитывающей

экономические факторы в планировании внедрения решений защиты от квантовой угрозы, аprobированной на примере ПАО «Русгидро», начало реализации подобных проектов может представлять наибольший интерес для коммерческих организаций с 2027 г., так как риски от применения потенциальным противником квантового компьютера будут выше, чем стоимость внедрения продвинутых математических алгоритмов и, в некоторых случаях, оборудования квантового распределения ключей.

В связи с этим предприятиям-владельцам объектов критической информационной инфраструктуры уже сегодня рекомендуется разрабатывать долгосрочные стратегии проведения квантовой трансформации, принимать участие в пилотных проектах в области квантовых коммуникаций и постквантовой криптографии.

#### Список источников

1. Cao Y., Zhao Y., Wang Q., Zhang J., Ng S.X., Hanzo L. The evolution of quantum key distribution networks: on the road to the qinternet // IEEE Communications Surveys and Tutorials. 2022. Vol. 24. Iss. 2. P. 839–894. <https://doi.org/10.1109/comst.2022.3144219>
2. Evans P.G., Alshowkan M., Earl D., Mulkey D.D., Newell R., Peterson G. Trusted node QKD at an electrical utility // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 105220–105229. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3070222>
3. Prateek K., Maity S., Amin R. An unconditionally secured privacy-preserving authentication scheme for smart metering infrastructure in smart grid // IEEE Transactions on Network Science and Engineering. 2022. Vol. 10. Iss. 2. P. 1085–1095. <https://doi.org/10.1109/tnse.2022.3226902>
4. Alshowkan M., Evans P.G., Starke M., Earl D., Peters A.N. Authentication of smart grid communications using quantum key distribution // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. P. 12731. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16090-w>
5. Zhao B., Zha X., Chen Z., Shi R., Wang D., Peng T., Yan L. Performance analysis of quantum key distribution technology for power business // Applied Sciences. 2020. Vol. 10. Iss. 8. P. 2906. <https://doi.org/10.3390/app10082906>
6. Jawad T.A., Mahmood A.N., Hameed A.N. Detecting man-in-the-middle attacks via hybrid quantum-classical protocol in software-defined networks // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2023. Vol. 31. Iss. 1. P. 205–211. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i1.pp205-211>
7. Stergiopoulos G., Gritzalis D.A., Limnaios E. Cyber-attacks on the oil & gas sector: a survey on incident assessment and attack patterns // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 128440–128475. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007960>
8. Sharma M., Choudhary V., Bhatia R.S., Malik S., Raina A., Khandelwal H. Leveraging the power of quantum computing for breaking RSA encryption // Cyber-Physical Systems. 2021. Vol. 7. Iss. 2. P. 73–92. <https://doi.org/10.1080/23335777.2020.1811384>
9. Bonnecain X., Naya-Plasencia M., Schrottenloher A. Quantum security analysis of AES // IACR Transactions on Symmetric Cryptology. 2019. Vol. 2019. Iss. 2. P. 55–93. <https://doi.org/10.46586/tosc.v2019.i2.55-93>
10. Ismail S., Sitnikova E., Slay J. SCADA systems cyber security for critical infrastructures: case studies in the transport sector // In: Cyber Warfare and Terrorism: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Edited by Information Resources Management Association. Hershey, PA: IGI Global, 2020. P. 446–464. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2466-4.ch028>
11. Ghosh S., Sampalli S. A survey of security in SCADA networks: current issues and future challenges // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 135812–135831. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2926441>

12. *Malina L., Dzurenda P., Ricci S., Hajny J., Srivastava G., Matulevičius R.* Post-quantum era privacy protection for intelligent infrastructures // *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 36038–36077. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062201>
13. *Naz M.T., Elmedany W., Ali M.* Securing SCADA systems in smart grids with iot integration: a self-defensive post-quantum blockchain architecture // *Internet of Things*. 2024. Vol. 28. P. 101381. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101381>
14. *Satrya G.B., Agus Y.M., Mnaouer A.B.* A comparative study of post-quantum cryptographic algorithm implementations for secure and efficient energy systems monitoring // *Electronics*. 2023. Vol. 12. Iss. 18. P. 3824. <https://doi.org/10.3390/electronics12183824>
15. *Ahn J., Kwon H.-Y., Ahn B., Park K., Kim T., Lee M.-K., Kim J., Chung J.* Toward quantum secured distributed energy resources: adoption of post-quantum cryptography (PQC) and quantum key distribution (QKD) // *Energies*. 2022. Vol. 15. Iss. 3. P. 714. <https://doi.org/10.3390/en15030714>
16. *Fakhruldeen H.F., Al-Kaabi R.A., Jabbar F.I., Al-Kharsan I.H., Shoja S.J.* Post-quantum techniques in wireless network security: an overview // *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2023. Vol. 19. Iss. 3. P. 337–344. <https://doi.org/10.11113/mjfas.v19n3.2905>
17. *Al Natsheh A., Gbadegeshin S.A., Rimpiläinen A., Imamovic-Tokalic I., Zambrano A.* Identifying the challenges in commercializing high technology: a case study of quantum key distribution technology // *Technology Innovation Management Review*. 2015. Vol. 5. P. 26–36. <https://doi.org/10.22215/timreview864>
18. *Cavaliere F., Prati E., Poti L., Muhammad I., Catuogno T.* Secure quantum communication technologies and systems: from labs to markets // *Quantum Reports*. 2020. Vol. 2. Iss. 1. P. 80–106. <https://doi.org/10.3390/quantum2010007>
19. *Azuma K., Economou S.E., Elkouss D., Hilaire P., Jiang L., Lo H.-K., Tzitrin I.* Quantum repeaters: from quantum networks to the quantum internet // *Reviews of Modern Physics*. 2023. Vol. 95. Iss. 4. P. 045006. <https://doi.org/10.1103/revmodphys.95.045006>
20. *Minbaleev A., Zenin S., Esvikov K.* Prospects for legal regulation of quantum communication // *BRICS Law Journal*. 2024. Vol. 11. Iss. 2. P. 11–54. <https://doi.org/10.21684/2412-2343-2024-11-2-11-54>
21. *Shahrul N.S., Hanefah M.M., Masruki R., Yaakub N.A., Mohamad N.* Awareness and readiness on quantum communication technology among the regulators, industry players and academicians in Malaysia // *Journal of Information System and Technology Management*. 2024. Vol. 9. Iss. 35. P. 21–37. <https://doi.org/10.35631/JISTM.935002>
22. *Shaji K.M., Dudhe R., Raina R.* Quantum communication technologies: future trends and prospects for innovation // In: 2023 9th International Conference on Optimization and Applications (ICOA). IEEE, 2023. P. 1–6. <https://doi.org/10.1109/icoa58279.2023.10308831>
23. *Mamiya A., Tanaka K., Yokote S., Sasaki M., Fujiwara M., Tanaka M.* Satellite-based QKD for global quantum cryptographic network construction // In: 2022 IEEE International Conference on Space Optical Systems and Applications (ICSOS). Kyoto City, Japan, 2022. P. 47–50. <https://doi.org/10.1109/icsos53063.2022.9749727>
24. *Aguado A., López V., López D., Peev M., Poppe A., Pastor A., Folgueira J., Martín V.* The engineering of software-defined quantum key distribution networks // *IEEE Communications Magazine*. 2019. Vol. 57. Iss. 7. P. 20–26. URL: [https://oa.upm.es/67027/1/INVE\\_MEM\\_2019\\_319360.pdf](https://oa.upm.es/67027/1/INVE_MEM_2019_319360.pdf) (дата обращения: 22.02.2025)
25. *Kim I., Ju J.* Trends in quantum communication testbeds // *Electronics and Telecommunications Trends*. 2024. Vol. 39. Iss. 5. P. 86–97. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2024.J.390509>
26. *Purohit A., Kaur M., Seskir Z.C., Posner M.T., Venegas-Gomez A.* Building a quantum-ready ecosystem // *IET Quantum Communication*. 2024. Vol. 5. Iss. 1. P. 1–18. <https://doi.org/10.1049/qtc2.12072>
27. *Ермакова Е.О., Ерохина А.А.* Применение квантовых коммуникаций в ОАО «РЖД»: логистические аспекты // В сб.: Потенциал логистики XXI века: молодежное измерение. Вып. 3. СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. С. 86–93. EDN: <https://elibrary.ru/tmifl>
28. *Раткин Л.С.* Квантово-коммуникационные системы распределенных реестров для хранения и обработки данных о технических характеристиках и финансово-экономических параметрах инвестиционных проектов по разработке перспективных моделей автотранспорта // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник*. 2021. № 5. С. 61–64. EDN: <https://elibrary.ru/oxiuii>. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-05-10>
29. *Hötte K.* Demand-pull, technology-push, and the direction of technological change // *Research Policy*. 2023. Vol. 52. Iss. 5. P. 104740. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104740>

30. Kiviharju M. Refining Mosca's theorem: risk management model for the quantum threat applied to IoT protocol security // In: Cyber Security. Computational Methods in Applied Sciences. Vol. 56. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 369–401. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91293-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91293-2_16)

Статья поступила в редакцию 18.02.2025; одобрена после рецензирования 17.07.2025; принята к публикации 23.07.2025

Об авторе:

Любов Даниил Сергеевич, кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории новых полупроводниковых материалов для квантовой информатики и телекоммуникаций; менеджер, ООО «Кэпт Налоги и Консультирование» (Москва); SPIN-код: 9143-7018; Scopus ID: 57353047600

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Cao Y., Zhao Y., Wang Q., Zhang J., Ng S.X., Hanzo L. The evolution of quantum key distribution networks: on the road to the qinternet. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*. 2022; 24(2):839–894. <https://doi.org/10.1109/comst.2022.3144219> (In Eng.)
2. Evans P.G., Alshowkan M., Earl D., Mulkey D.D., Newell R., Peterson G. Trusted node QKD at an electrical utility. *IEEE Access*. 2021; 9:105220–105229. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3070222> (In Eng.)
3. Prateek K., Maity S., Amin R. An unconditionally secured privacy-preserving authentication scheme for smart metering infrastructure in smart grid. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*. 2022; 10(2):1085–1095. <https://doi.org/10.1109/tnse.2022.3226902> (In Eng.)
4. Alshowkan M., Evans P.G., Starke M., Earl D., Peters A.N. Authentication of smart grid communications using quantum key distribution. *Scientific Reports*. 2022; 12:12731. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16090-w> (In Eng.)
5. Zhao B., Zha X., Chen Z., Shi R., Wang D., Peng T., Yan L. Performance analysis of quantum key distribution technology for power business. *Applied Sciences*. 2020; 10(8):2906. <https://doi.org/10.3390/app10082906> (In Eng.)
6. Jawad T.A., Mahmood A.N., Hameed A.N. Detecting man-in-the-middle attacks via hybrid quantum-classical protocol in software-defined networks. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2023; 31(1):205–211. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i1.pp205-211> (In Eng.)
7. Stergiopoulos G., Gritzalis D.A., Limnaios E. Cyber-attacks on the oil & gas sector: a survey on incident assessment and attack patterns. *IEEE Access*. 2020; 8:128440–128475. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007960> (In Eng.)
8. Sharma M., Choudhary V., Bhatia R.S., Malik S., Raina A., Khandelwal H. Leveraging the power of quantum computing for breaking RSA encryption. *Cyber-Physical Systems*. 2021; 7(2):73–92. <https://doi.org/10.1080/23335777.2020.1811384> (In Eng.)
9. Bonnetain X., Naya-Plasencia M., Schrottenloher A. Quantum security analysis of AES. *IACR Transactions on Symmetric Cryptology*. 2019. 2019(2):55–93. <https://doi.org/10.46586/tosc.v2019.i2.55-93> (In Eng.)
10. Ismail S., Sitnikova E., Slay J. SCADA systems cyber security for critical infrastructures: case studies in the transport sector. In: *Cyber Warfare and Terrorism: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. Edited by Information Resources Management Association. Hershey, PA: IGI Global, 2020. P. 446–464. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2466-4.ch028> (In Eng.)
11. Ghosh S., Sampalli S. A survey of security in SCADA networks: current issues and future challenges. *IEEE Access*. 2019; 7:135812–135831. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2926441> (In Eng.)
12. Malina L., Dzurenda P., Ricci S., Hajny J., Srivastava G., Matulevičius R. Post-quantum era privacy protection for intelligent infrastructures. *IEEE Access*. 2021; 9:36038–36077. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3062201> (In Eng.)
13. Naz M.T., Elmedany W., Ali M. Securing scada systems in smart grids with iot integration: a self-defensive post-quantum blockchain architecture. *Internet of Things*. 2024; 28:101381. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101381> (In Eng.)
14. Satrya G.B., Agus Y.M., Mnaouer A.B. A comparative study of post-quantum cryptographic algorithm implementations for secure and efficient energy systems monitoring. *Electronics*. 2023; 12(18):3824. <https://doi.org/10.3390/electronics12183824> (In Eng.)

15. Ahn J., Kwon H.-Y., Ahn B., Park K., Kim T., Lee M.-K., Kim J., Chung J. Toward quantum secured distributed energy resources: adoption of post-quantum cryptography (PQC) and quantum key distribution (QKD). *Energies*. 2022; 15(3):714. <https://doi.org/10.3390/en15030714> (In Eng.)
16. Fakhruldeen H.F., Al-Kaabi R.A., Jabbar F.I., Al-Kharsan I.H., Shoja S.J. Post-quantum techniques in wireless network security: an overview. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2023; 19(3):337–344. <https://doi.org/10.11113/mjfas.v19n3.2905> (In Eng.)
17. Al Natsheh A., Gbadegeshin S.A., Rimpiläinen A., Imamovic-Tokalic I., Zambrano A. Identifying the challenges in commercializing high technology: a case study of quantum key distribution technology. *Technology Innovation Management Review*. 2015; 5:26–36. <https://doi.org/10.22215/timreview864> (In Eng.)
18. Cavaliere F., Prati E., Poti L., Muhammad I., Catuogno T. Secure quantum communication technologies and systems: from labs to markets. *Quantum Reports*. 2020; 2(1):80–106. <https://doi.org/10.3390/quantum2010007> (In Eng.)
19. Azuma K., Economou S.E., Elkouss D., Hilaire P., Jiang L., Lo H.-K., Tzitrin I. Quantum repeaters: from quantum networks to the quantum internet. *Reviews of Modern Physics*. 2023; 95(4):045006. <https://doi.org/10.1103/revmodphys.95.045006> (In Eng.)
20. Minbaleev A., Zenin S., Evsikov K. Prospects for legal regulation of quantum communication. *BRICS Law Journal*. 2024; 11(2):11–54. <https://doi.org/10.21684/2412-2343-2024-11-2-11-54> (In Eng.)
21. Shahrul N. S., Hanefah M.M., Masruki R., Yaakub N.A., Mohamad N. Awareness and readiness on quantum communication technology among the regulators, industry players and academicians in Malaysia. *Journal of Information System and Technology Management*. 2024; 9(35):21–37. <https://doi.org/10.35631/JISTM.935002> (In Eng.)
22. Shaji K.M., Dudhe R., Raina R. Quantum communication technologies: future trends and prospects for innovation. In: *2023 9th International Conference on Optimization and Applications (ICOA)*. IEEE, 2023. P. 1–6. <https://doi.org/10.1109/icoa58279.2023.10308831> (In Eng.)
23. Mamiya A., Tanaka K., Yokote S., Sasaki M., Fujiwara M., Tanaka M. Satellite-based QKD for global quantum cryptographic network construction. In: *2022 IEEE International Conference on Space Optical Systems and Applications (ICSOA)*. Kyoto City, Japan, 2022. P. 47–50. <https://doi.org/10.1109/icsos53063.2022.9749727> (In Eng.)
24. Aguado A., López V., López D., Peev M., Poppe A., Pastor A., Folgueira J., Martín V. The engineering of software-defined quantum key distribution networks. *IEEE Communications Magazine*. 2019; 57(7):20–26. URL: [https://oa.upm.es/67027/1/INVE\\_MEM\\_2019\\_319360.pdf](https://oa.upm.es/67027/1/INVE_MEM_2019_319360.pdf) (accessed: 22.02.2025) (In Eng.)
25. Kim I., Ju J. Trends in quantum communication testbeds. *Electronics and Telecommunications Trends*. 2024; 39(5):86–97. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2024.J.390509> (In Eng.)
26. Purohit A., Kaur M., Seskar Z.C., Posner M.T., Venegas-Gomez A. Building a quantum-ready ecosystem. *IET Quantum Communication*. 2024; 5(1):1–18. <https://doi.org/10.1049/ qtc2.12072> (In Eng.)
27. Ermakova E.O., Erokhina A.A. Quantum communications in JSC "Russian Railways": logistics aspects. In: *Potential of logistics of the 21st century: youth dimension*. Vol. 3. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Economics, 2022. P. 86-93. EDN: <https://elibrary.ru/tmifff> (In Russ.)
28. Rathkeen L.S. The quantum communication systems of distributed registers for storing and treatment of data of technical characteristics and financial and economical parameters of investment projects for development of perspective models of autotransport. *Transport: science, equipment, management. Scientific information collection*. 2021; (5):61–64. EDN: <https://elibrary.ru/oxiuii>. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-05-10> (In Russ.)
29. Hötte K. Demand-pull, technology-push, and the direction of technological change. *Research Policy*. 2023; 52(5):104740. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104740> (In Eng.)
30. Kiviharju M. Refining Mosca's theorem: risk management model for the quantum threat applied to IoT protocol security. In: *Cyber Security. Computational Methods in Applied Sciences*. Vol. 56. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 369-401. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91293-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91293-2_16) (In Eng.)

The article was submitted 18.02.2025; approved after reviewing 17.07.2025; accepted for publication 23.07.2025

*About the author:*

**Daniil S. Lobov**, Candidate of Economic Sciences, Research Fellow, Laboratory of New Semiconductor Materials for Quantum Information Science and Telecommunications; Manager, Kept LLC (Moscow); SPIN: 9143-7018; Scopus ID: 57353047600

*The author has read and approved the final version of the manuscript.*

## Научная статья

УДК 005, 338, 378.4, 658

JEL: O32, O22, I23

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.505-521>

## Оценка потенциала коммерциализации инновационных проектов для совершенствования трансфера технологий вузов

Иванов Артем Вацлавович<sup>1</sup>, Силакова Любовь Владимировна<sup>2</sup>,  
Астанков Константин Сергеевич<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Национальный исследовательский университет ИТМО; Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup> avivanovv@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3492-5346>

<sup>2</sup> silakovalv@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2836-1281>

<sup>3</sup> ksa@itmo.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4282-5483>

### Аннотация

**Цель.** Сформировать модель оценки потенциала коммерциализации инновационных проектов вузов в качестве инструмента совершенствования трансфера технологий.

**Методы.** Наряду с традиционными методами анализа и синтеза были использованы методы корреляционного и регрессионного анализа для выявления факторов успеха проектов. Для формирования модели оценки потенциала проектов применены методы машинного обучения, метод случайного леса.

**Результаты работы.** Проанализированы подходы к оценке потенциала коммерциализации проектов и предложен собственный подход с учетом специфики вузовских инновационных проектов ранней стадии развития, находящихся в поиске финансирования. На 16-ти инновационных проектах Университета ИТМО апробирована интегральная оценка потенциала коммерциализации на основе 22-х параметров из 5-ти укрупненных блоков оценивания (коммерческая готовность, техническая готовность, экспертиза, соответствие регуляторным нормам, ресурсы). С помощью корреляционного анализа выявлены факторы, влияющие на успех инновационного проекта в получении финансирования или продаж: экспертиза команды (0,72) и уровень коммерческой готовности проекта (0,59). Прямая слабая связь выявлена по фактору технической готовности проекта (0,37), что говорит о важности квалификации команды и наличия рыночного запроса (явного или скрытого) и отражает специфику финансирования проектов ранних стадий, зачастую не имеющих готовый прототип. С применением машинного обучения и метода случайного леса построена и проверена предиктивная регрессионная модель оценки потенциала коммерциализации, подтверждена эффективность и возможность применения для прогнозирования получения финансирования или продаж.

**Выводы.** Результаты исследования могут быть использованы для создания автоматизированного инструмента принятия инвестиционных решений и управления инновационными проектами центров трансфера технологий и акселераторов вузов в целях повышения уровня готовности проектов и эффективности трансфера технологий вузов.

**Ключевые слова:** оценка инновационных проектов, коммерческий потенциал, управление инновациями, коммерциализация РИД, инновационная активность, трансфер технологий, инновационная экосистема

**Благодарность.** Статья подготовлена при финансовой поддержке вузовского гранта НИРМА № 623081 «Исследование подходов и развитие методов оценки технологий в целях коммерциализации вузовских инноваций в условиях формирования технологического суверенитета» (2023–2024 гг.) и индивидуального гранта аспиранта в рамках вузовского гранта НИРМА № 624092 «Принятие управленических решений с помощью инструментов искусственного интеллекта» (2024–2025 гг.).

Авторы выражают благодарность к.т.н. Рождественскому И.В. за экспертизу в области подхода к оценке и выбору критериев оценки потенциала коммерциализации.

Авторы выражают благодарность редакции и рецензентам журнала за полезные замечания и советы по оформлению при подготовке статьи к публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, в том числе, связанного с финансовой поддержкой в рамках грантов НИРМА № 623081 «Исследование подходов и развитие методов оценки технологий в целях коммерциализации вузовских инноваций в условиях формирования технологического суверенитета» (2023–2024 гг.) и НИРМА № 624092 «Принятие управленических решений с помощью инструментов искусственного интеллекта» (2024–2025 гг.).



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Для цитирования:** Иванов А. В., Силакова Л. В., Астанков К. С. Оценка потенциала коммерциализации инновационных проектов для совершенствования трансфера технологий вузов // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 505–521

EDN: <https://elibrary.ru/rpmfuu>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.505-521>

© Иванов А. В., Силакова Л. В., Астанков К. С., 2025

---

---

Original article

## Assessment of commercialization potential of innovative projects for improving university technology transfer

Artem V. Ivanov<sup>1</sup>, Liubov V. Silakova<sup>2</sup>, Konstantin S. Astankov<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics; Saint Petersburg, Russia

<sup>1</sup> [avivanov@itmo.ru](mailto:avivanov@itmo.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3492-5346>

<sup>2</sup> [silakovalv@itmo.ru](mailto:silakovalv@itmo.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2836-1281>

<sup>3</sup> [ksa@itmo.ru](mailto:ksa@itmo.ru), <https://orcid.org/0009-0006-4282-5483>

---

---

### Abstract

**Purpose:** to form a model for assessing the commercialization potential of innovative university projects as a tool for improving technology transfer.

**Methods:** based on traditional methods of analysis and synthesis, methods of correlation and regression analysis were applied to identify the success factors of projects. Machine learning methods and the random forest method were used to form a model for evaluating the potential of projects.

**Results:** the approaches to assessing the potential of project commercialization are analyzed and a proprietary approach is proposed taking into account the specifics of university innovation projects at an early stage of development that are in search of financing. An integrated assessment of the commercialization potential based on 22 parameters from 5 integrated assessment blocks (commercial readiness, technical readiness, expertise, compliance with regulatory standards, resources) was tested on 16 innovative projects of ITMO University. Correlation analysis revealed the factors influencing the success of an innovative project in obtaining financing or sales: the expertise of the team (0.72) and the level of commercial readiness of the project (0.59). A direct weak relationship was revealed by the technical readiness factor of the project (0.37) which indicates the importance of the team's qualifications and the presence of a market demand (explicit or implicit) and reflects the specifics of financing early-stage projects, which often do not have a ready-made prototype. Using machine learning and the random forest method, a predictive regression model for assessing the potential of commercialization was built and tested which confirmed its applicability in investment readiness assessment.

**Conclusions and Relevance:** the research results can be used to create an automated tool for making investment decisions and managing innovative projects of technology transfer centers and university accelerators in order to increase the level of project readiness and the effectiveness of university technology transfer.

**Keywords:** project assessment, commercial potential, innovation management, commercialization of intellectual property, innovation activity, technology transfer, innovation ecosystem

**Acknowledgments.** The article was supported by the university grant No. 623081 "Research of approaches and development of methods to technology assessment for the purpose of commercialization of university innovations in the conditions of technological sovereignty formation" (2023–2024) and by the individual university grant for a PhD student No. 624092 "Management decision making with the help of artificial intelligence tools" (2024–2025).

We are grateful to Dr. I.V. Rozhdestvensky for the assistance with expertise in the approach to evaluation and selection of criteria for assessing the commercialization potential.

Our special thanks to the editorial board and reviewers of the journal for useful comments and design advice in preparing the article for publication.

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest, including those related to the financial support under grants No. 623081 "Research of approaches and development of methods to technology assessment for the purpose of commercialization of university innovations in the conditions of technological sovereignty formation" (2023–2024) and No. 624092 "Management decision making with the help of artificial intelligence tools" (2024–2025).

**For citation:** Ivanov A. V., Silakova L. V., Astankov K. S. Digital platforms and ecosystems as a factor of clusterization and innovative development of regions. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2025; 16(3):505–521. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/rpmfuu>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.505-521>

© Ivanov A. V., Silakova L. V., Astankov K. S., 2025

## Введение

Университеты и исследовательские центры вносят существенный вклад в развитие инновационной экономики посредством реализуемых программ, научных и инновационных проектов. Формирование инновационной экосистемы для университета является необходимым условием для развития технологического предпринимательства и повышения вклада в экономику. Система стимулирования и поддержки инноваций помогает инновационным и предпринимательским проектам создать ценность для экономики<sup>1</sup>, что, в свою очередь, выражается в выпуске новых продуктов (в том числе цифровых), создании новых рабочих мест и укреплении связи между академической средой и реальными рынками [1–4]. В результате увеличение числа инновационных компаний приводит к трансформации экономической структуры региона и страны, повышая их инновационную активность и благосостояние.

По данным Росстата, с 2010 г. в Российской Федерации наблюдается стабильная положительная динамика объема произведенных инновационных товаров, выполненных работ и оказанных услуг. Тем не менее, темпы роста недостаточны для решения глобальных задач трансформации, которые мы видим в отчетах Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) по глобальному инновационному индексу (GII)<sup>2</sup>. Согласно отчетам, в 2024 г. Россия опустилась с 41-го на 59-е место по сравнению с 2022 г.

Чтобы стимулировать и масштабировать процесс коммерциализации инноваций и увеличить GII, университеты и исследовательские центры, как неотъемлемые элементы инновационной экономики [5, 6], должны оптимизировать свои собственные процессы поддержки инноваций. Зачастую в вузах за налаживание системы поддержки инноваций призваны отвечать центры трансфера технологий (ЦТТ). Инновационная экосистема вуза включает научные лаборатории, создающие результаты интеллектуальной деятельности, ЦТТ, организующие коммерциализацию, акселераторы, поддержива-

ющие стартапы, внешних партнеров (инвесторов, промышленные компании), а также саму среду, в которой реализуется инновационный процесс, и выстроенные процессы взаимодействия.

В настоящее время можно наблюдать позитивную динамику результативности ЦТТ [7], но, в то же время, и трудности, с которыми сталкиваются Центры в своей деятельности, когда переходят к потоковой работе с инновационными проектами. Среди таких проблем можно рассматривать низкую долю проектов и разработок, находящихся на высоком уровне технологической готовности (более 5 TRL), недостаточно высокий уровень потенциала коммерциализации создаваемых разработок и решений, а также недостаточно высокую результативность технологического трансфера<sup>3</sup>. Вызовом для участников инновационного процесса остается обоснованный отбор проектов с высоким потенциалом, направление ресурсов на их развитие. Причины отмеченных проблем описываются как внутренними, так и внешними факторами, отражающими несформированность плодородной инновационной экосистемы.

Однако в данном исследовании авторы сосредоточивают внимание на необходимости развития в вузах инструментария оценки потенциала коммерциализации проектов, способного спрогнозировать успешность проектов на ранних стадиях жизненного цикла. При оценке потенциала инновационных проектов ранних стадий необходимо учитывать факторы, влияющие на проект, включая не только техническую готовность продуктового решения, лежащего в его основе, но и особенности команды, наличие спроса и рынка для создаваемого продуктового решения, а также влияние, которое внедряемая инновация окажет на различные сферы. Учет этих факторов, в конечном счете, позволит повысить качество принимаемых управленических и инвестиционных решений в отношении как каждого отдельного проекта, так и портфеля проектов, с которыми имеет дело ЦТТ<sup>4</sup> [6, 7].

Таким образом, в работе рассматривается проблема управления инновационными проектами

<sup>1</sup> Сорокин П.С., Черненко С.Е., Вятская Ю.А. Инфраструктура поддержки студенческих предпринимательских инициатив в вузах: российский ландшафт. М.: НИУ ВШЭ, 2023. URL: <https://publications.hse.ru/books/839872782?ysclid=maoa0xr34u423973072> (дата обращения: 27.12.2024)

<sup>2</sup> Глобальный инновационный индекс – 2022 // WIPO. URL: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo-pub-2000-2022-exec-ru-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>; Global Innovation Index 2024. Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship // WIPO. URL: [https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024\\_WEB3lite.pdf](https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf) (дата обращения: 27.12.2024)

<sup>3</sup> Силакова Л.В., Сайкина Т.А., Сысоенко М.В., Арцытов Н.А. Сравнительный анализ результативности центров трансфера технологий вузов // Экономическое возрождение России. 2024. № 2(80). С. 154–170. EDN: <https://elibrary.ru/cxvzuo>. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2024-2-80-154-170>

<sup>4</sup> Силакова Л.В. Оценка технологий: как принимать решения в инновационной экономике: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2021. 81 с. EDN: <https://elibrary.ru/glrgim>

высших учебных заведений в контексте развития инновационных экосистем университетов и повышения эффективности трансфера технологий.

### Обзор литературы и исследований

Существующие методы и модели оценки технологий (technology assessment), появившиеся в 1980-х гг., содержат важные приемы, но не всегда могут быть использованы для оценки инновационных проектов на ранних стадиях жизненного цикла. Поэтому в практике компаний используют сочетание нескольких методов.

Для оценки проектов, реализованных в рамках Российской федеральной инвестиционной программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технического развития России на 2014–2020 годы»<sup>5</sup>, была создана методика оценки уровня готовности технологического проекта (TPRL) [8]. Данная методика включала несколько ключевых аспектов:

- уровень технологической готовности (TRL);
- уровень производственной готовности (MRL);
- уровень инженерной готовности (ERL);
- уровень организационной готовности (ORL);
- анализ выгод и рисков (BRL);
- оценка рыночной готовности и коммерциализации (CRL).

В работах, посвященных оценке технологической готовности проектов [8], отмечается, что подход TPRL позволяет оценивать проекты на основе экспертного заключения и использовать подтверждающие документы для диагностики определенного уровня готовности. Однако этот подход неприменим для первоначального отбора и ранжирования проектов в контексте инновационного портфеля университета и управления распределением финансирования или другими мерами поддержки. Стоит также отметить, что некоторые подходы к оценке проектов и технологий в узких отраслевых областях экономики часто используют смешанную оценку, основанную на расчетном подходе TRL и исследовательской лаборатории BBC США (AFRL)<sup>6</sup>, которые также имеют сильные стороны в вопросах оценки зрелых проектов, но не чувствительны к дифференцированию студенческих проектов ранней стадии разработки.

При рассмотрении современного состояния науки в области оценки технологий следует также упомянуть подход к оценке готовности технологических проектов (TPRA), который предложили российские ученые А.В. Комаров, Е.И. Фелль, Д.А. Матвеев [9]. Данный подход к оценке уровней зрелости учитывают следующие критерии:

- уровень технологической готовности (technology readiness level, TRL);
- уровень производственной готовности (manufacturing readiness level, MRL);
- уровень инженерной готовности (engineering readiness level, ERL);
- уровень организационной готовности (organizational readiness, ORL);
- уровень рыночной готовности (market readiness level, CRL).

За счет многосторонней оценки данный подход достаточно глубоко характеризует проектную деятельность, обеспечивая минимизацию ошибок и неопределенностей, которых невозможно было бы избежать в случае применения других методик оценки, например, TRL и TPRL. Помимо прочего, рассмотренный российскими учеными подход помогает компаниям оценить не только текущий уровень технологической зрелости, но и иные факторы, включая обобщение рисков, которые могут быть использованы менеджерами проектов или инвестиционных фондов для принятия компетентных решений по портфелю инновационных проектов. Из недостатков подхода можно выделить трудоемкость его применения и необходимость обеспечения сбора и учета данных о проектах.

В ряде других работ<sup>7</sup> [10, 11] предлагается классификация групп для оценки коммерческой готовности, включающая следующие аспекты:

- экономические показатели;
- производственные возможности;
- рыночный спрос;
- соответствие стратегическим приоритетам университета или научного учреждения, определяющим долгосрочное развитие;
- научно-техническая готовность;
- финансовая оценка.

<sup>5</sup> Постановление Правительства РФ от 21 мая 2013 г. № 426 «О федеральной целевой программе "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы"» // ГАРАНТ. URL: <https://base.garant.ru/70385450/?ysclid=mbm46hixn693671612> (дата обращения: 27.12.2024)

<sup>6</sup> William L.N., Brian C.K., Roger J. Dziegiej Jr. Air Force Research Laboratory (AFRL). Technology Readiness Calculator // NDIA systems engineering conference, 2003. URL: <https://slidetodoc.com/technology-readiness-level-calculator-ndia-systems-engineering-conference/?ysclid=maoarz1szc418640140> (дата обращения: 27.12.2024)

<sup>7</sup> Ivanov A.V., Silakova L.V. Assessing the product maturity of the IT team in the context of digital transformation // In: Digital Transformation: What is the Company of Today? Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 63–83. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-46594-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-46594-9_5)

Представленные подходы к оценке в достаточной степени характеризуют потенциал инновационного проекта, но зачастую не учитывают аспекты коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИД) и не ориентированы на молодые инновационные предпринимательские проекты, «выросшие» в рамках университетской экосистемы.

Под коммерческой зрелостью инновационных предприятий обычно понимают готовность предприятия (стартапа, компании или другого хозяйствующего субъекта) использовать инновации в своей деятельности с целью получения прибыли. В то же время, следует учитывать, что в этом аспекте зрелости важным является также тот факт, что проект соответствует требованиям рыночной среды, а не только имеет разработанную стратегию коммерциализации. В ряде исследований, посвященных оценке зрелости проектов и управлению рисками [12–14], предлагается при расчете интегральной оценки дифференцировать степень важности параметров для расчета коммерческих перспектив проекта. После проведенных расчетов результат оценки попадает в один из 5-ти интервалов, по результатам которых проекту может быть присвоен статус уровня потенциала коммерциализации. Если проект оценивается как имеющий «Крайне низкий» или «Низкий» потенциал коммерциализации, он считается коммерчески нерентабельным на данном этапе жизненного цикла. В таком случае его могут направить на доработку или исключить из списка рассматриваемых с целью поддержки проектов. Авторами предлагается выделить оценку рисков в отдельный крупный блок, который может быть развит и модифицирован отдельно, по итогам формирования первичного портфеля инновационного проекта внутри инновационной экосистемы университета с последующей интеграцией в него ИИ в целях проработки стратегии митигации рисков [13–16].

Основываясь на результатах анализа, можно сделать вывод, что на сегодняшний день наиболее универсальной и всеобъемлющей методологией представляется та, которая включает в себя 5 ключевых областей оценки проекта ранней стадии:

- коммерческая готовность;
- экспертиза команды;
- ресурсы;
- соответствие регуляторным нормам;
- техническая готовность.

Эти направления в контексте разработки методологии управления инновациями в рамках инновационных экосистем высших учебных заведений позволят объединить лучшее из существующих разработок по теме, позволяя, в то же время, упростить подход к первоначальной оценке боль-

шого массива проектов [13, 14], при этом сократив затраты на длительную экспертную оценку в «ручном» режиме, поскольку специфика проектов внутри университета, особенно студенческих инновационных проектов, предполагает низкий уровень проработанности. В условиях активного внедрения ИИ-технологий для оптимизации бизнес-процессов и управления [14–21] подобные решения могут в перспективе принести пользу университету как важному звену инновационной экосистемы, способному агрегировать и анализировать большие массивы исторических данных, характеризующих инновационные проекты и команды исполнителей. В этом контексте упрощенная модель может применяться для предварительной оценки и ранжирования проектов, дополняя систему принятия решений о предоставлении различных видов поддержки (наставнической, финансовой и др.) [22–24].

Изучение опыта и проектов Университета ИТМО представляет исследовательский интерес для понимания генезиса и свойств молодых инновационных проектов, связанных с их потенциалом коммерциализации, а также закономерностей развития и факторов успешности проектов, получивших грантовое или иное первоначальное финансирование или имеющих продажи. Университет ИТМО является лидером среди российских высших учебных заведений по объему внебюджетных средств, полученных образовательными организациями от НИОКР и по количеству заключенных лицензионных соглашений, что является индикатором эффективной инновационной экосистемы [25, 26].

### Материалы и методы

В работе проведен сравнительный анализ существующих методов и подходов оценки потенциала технологических проектов (TRA, TPRL, TPRA, AFRL) и сформирована экспертная база критериев для оценки студенческих инновационных проектов с учетом выявленных недостатков изученных методик.

Исследование базируется на традиционных методах анализа и синтеза в сочетании с применением методов корреляционного и регрессионного анализа в части выявления факторов успеха инновационных проектов. Кроме того, были использованы методы машинного обучения и случайного леса для формирования модели оценки потенциала инновационных проектов.

Материалами для проведения исследования послужили 16 инновационных проектов Университета ИТМО, с представителями команд которых были проведены интервью для оценки проектов согласно предложенным критериям авторской методики. В числе 16-ти проектов были оценены 9 стартапов в области программного обеспечения, связанных

с разработкой программного обеспечения или иных цифровых продуктов, и 7 фундаментальных технологических стартапов, включающих технологические проекты, связанные с фундаментальными исследованиями и разработкой материальных продуктов для высокотехнологичных отраслей промышленности.

### Результаты исследования

Инновационные проекты играют ключевую роль в преобразовании предприятий и университетов, создании новых рабочих мест и оптимизации процессов [1–3]. Для масштабирования процессов коммерциализации инновационных разработок университетам необходимо оптимизировать и автоматизировать внутренние процессы управления и оценки их потенциала коммерциализации.

Создание и интеграция такой оценки является важным направлением для развития инновационных экосистем университетов, поскольку вузы и исследовательские центры, по концепции коллектива ученых во главе с Э.Г. Карайнисом, являются участниками процесса инновационной трансформации общества [2].

Предлагаемый подход к оценке проектов включает 22 критерия оценки, объединенные в 5 блоков:

- 1) уровень коммерческого потенциала (зрелости) *CRL* (Commercial Readiness Level) – включает критерии, характеризующие готовность проекта к выходу на рынок, наличие подтвержденного спроса, наличие охраняемой интеллектуальной собственности (ИС) и наличие партнеров;
- 2) экспертиза команды – включает критерии, характеризующие опыт, навыки и репутацию членов команды по важным для развития проекта направлениям;
- 3) ресурсы – показатель характеризует ресурсное обеспечение проекта;
- 4) уровень регуляторной зрелости *RRL* (Regulatory Readiness Level) – включает критерии, характеризующие соответствие проекта регуляторным нормам и встраивание продуктового решения в экономическую деятельность;
- 5) техническая готовность (зрелость) – характеризует техническую готовность продукта, документации и масштабирования.

Для исследования были случайным образом отобраны и оценены 16 проектов в среде университета, включая две категории проектов: стартапы в области программного обеспечения (9 проектов) и фундаментальные технологические стартапы (7 проектов).

Каждая категория включала проекты, финансируемые извне или имеющие реальные продажи, и проекты, не имеющие какой-либо финансовой деятельности. Для оценки проектов были проведены интервью с представителями их команд, которым было предложено оценить степень развития каждого из 22-х параметров 5-ти блоков в соответствии с предложенным подходом к оценке. При этом каждому из параметров было присвоено несколько вариантов состояний (статусов). Представители проектных команд выбирали один из нескольких вариантов ответа, характеризующих степень проработки отдельного параметра оценки (с «весом» от 1 до 4 соответственно).

По итогам собеседования была рассчитана интегральная оценка потенциала коммерциализации проекта, от 0 до 100 баллов:

$$PCP_i = \sum_{j=0}^n K_j W_j, \quad (1)$$

где  $PCP_i$  – интегральный показатель потенциала коммерциализации проекта  $i$ , баллы;

$K_j$  – групповой показатель по 5-ти блокам оценения, включая:

$CRL_j$  – коммерческая готовность проекта  $i$ , баллы,

$TRL_j$  – техническая готовность проекта  $i$ , баллы,

$TeamRL_i$  – экспертиза команды проекта  $i$ , баллы,

$Res_j$  – ресурсы проекта  $i$ , баллы,

$RRL_j$  – регуляторная готовность (соответствие регуляторным нормам) проекта  $i$ , баллы;

$W_j$  – показатель значимости  $j$ -го группового показателя;

$n$  – число групповых показателей объекта (5 блоков).

Полученные оценки были суммированы внутри блока и нормализованы для приведения к виду от 0 до 20, а затем добавлены к общей интегральной оценке.

Был проведен корреляционный анализ для выявления взаимосвязи между результатами блоков многокритериальной экспертной оценки (коммерческая готовность, экспертиза, ресурсы, нормативная готовность, техническая готовность) и финансовые показателями проекта (получение финансирования или первые продажи). Далее результаты первых 12-ти собеседований были использованы для регрессионного анализа с целью расчета коэффициентов регрессии и построения модели прогнозирования. После его проведения полученная модель была апробирована на 4-х проектах тестовой выборки с целью прогнозирования факта наличия у них стороннего финансирования или продаж. Затем на основе 16-ти интервью были сформированы окончательные

скорректированные оценки потенциала коммерциализации проектов, а также общая прогнозная модель с помощью рассчитанных коэффициентов регрессии. Полученные результаты сравнены с результатами модели случайного леса для определения адекватности модели в сравнении с алгоритмами машинного обучения. В ходе опроса

представителей 16-ти инновационных проектов были рассчитаны интегральные показатели оценки потенциала коммерциализации, которые были сопоставлены с фактами наличия или отсутствия финансирования или продаж в проектах. Оценка производилась в соответствии с выделенными блоками (табл. 1).

Таблица 1

Блоки оценивания потенциала коммерциализации инновационного проекта

Table 1

Blocks for assessing the commercialization potential of an innovative project

Блок оценивания	Параметры				
Коммерческая готовность (CRL)	Уровень готовности продукта к выходу на рынок	Финансовые показатели	Уровень готовности маркетинговой стратегии	Исследование патентоспособности	Уровень взаимодействия с партнерами
Экспертиза команды (TeamRL)	Уровень экспертизы команды в разработке продукта	Уровень экспертизы команды в управлении проектами	Уровень экспертизы команды в маркетинге и продажах	Опыт работы в отрасли	Уровень репутации команды
Ресурсы (Res)	Материальная оснащенность	Нематериальная оснащение	Финансовая обеспеченность	Кадровая оснащенность	Доступность инновационной инфраструктуры (ЦПТ, инкубаторы и проч.)
Регуляторная готовность (RRL)	Уровень соответствия продукта общим требованиям и регуляторным нормам	Необходимость получения дополнительных разрешений	Наличие патента(ов) или иных охранных документов	Юридическая оформленность деятельности (в виде ООО/ИП/МИП и т.д.)	-
Техническая готовность (TRL)	Уровень технической готовности продукта	Уровень готовности технической документации	Уровень технической готовности к масштабированию	-	-

Составлено авторами.

Compiled by the authors.

В результате оценки были получены следующие результаты, представленные в табл. 2.

Как видно из столбцов 7 и 8 табл. 2, интегральный показатель оценки потенциала коммерциализации (PCP), полученный с использованием предложенного подхода, коррелирует с бинарным показателем доступности финансирования или продаж (Да/Нет). То есть наблюдается, что проекты, имеющие финансирование или продажи, обладают более высоким потенциалом коммерциализации.

Исследуемые проекты были разделены на две группы – имеющие финансирование или продажи и не имеющие финансирования и продаж. Ниже приведены диаграммы с изображением рассмотренных проектов (рис. 1–3).

На рис. 1 и 2 можно видеть картину распределения уровня проработанности каждого из блоков оценки для проектов ранней стадии, успешно при-

влекших финансирование или имеющих продажи, и для проектов без таковых соответственно.

Результаты исследования показали, что итоговое медианное значение оценок потенциала коммерциализации инновационных проектов в университете составило 71,1 балла для проектов с финансированием или продажами и 41,0 балл для проектов с отсутствием финансирования.

В исследуемой выборке значение итогового показателя 60,9 является пороговым, что позволило сделать вывод о границах трактовки уровня потенциала коммерциализации проекта. Если  $PCP > 60$ , то проекту может быть присвоен статус «Средний потенциал коммерциализации». Если  $PCP > 71$ , то проекту может быть присвоен статус «Высокий потенциал коммерциализации». Если  $PCP < 60$ , то проект попадает в интервал «Низкий потенциал коммерциализации» и может быть признан коммерчески беспersпективным на текущем этапе жизненного цикла и отправлен

Таблица 2

## Результаты оценки потенциала коммерциализации инновационных проектов

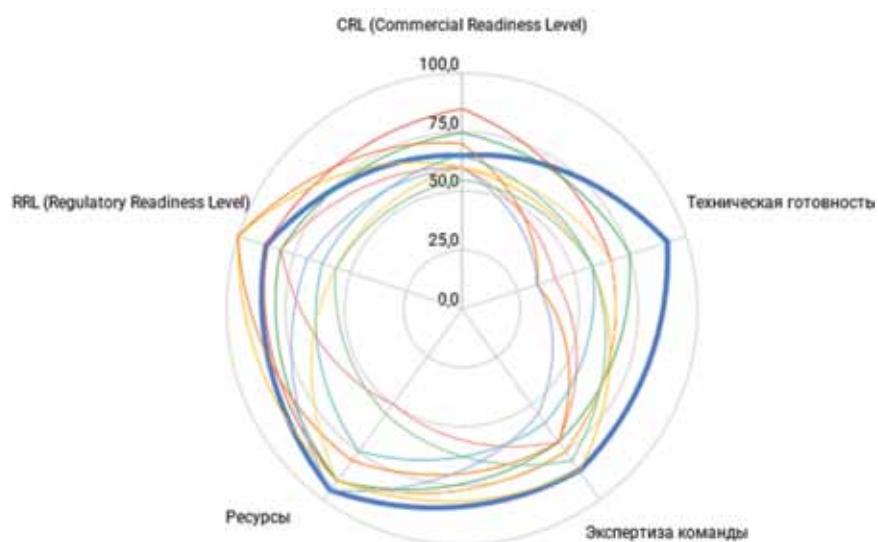
Table 2

## Results of assessing innovative projects' commercialization potential

Команда	Блоки показателей оценки					Интегральная оценка (PCP)	Финанси-рование / Продажи
	CRL	TRL	TeamRL	Res	RRL		
Команда 1	65,9	93,8	85	95	87,5	85,4	ДА
Команда 14	86,4	65,6	75	90	87,5	80,9	ДА
Команда 2	55	58,3	85	90	100	77,7	ДА
Команда 3	70	75	70	90	81,3	77,3	ДА
Команда 4	72,7	34,4	70	80	100	71,4	ДА
Команда 6	61,4	62,5	60	75	62,5	64,3	ДА
Команда 12	62,5	41,7	70	50	81,3	61,1	ДА
Команда 7	52,5	33,3	55	95	68,8	60,9	ДА
Команда 16	55	58,3	80	55	56,3	60,9	ДА
Команда 8	40,9	50	70	45	81,3	57,4	НЕТ
Команда 15	54,5	68,8	75	90	56,3	51,7	НЕТ
Команда 5	68,2	62,5	40	75	81,3	49	НЕТ
Команда 10	34,1	53,1	40	85	56,3	40,3	НЕТ
Команда 13	38,6	25	60	55	56,3	35,2	НЕТ
Команда 9	52,5	50	45	75	62,5	28,5	НЕТ
Команда 11	56,8	34,4	25	65	68,8	25	НЕТ

Составлено авторами.

Compiled by the authors.

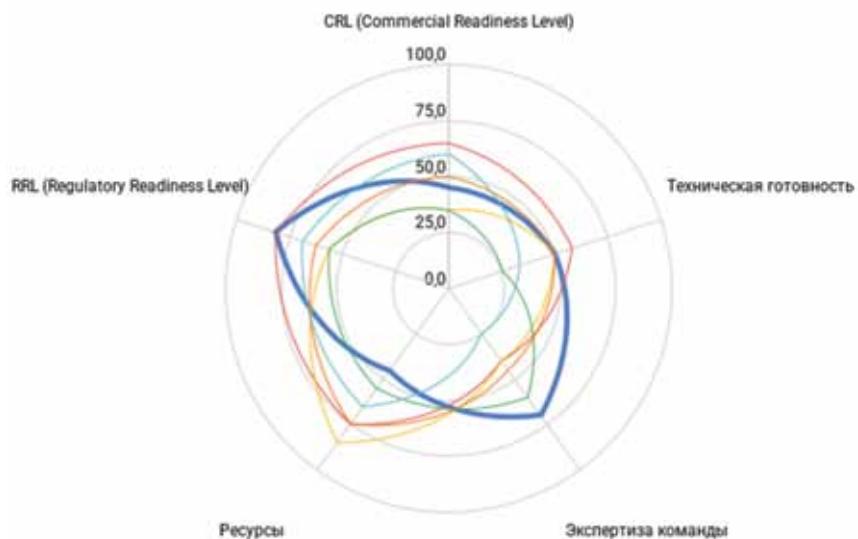


Разработано авторами по материалам, полученным по итогам проведенных интервью

Рис. 1. Проекты с наличием финансирования или продаж

Compiled by the authors based on the materials obtained from the conducted interviews

Fig. 1. Projects with financing or sales

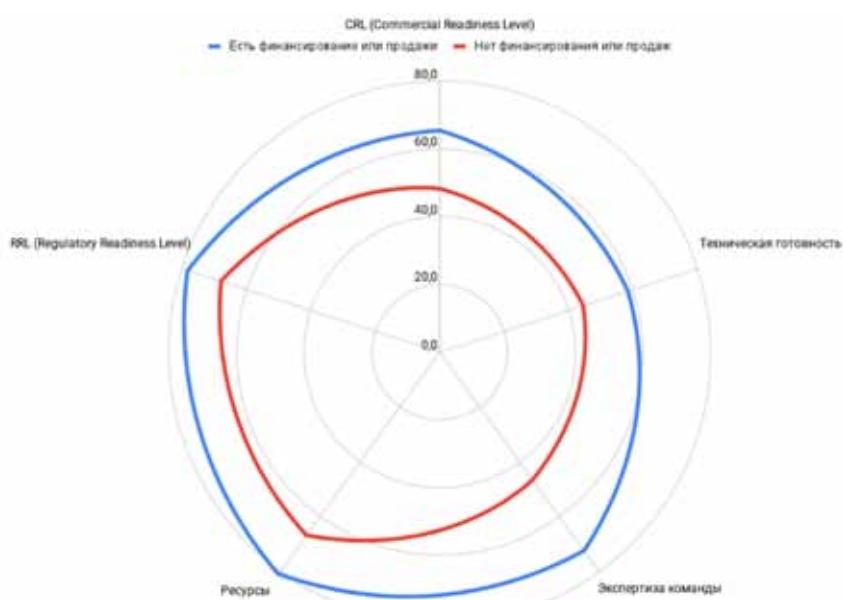


Разработано авторами по материалам, полученным по итогам проведенных интервью

Рис. 2. Проекты без финансирования или продаж

Compiled by the authors based on the materials obtained from the conducted interviews

Fig. 2. Projects without financing or sales



Разработано авторами по материалам, полученным по итогам проведенных интервью

Рис. 3. Усредненная картина рассмотренных проектов

Compiled by the authors based on the materials obtained from the conducted interviews

Fig. 3. The average profile of the reviewed projects

на доработку или исключен из пула рассматриваемых проектов.

Была отмечена прямая низкая линейная корреляция (табл. 3) между технической готовностью проекта (0,37), а также соответствием нормативным

стандартам (0,43) с фактом финансирования или наличия продаж проекта ранней стадии.

Это связано с особенностями молодых инновационных проектов, которые запрашивают финансирование на самых ранних этапах своего жизнен-

Корреляционная матрица

The correlation matrix

Таблица 3

Table 3

	CRL	Техническая готовность	Экспертиза	Ресурсы	RRL
CRL	1				
Техническая готовность	0,3952	1			
Экспертиза	0,3109	0,4511	1		
Ресурсы	0,372	0,5317	0,2406	1	
RRL	0,6008	0,2119	0,5291	0,1499	1
Финансирование / Продажи	0,5868	0,3692	0,7206	0,5308	0,4335

Составлено авторами.

Compiled by the authors.

ного цикла. На данном этапе они, как правило, имеют низкий уровень технической готовности, вне зависимости от их общего коммерческого потенциала. Низкая корреляция между финансированием/продажами и соблюдением нормативных стандартов объясняется тем фактом, что в исследуемой выборке, как и в большинстве других проектов, реализация дорожной карты и развитие проекта не связаны с нарушением национального или регионального законодательства.

Согласно результатам исследования, экспертиза команды (0,72) и уровень коммерческой готовности проекта (0,59) оказывают наибольшее влияние на успех проекта в получении финансирования или первых продажах, что отражает реальность, поскольку суть рассматриваемых инвестиций заключается в финансовом или ином ресурсном участии в достижении целей проекта или создании продукта. Прямая, но слабая связь выявлена по фактору технической готовности проекта (0,37), что отражает специфику проектов ранней стадии, которые зачастую не имеют даже прототипа. А поскольку проектов-грантополучателей в исследуемой выборке было больше, чем тех, которые имеют первые продажи продукта, то и влияние показателя технической готовности проекта ниже, чем у других показателей.

Следующим этапом работы было изучение возможности повышения точности модели для составления прогноза. С этой целью были рассчитаны коэффициенты линейной регрессии. В результате регрессионного анализа 12 инновационных про-

ектов было подтверждено наличию статистически значимых результатов в исследуемой выборке.

Коэффициенты линейной регрессии были использованы для построения прогнозной модели в качестве весовых коэффициентов блоков по формуле:

$$PCP = 0,0267 \cdot CRL - 0,0143 \cdot TRL + 0,0315 \cdot TeamRL + 0,0105 \cdot Res - 0,0223 \cdot RRL - 1,1227. \quad (2)$$

В качестве тестовой выборки для проверки эффективности модели были выбраны 4 случайных проекта, среди которых были проекты типа «стартапы в области программного обеспечения» (3 проекта) и «фундаментальные технологические стартапы» (1 проект). В ходе работы алгоритма были получены соответствующие реальные данные (табл. 4).

Таким образом, построенная нами модель оказалась способной со 100%-ной точностью дать ответ о наличии финансирования или продаж в проекте в исследуемой выборке. Также в исследуемой выборке модель со 100%-ной точностью совпала с экспертными решениями инвестиционных комитетов инвестиционного Фонда содействия инновациям таких программ, как «СТАРТ-1», «УМНИК», студенческие стартап-программы с пороговой оценкой в 60,9 балла для принятия положительного решения о выделении финансирования.

В результате использования коэффициентов регрессии проекты со значениями оценки, близкими к единице, указывают на более высокую вероятность положительного решения о доступности

Таблица 4

Результаты прогнозной модели

Table 4

The results of the predictive model

	Команда 13	Команда 14	Команда 15	Команда 16
CRL	38,6	86,4	54,5	55
Техническая готовность	25	65,6	68,8	58,3
Экспертиза	60	75	75	80
Ресурсы	55	90	90	55
RRL	56,3	87,5	56,3	56,3
Экспертная оценка	35,2	80,9	51,7	60,9
Нормированный прогноз	52,6	100	88,8	86
Прогнозируемый ответ	НЕТ	ДА	ДА	ДА
Факт финансирования или продаж	НЕТ	ДА	ДА	ДА

Составлено авторами.

Compiled by the authors.

финансирования или продаж, а близкие к 0 – на отрицательное.

В ходе исследования мы также столкнулись с вопросом проверки результата на тестовой выборке с использованием метода случайного леса. Полученные данные демонстрируют высокий уровень линейной корреляции результатов (рис. 4, табл. 5), полученных различными методами, где «скоринг» – результаты алгоритма случайного леса, что свидетельствует о жизнеспособности модели на ис следуемых респондентах в области молодых стартапов и технологических разработок.

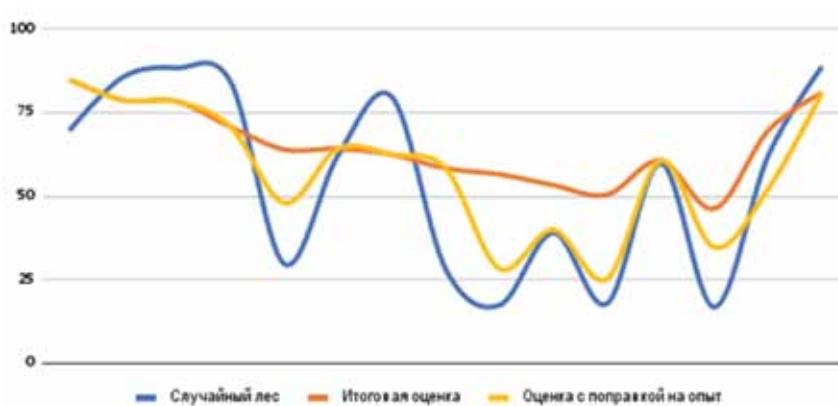
Метод случайного леса, как алгоритм машинного обучения и класс методов искусственного интел

лекта, в результате выявил расхождение с проведенной экспертной оценкой, что могло быть вызвано ограниченностью выборки, которая необходима для расчетов. В связи с этим была выполнена корректировка экспертной оценки (ЭО) с поправкой на опыт по формуле:

$$\text{ЭО (с поправкой на опыт)} = \frac{(\text{ЭО}) \cdot (\text{Опыт работы в отрасли} + 1)}{4} \quad (3)$$

где (Опыт работы в отрасли) – стаж команды (число лет от 1 до 3).

Стоит отметить, что проведенная корректировка показала снижение расхождения в оценках в сравнении с методом случайного леса.



Разработано авторами по материалам, полученным по итогам проведенных интервью.

Рис. 4. Сравнение экспертной оценки и результатов случайного леса

Compiled by the authors based on the materials obtained from the conducted interviews.

Fig. 4. Comparison of expert assessment and random forest results

Таблица 5

Сравнение результатов оценки

Table 5

Comparison of evaluation results

Команда	Экспертная оценка (ЭО)	ЭО (с поправкой на опыт)	Нормированные значения ЭО	Результат случайного леса
Команда 1	84,83	84,83	66	69,55
Команда 2	78,67	78,67	67	85,55
Команда 3	78,25	78,25	75	88,29
Команда 4	70,67	70,67	73	84,07
Команда 5	63,92	47,94	10	29,7
Команда 6	64,17	64,17	68	62,22
Команда 7	62,42	62,42	74	79,58
Команда 8	58,25	58,25	21	28,13
Команда 9	56,5	28,25	22	17,36
Команда 10	53,25	39,94	0	39,02
Команда 11	50,42	25,21	5	17,83
Команда 12	60,58	60,58	56	59,73
Команда 13	46,25	34,69	41	16,79
Команда 14	69,58	52,19	95	62,13
Команда 15	80,83	80,83	100	88,69

Составлено авторами.

Compiled by the authors.

В результате проведенного тестирования были получены удовлетворительные результаты, свидетельствующие о наличии высокого потенциала для дальнейшего масштабирования модели для внедрения в процесс управления инновациями как инструмента, повышающего качество решений, принимаемых экспертами на основе исторических данных и многофакторной оценки проекта в рамках первичного аудита, отбора проектов и их ранжирования.

### Выводы

В результате исследования было выявлено, что коммерческая зрелость проекта, экспертиза команды и доступ к ресурсам являются ключевыми факторами, влияющими на успешность привлечения финансирования или первых продаж инновационных проектов ранней стадии жизненного цикла. Результаты оценивания позволяют сделать вывод о необходимости применения обоснованного инструментария прогнозирования успешности проектов в вузах для обеспечения роста эффективности трансфера технологий в условиях развития инновационных экосистем.

В работе расширен инструментарий оценки потенциала коммерциализации инновационных проектов. Полученные результаты модели оценки ко-

манд при сопоставлении с алгоритмом случайного леса свидетельствует о возможности интеграции методов искусственного интеллекта в процесс обоснованного принятия решений для прогнозирования успешности проектов на ранней стадии и принятия управленческих и инвестиционных решений о поддержке таких проектов.

Применение автоматизированных средств в работе элементов инновационной инфраструктуры, например, ЦТТ или акселераторов, обеспечит более обоснованное и качественное принятие управленческих решений относительно ресурсной поддержки проектов ранних стадий развития, что, в свою очередь, обеспечит рост числа проектов более высокого уровня готовности и доли коммерциализируемых разработок вузов. Для реализации модели рекомендуется разработать программное обеспечение, которое позволит ЦТТ автоматически рассчитывать интегральный показатель потенциала коммерциализации на основе введенных данных по 22-м параметрам. Это сократит время на оценку проектов и повысит объективность решений. На этапе мониторинга модель позволяет выявить узкие места (например, низкий уровень коммерческой готовности) и предложить меры поддержки, такие как привлечение менторов или дополнительное финансирование. Для

масштабирования модель помогает определить проекты с интегральным показателем потенциала коммерциализации (PCP) выше 71 балла, готовые к привлечению венчурного капитала или выходу на рынок. Для эффективного применения модели рекомендуется проводить обучение сотрудников соответствующих подразделений анализу данных, интерпретации корреляционных связей и работе с автоматизированными инструментами оценки.

Проведенная работа может стать основой для дальнейших исследований на тему оценки коммерческой зрелости и потенциала проектов как в рамках инновационных экосистем университетов, так и за их пределами.

По-прежнему важно совершенствовать предложенную модель оценки потенциала коммерциализации проектов, расширив исследуемую выборку и

построив модели логистической регрессии для кластеризации проектных данных. Для подтверждения универсальности модели планируется ее апробация на выборке проектов из других российских вузов с последующим сравнением корреляционных связей между факторами успеха и результатами финансирования. Кроме того, важно углублять исследование и использовать полученные данные для разработки подходов и инструментов управления рисками и их митигации с помощью актуальных подходов с применением искусственного интеллекта. Для расширения возможностей применения теоретических выводов также необходимо расширить число рассматриваемых факторов и дополнительно оценить зависимость между уровнем коммерческой зрелости проектов и объемом привлеченного финансирования или продаж.

#### Список источников

1. Likhacheva O.N., Pashtova L.G., Setchenkova L.A., Slepneva T.A.X. The role of startups in Digitalization and innovative development of economy // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7. Iss. 4. P. 314–319. EDN: <https://elibrary.ru/fmuyfo>. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.38.24492>.
2. Carayannis E.G., Campbell D.F.J., Grigoroudis E. Helix trilogy: the triple, quadruple, and quintuple innovation helices from a theory, policy, and practice set of perspectives // Journal of the Knowledge Economy. 2022. Vol. 13. P. 2272–2301. <https://doi.org/10.1007/S13132-021-00813-X>
3. Ицковиц Г. Модель тройной спирали // Инновации. 2011. № 4(150). С. 5–10. EDN: <https://elibrary.ru/pduaqf>
4. Kane T. The importance of startups in job creation and job destruction // SSRN Electronic Journal. 2010. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1646934>
5. Battistella C., Ferraro G., Pessot E. Technology transfer services impact on open innovation capabilities of SMEs // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 196. P. 122875. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122875>
6. Adomako S., Nguyen N.P. Digitalization, inter-organizational collaboration, and technology transfer // The Journal of Technology Transfer. 2024. Vol. 49. Iss. 4. P. 1176–1202. EDN: <https://elibrary.ru/tqmsdd>. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10031-z>
7. Padilla Bejarano J.B., Zartha Sossa J.W., Ocampo-López C., Ramírez-Carmona M. University technology transfer from a knowledge-flow approach – systematic literature review // Sustainability. 2023. Vol. 15. Iss. 8. P. 6550. <https://doi.org/10.3390/su15086550>
8. Петров А.Н., Комаров А.В. Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL // Экономика науки. 2020. Т. 6. № 1-2. С. 88–99. EDN: <https://elibrary.ru/artnel>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99>
9. Комаров А.В., Фелль Е.И., Матвеев Д.А. Фреймворк TPRA для комплексной оценки состояния научно-технологических проектов // Экономика науки. 2022. Т. 8. № 3-4. С. 255–267. EDN: <https://elibrary.ru/mhnhos>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2022-8-3-4-255-267>
10. Комаров А.В., Комаров К.А., Шуртаков К.В. Использование методологии комплексной оценки научно-технологических проектов для оценки рисков их невыполнения // Экономика науки. 2021. Т. 7. № 1. С. 19–38. EDN: <https://elibrary.ru/ckvdsv>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-1-19-38>

11. *Febrianty, Hadiwijaya H., Barovih G., Adelin.* Measuring the level of readiness for integrated business startup system adoption for SMEs using the e-readiness model approach // KnE Social Sciences. 2023. Vol. 8. Iss. 9. P. 1–15. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i9.13313>
12. *Лямин Б.М., Моттаева А.Б.* Оценка потенциала коммерциализации результатов инновационной деятельности в высшем учебном заведении // Экономические науки. 2020. № 191. С. 110–115. EDN: <https://elibrary.ru/uwuwtv>. <https://doi.org/10.14451/1.191.110>
13. *El Khatib M., Alnaqbi A., Alnaqbi A., Alsuwaidi H., El Khatib A.* How blockchain and IoT affect project risk management // In: 2023 International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS). Dubai, United Arab Emirates, 2023. P. 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICBATS57792.2023.10111397>
14. *Uren V., Edwards J.S.* Technology readiness and the organizational journey towards AI adoption: an empirical study // International Journal of Information Management. 2023. Vol. 68. P. 102588. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102588>
15. *Qian K., Fan C., Li Z., Zhou H., Ding W.* Implementation of Artificial Intelligence in investment decision-making in the Chinese A-share market // Journal of Economic Theory and Business Management. 2024. Vol. 1. Iss. 2. P. 36–42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10940590>
16. *Kemp A.* Competitive advantage through artificial intelligence: toward a theory of situated AI // Academy of Management Review. 2024. Vol. 49. Iss. 3. P. 618–635. EDN: <https://elibrary.ru/yremrd>. <https://doi.org/10.5465/amr.2020.0205>
17. *Rodgers W., Cardenas J.A., Gemoets L.A., Sarfiet R.J.* A smart grids knowledge transfer paradigm supported by experts' throughput modeling artificial intelligence algorithmic processes // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 190. P. 122373. EDN: <https://elibrary.ru/lvdqtk>. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122373>
18. *Mariani M.M., Machado I., Magrelli V., Dwivedi Y.K.* Artificial intelligence in innovation research: a systematic review, conceptual framework, and future research directions // Technovation. 2023. Vol. 122. P. 102623. EDN: <https://elibrary.ru/yjmkhc>. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623>
19. *Орлова О.П., Сергеева И.Г.* Разработка методического обеспечения управления инновационными проектами для наукоемких организаций // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 1(145). С. 114–120. EDN: <https://elibrary.ru/mybnlz>
20. *Кульгин Д.Н.* Автоматизация процесса формирования портфеля проектов с использованием экспертной системы // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 7. С. 45–50. EDN: <https://elibrary.ru/qlvuzd>
21. *Лосев Е.А.* Цифровая платформа интегрированной оценки инновационного потенциала // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 3(147). С. 180–186. EDN: <https://elibrary.ru/wmriyp>
22. *Максимова Т.Г., Богданова Е.Л., Бровка Г.М.* Исследование изменения роли ведущих университетов в национальной инновационной экосистеме при переходе к модели «Университет 4. 0» // Наука и техника. 2020. Т. 19. № 3. С. 258–266. EDN: <https://elibrary.ru/gladlu>. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2020-19-3-258-266>
23. *Carayannis E.G., Campbell D.F.J.* "Mode 3" and "Quadruple Helix": toward a 21st century fractal innovation ecosystem // International journal of technology management. 2009. Vol. 46. Iss. 3-4. P. 201–234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
24. *Изотова А.Г.* Алгоритм оценки развитости экосистемы университета в условиях инновационной экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 2(146). С. 163–167. EDN: <https://elibrary.ru/njupob>
25. *Минаков В.Ф., Сотовов А.К., Артемьев А.В.* Модель интеграции аналоговых и дискретных показателей инновационных проектов // Научно-технические ведомости СПбПУ. Экономические науки. 2010. № 6(112). С. 177–186. EDN: <https://elibrary.ru/ncocvr>
26. *Arslan A., Cooper C., Khan Z., Golgeci I., Ali I.* Artificial intelligence and human workers interaction at team level: a conceptual assessment of the challenges and potential HRM strategies // International Journal of Manpower. 2022. Vol. 43. Iss. 1. С. 75–88. EDN: <https://elibrary.ru/habeun>. <https://doi.org/10.1108/ijm-01-2021-0052>

Статья поступила в редакцию 27.12.2024; одобрена после рецензирования 06.05.2025; принята к публикации 10.06.2025

Об авторах:

**Иванов Артем Вацлавович**, аспирант, инженер факультета технологического менеджмента и инноваций университета ИТМО; SPIN-код: 5714-1533, Researcher ID: JZT-5431-2024, Scopus ID: 58192204700

**Силакова Любовь Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент факультета технологического менеджмента и инноваций Университета ИТМО; SPIN-код: 2708-2820, Researcher ID: E-4800-2014, Scopus ID: 57221666368

**Астанков Константин Сергеевич**, заместитель директора Центра трансфера технологий Университета ИТМО; SPIN-код: 2594-2020, Researcher ID: MGA-8537-2025

Вклад авторов:

Иванов А. В. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов; развитие методологии; сбор данных и доказательств; подготовка начального варианта текста; формирование модели оценки потенциала коммерциализации инновационных проектов; разработка набора критериев оценки потенциала проектов; участие в разработке интервью и их проведении, сборе данных; применение методов машинного обучения для проверки модели; обобщение результатов и выводов.

Силакова Л. В. – научное руководство; проведение критического анализа материалов и формирование выводов; разработка подхода к анализу и критериев оценки потенциала проектов; сбор данных и доказательств (участие в разработке интервью и их проведения).

Астанков К. С. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов; участие в реализации интервью; экспертиза эффективности трансфера технологий университета.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Likhacheva O.N., Pashtova L.G., Setchenkova L.A., Slepneva T.A.X. The role of startups in Digitalization and innovative development of economy. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 2018; 7(4):314–319. EDN: <https://elibrary.ru/fmuyfo>. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.38.24492> (In Eng.)
2. Carayannis E.G., Campbell D.F.J., Grigoroudis E. Helix trilogy: the triple, quadruple, and quintuple innovation helices from a theory, policy, and practice set of perspectives. *Journal of the Knowledge Economy*. 2022; 13:2272–2301. <https://doi.org/10.1007/S13132-021-00813-X> (In Eng.)
3. Itskovits G. The triple helix model. *Innovations*. 2011; (4(150)):5–10. EDN: <https://elibrary.ru/pduaqf> (In Russ.)
4. Kane T. The importance of startups in job creation and job destruction. *SSRN Electronic Journal*. 2010. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1646934> (In Eng.)
5. Battistella C., Ferraro G., Pessot E. Technology transfer services impacts on open innovation capabilities of SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023; 196:122875. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122875> (In Eng.)
6. Adomako S., Nguyen N.P. Digitalization, inter-organizational collaboration, and technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*. 2024; 49(4):1176–1202. EDN: <https://elibrary.ru/tqmsdd>. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10031-z> (In Eng.)
7. Padilla Bejarano J.B., Zartha Sossa J.W., Ocampo-López C., Ramírez-Carmona M. University technology transfer from a knowledge-flow approach – systematic literature review. *Sustainability*. 2023; 15(8):6550. <https://doi.org/10.3390/su15086550> (In Eng.)
8. Petrov A.N., Komarov A.V. Estimation of technology readiness level of tender proposal in terms of methodology TPRL. *Economics of science*. 2020; 6(1-2):88–99. EDN: <https://elibrary.ru/artnel>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99> (In Russ.)
9. Komarov A.V., Fell E.I., Matveev D.A. Framework TPRA for comprehensive assessment of R&D projects. *Economics of science*. 2022; 8(3-4):255–267. EDN: <https://elibrary.ru/mhnhos>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2022-8-3-4-255-267> (In Russ.)
10. Komarov A.V., Komarov K.A., Shurtakov K.V. Using the methodology for the comprehensive assessment of scientific and technological projects to estimate risks of their failure. *Economics of science*. 2021; 7(1):19–38. EDN: <https://elibrary.ru/ckvdsv>. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-1-19-38> (In Russ.)

11. Febrianty, Hadiwijaya H., Barovih G., Adelin. Measuring the level of readiness for integrated business startup system adoption for SMEs using the e-readiness model approach. *KnE Social Sciences*. 2023; 8(9):1–15. <https://doi.org/10.18502/kss.v8i9.13313> (In Eng.)
12. Lyamin B.M., Mottaeva A.B. Assessment of the potential for commercialization of the results of innovative activities at the university. *Economic sciences*. 2020; (191):110–115. EDN: <https://elibrary.ru/uuwnty>. <https://doi.org/10.14451/1.191.110> (In Russ.)
13. El Khatib M., Alnaqbi A., Alnaqbi A., Alsuwaidi H., El Khatib A. How blockchain and IoT affect project risk management. In: *International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS 2023)*. Dubai, United Arab Emirates, 2023. P. 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICBATS57792.2023.10111397> (In Eng.)
14. Uren V., Edwards J.S. Technology readiness and the organizational journey towards AI adoption: an empirical study. *International Journal of Information Management*. 2023; 68:102588. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102588> (In Eng.)
15. Qian K., Fan C., Li Z., Zhou H., Ding W. Implementation of Artificial Intelligence in investment decision-making in the Chinese A-share market. *Journal of Economic Theory and Business Management*. 2024; 1(2):36–42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10940590> (In Eng.)
16. Kemp A. Competitive advantage through artificial intelligence: toward a theory of situated AI. *Academy of Management Review*. 2024; 49(3):618–635. EDN: <https://elibrary.ru/yremrd>. <https://doi.org/10.5465/amr.2020.0205> (In Eng.)
17. Rodgers W., Cardenas J.A., Gemoets L.A., Sarfiet R.J. A smart grids knowledge transfer paradigm supported by experts' throughput modeling artificial intelligence algorithmic processes. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023; 190:122373. EDN: <https://elibrary.ru/lvdqtk>. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122373> (In Eng.)
18. Mariani M.M., Machado I., Magrelli V., Dwivedi Y.K. Artificial intelligence in innovation research: a systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*. 2023; 122:102623. EDN: <https://elibrary.ru/yjmkhc>. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102623> (In Eng.)
19. Orlova O.P., Sergeeva I.G. Development of methodological support for innovation project management for knowledge-intensive organizations. *Izvestiya St. Petersburg State University of Economics*. 2024; (1(145)):114–120. EDN: <https://elibrary.ru/mybnlz> (In Russ.)
20. Kultin D.N. Automation of project portfolio composition process by means of expert system. *Modern high technologies*. 2019; (7):45–50. EDN: <https://elibrary.ru/qlvuzd> (In Russ.)
21. Losev E.A. Digital platform for integrated assessment of innovation potential. *Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics*. 2024; (3(147)):180–186. EDN: <https://elibrary.ru/wmriyp> (In Russ.)
22. Maksimova T.G., Bogdanova E.L., Brovka G.M. Study of changing role of leading universities in the national innovation ecosystem during transition to the University 4.0 model. *Science and Technique*. 2020; 19(3):258–266. EDN: <https://elibrary.ru/gludlu>. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2020-19-3-258-266> (In Russ.)
23. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. “Mode 3” and “Quadruple Helix”: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*. 2009; 46(3-4):201–234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374> (In Eng.)
24. Izotova A.G. Algorithm for assessing the development of the university ecosystem in an innovation economy environment. *Izvestiya St. Petersburg State University of Economics*. 2024; (2(146)):163–167. EDN: <https://elibrary.ru/njypob> (In Russ.)
25. Minakov V.F., Sotavov A.K., Artemyev A.V. Model of integration of analog and discrete indicators of innovative projects. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal*. 2010; (6(112)):177–186. EDN: <https://elibrary.ru/ncocvr> (In Russ.)
26. Arslan A., Cooper C., Khan Z., Golgeci I., Ali I. Artificial intelligence and human workers interaction at team level: a conceptual assessment of the challenges and potential HRM strategies. *International Journal of Manpower*. 2022; 43(1):75–88. EDN: <https://elibrary.ru/habeun>. <https://doi.org/10.1108/ijm-01-2021-0052> (In Eng.)

The article was submitted 27.12.2024; approved after reviewing 06.05.2025; accepted for publication 10.06.2025

*About the authors:*

**Artem V. Ivanov**, Postgraduate student, Engineer of the Faculty of Technological Management and Innovation, ITMO University; SPIN: 5714-1533, Researcher ID: JZT-5431-2024, Scopus ID: 58192204700

**Liubov V. Silakova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Faculty of Technological Management and Innovation, ITMO University; SPIN: 2708-2820, Researcher ID: E-4800-2014, Scopus ID: 57221666368

**Konstantin S. Astankov**, Deputy Director of the ITMO University Technology Transfer Center; SPIN: 2594-2020, Researcher ID: MGA-8537-2025

*Contribution of the Authors:*

Ivanov A. V. – conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions; developing methodology; collecting data and evidence; preparing an initial text; forming a model for assessing the potential of commercialization of innovative projects; developing a set of criteria for evaluating the potential of projects; participating in the development of interviews and conducting them; collecting data using machine learning methods to verify the model; generalizing results and conclusions.

Silakova L. V. – scientific guidance; conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions; developing an approach to analysis and criteria for evaluating the potential of projects; collecting data and evidence (participating in the development of interviews and conducting them).

Astankov K. S. – conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions; participating in the implementation of interviews; examining the effectiveness of university technology transfer.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

Научная статья

УДК 339.5; 332.14

JEL: F14, R11, R58

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.522-539>

## Потенциал торгово-экономического сотрудничества Татарстана и Самарской области с регионами проекта «Волга-Янцзы»

Чиркунова Екатерина Константиновна<sup>1</sup>,  
Наугольнова Ирина Александровна<sup>2</sup>, Скреблов Никита Игоревич<sup>3</sup>,  
Хилов Дмитрий Владимирович<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Самарский государственный экономический университет; Самара, Россия

<sup>1</sup> ekchirkunova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6709-4967>

<sup>2</sup> naugolnovaia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4360-6147>

<sup>3</sup> morgain@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7797-058X>

<sup>4</sup> DmitriiKhilov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9874-2954>

### Аннотация

Цель работы – оценить потенциал развития и укрепления торгово-экономического сотрудничества между Татарстаном, Самарской областью и провинциями Верхнего и Среднего течения реки Янцзы Китая, входящими в проект «Волга-Янцзы».

**Методы.** В исследовании использованы авторские методы анализа структуры и взаимодополняемости торговых потоков. Для оценки степени совместности экономик был рассчитан индекс комплементарности. Уровень импортозависимости изучен с применением модифицированного индекса Балассы. Экспортный потенциал Татарстана и Самарской области оценен посредством сопоставления двусторонних товарных потоков между регионами двух стран.

**Результаты работы.** Раскрыт потенциал торгово-экономического сотрудничества Татарстана, Самарской области, показано сопряжение товарных потоков регионов двух стран. Определены китайские регионы с высокой зависимостью от импорта российских товаров, а также выделены основные товарные категории, обладающие значительным потенциалом для развития несырьевого экспорта, такие как химическая продукция, машиностроение и металлургия. Проведены количественные оценки возможных объемов экспорта, что открывает дополнительные перспективы для расширения и углубления экономического и торгового взаимодействия между Республикой Татарстан, Самарской областью и провинциями Верхнего и Среднего течения реки Янцзы в Китае.

**Выводы.** Сопряжение товарных потоков между регионами России и Китая является основой для реализации экспортного потенциала. Несмотря на низкую долю несырьевого экспорта в общем товарообороте России, регионы Китая демонстрируют значительный спрос на продукцию с высокой добавленной стоимостью, что открывает возможности для увеличения объемов экспорта Татарстана и Самарской области. Индекс комплементарности подтвердил высокую степень взаимодополняемости экономик Татарстана, Самарской области и китайских регионов проекта «Волга-Янцзы», особенно в секторах химической промышленности, машиностроения и металлургии. Для реализации потенциала сотрудничества необходимо устранить логистические и административные барьеры, а также активнее использовать цифровые платформы для продвижения российской продукции на китайский рынок.

**Ключевые слова:** Татарстан, Самарская область, Китай, Волга-Янцзы, развитие сотрудничества, регион, потенциал сотрудничества

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № 123101700401-0 (шифр FSSR-2023-0003).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Для цитирования:** Чиркунова Е. А., Наугольнова И. А., Скреблов Н. И., Хилов Д. В. Потенциал торгово-экономического сотрудничества Татарстана и Самарской области с регионами проекта «Волга-Янцзы» // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 522–539

EDN: <https://elibrary.ru/sixbte>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.522-539>

© Чиркунова Е. А., Наугольнова И. А., Скреблов Н. И., Хилов Д. В., 2025

Original article

## The potential of trade and economic cooperation of Tatarstan and the Samara region with the Volga-Yangtze project regions

Ekaterina K. Chirkunova<sup>1</sup>, Irina A. Naugolnova<sup>2</sup>, Nikita I. Skreblov<sup>3</sup>,  
Dmitry V. Khilov<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Samara State University of Economics; Samara, Russia

<sup>1</sup> ekchirkunova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6709-4967>

<sup>2</sup> naugolnovaia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4360-6147>

<sup>3</sup> morgrain@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7797-058X>

<sup>4</sup> DmitriiKhilov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9874-2954>

### Abstract

**Purpose:** to assess the potential for developing and strengthening trade and economic cooperation between Tatarstan, the Samara region, and the provinces of the upper and middle reaches of the Yangtze River in China, which are part of the Volga-Yangtze project.

**Methods:** the study applies methods developed by the authors for analyzing the structure and complementarity of trade flows. To evaluate the degree of economic compatibility, a complementarity index was calculated. The level of import dependency was examined using a modified Balassa index. The export potential of Tatarstan and Samara region was assessed through the comparison of bilateral commodity flows between Russian and Chinese regions.

**Results:** the potential of trade and economic cooperation between Tatarstan and the Samara region is revealed, and the convergence of commodity flows between the regions of the two countries is shown. The regions of China with a high degree of import dependence on Russian goods have been identified, as well as key commodity groups with high potential for developing non-primary exports, including chemical products, mechanical engineering and metallurgy. Quantitative estimates of potential export volumes are presented, which contributes to the expansion of opportunities for deepening economic and trade cooperation between the Republic of Tatarstan, the Samara region and the provinces of the upper and middle reaches of the Yangtze River in China.

**Conclusions and Relevance:** the linkage of commodity flows between Russian and Chinese regions forms the basis for realizing export potential. Despite the relatively low share of non-commodity exports in Russia's overall trade turnover, Chinese regions demonstrate substantial demand for high value-added products, opening avenues for increasing exports from Tatarstan and Samara region. The complementarity index confirmed a high level of economic interdependence among Tatarstan, Samara region, and the Chinese regions involved in the Volga-Yangtze project, particularly in the sectors of chemical industry, machinery manufacturing, and metallurgy. To fully realize the cooperation potential, it is necessary to eliminate logistical and administrative barriers and to actively utilize digital platforms for promoting Russian products in the Chinese market.

**Keywords:** Tatarstan, Samara region, China, Volga-Yangtze, development of cooperation, region, potential for cooperation

**Acknowledgments.** The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, theme № 123101700401-0 (FSSR-2023-0003).

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Chirkunova E. A., Naugolnova I. A., Skreblov N. I., Khilov D. V. The potential of trade and economic cooperation of Tatarstan and the Samara region with the Volga-Yangtze project regions. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):522–539. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/sixbte>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.522-539>

© Chirkunova E. A., Naugolnova I. A., Skreblov N. I., Khilov D. V., 2025

## Введение

В последние годы последовательно укрепляются экономические связи между Россией и Китаем. Наблюдается положительная динамика роста товарооборота между странами. Так, по данным Федеральной таможенной службы России, в 2022 г. он достиг рекордных 190 млрд долл. США, что на 29,3% превышает показатели предыдущего года<sup>1</sup>, общий объем торговых операций между странами в 2024 г. достиг 1,74 трлн юаней, или 237 млрд долл. США<sup>2</sup>. Китай, будучи крупнейшим внешнеэкономическим партнером России, представляет особый интерес для российских регионов с развитым индустриальным комплексом.

Два субъекта РФ, Татарстан и Самарская область, обладают мощным промышленным потенциалом в сферах машиностроения, химической промышленности и агропромышленного комплекса, имеют значительные возможности для расширения экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью на китайский рынок. Укреплению сотрудничества способствует механизм межрегионального сотрудничества «Волга-Янцзы», который служит платформой для развития экономических, инвестиционных и культурных связей между приволжскими регионами России и провинциями центрального и восточного Китая. Татарстан уже реализует ряд перспективных проектов (включая инвестиционные) с компаниями «Haier» и «Midea»<sup>3</sup> по поставке оборудования для нефтехимической промышленности в провинцию Хубэй. Самарская область наращивает экспорт сельскохозяйственной продукции в провинцию Сычуань<sup>4</sup>. Однако, несмотря на реализуемые проекты между Россией и Китаем, доля несырьевого неэнергетического экспорта остается относительно низкой, что свидетельствует о необходимости активизации усилий в данном направлении.

Научная проблема исследования заключается в недостаточной изученности механизмов сопряженного анализа регионального экспорта и импорта в контексте российско-китайских торговых

отношений. Структура двустороннего товарооборота между регионами остается недостаточно исследованной, что ограничивает возможности выявления перспектив углубления межрегионального сотрудничества и оптимизации торговых связей.

Научная гипотеза данной работы выражается в предположении, что установление взаимосвязи между экспортом и импортом позволит выявить потенциал Самарской области и Татарстана в торговле с регионами Китая.

Цель данного исследования заключается в определении возможностей для расширения и упрочения торгово-экономических связей между российскими регионами (Республика Татарстан, Самарская область) и китайскими провинциями Верхнего и Среднего течения реки Янцзы в контексте реализации проекта «Волга-Янцзы».

Исходя из поставленной цели, определен круг следующих задач:

- 1) оценить общее состояние российско-китайской торговли с особым фокусом на региональный разрез;
- 2) провести анализ импорта Китая из России и импортозависимости китайских регионов на основе ранее разработанной авторской методики<sup>5</sup>;
- 3) выявить группы товаров, обладающие наиболее высоким потенциалом опережающего неэнергетического экспорта из Самарской области и Татарстана в регионы проекта «Волга-Янцзы».

Реализация указанных задач позволит определить перспективные направления для углубления торгово-экономического взаимодействия между Татарстаном, Самарской областью и китайскими провинциями Верхнего и Среднего течения Янцзы.

Объектами исследования выступают Самарская область, Республика Татарстан, провинции, автономные округа и города центрального подчинения Китая.

<sup>1</sup> Таможня КНР сообщила о рекордном товарообороте России и Китая в 2022 году // Национальная служба новостей. 13.01.2023. URL: <https://nsn.fm/economy/tamozhnya-knr-soobschila-o-rekordnom-tovarooborote-rossii-i-kitaya-v-2022-godu?fromtg=1> (дата обращения: 09.02.2025)

<sup>2</sup> China-Russia 2024 trade value hits record high – Chinese customs // Reuters. 13.01.2025. URL: <https://www.reuters.com/markets/china-russia-2024-trade-value-hits-record-high-chinese-customs-2025-01-13/> (дата обращения: 09.02.2025)

<sup>3</sup> Маршрут построен: зачем Рустам Минниханов едет в Китай // Реальное время. URL: <https://realnoevremya.ru/articles/311533-minnihanov-nachal-rabochiyu-poezdku-v-knr> (дата обращения: 19.04.2025)

<sup>4</sup> Сотрудничество с КНР // Правительство Самарской области. 17.05.2016. URL: <https://www.samregion.ru/economy/knr/> (дата обращения: 09.02.2025)

<sup>5</sup> Хмелева Г.А., Чиркунова Е.К., Гусева М.С., Хилов Д.В. Потенциал торгово-экономического сотрудничества Бразилии и Самарской области на основе сопряжения экспорта и импорта // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2024. Т. 15. № 4. С. 677–696. EDN: <https://elibrary.ru/zstdq>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.4.677-696>

Предметом исследования выступают структура и динамика экспорта и импорта России в торговых отношениях с Китаем, с особым акцентом на Самарскую область и Татарстан.

### Обзор литературы и исследований

Укрепление российско-китайского стратегического партнерства в период глобальных экономических трансформаций обусловило рост интереса со стороны ученых, экспертов и политических деятелей к различным аспектам потенциала торгово-экономического сотрудничества двух стран. Отечественными [1] и зарубежными [2] учеными Китай рассматривается с позиции приоритетного экономического партнера России, при этом российско-китайское сотрудничество рассматривается как модель, демонстрирующая эффективность в условиях санкционного давления [3, 4] и изменения глобальных цепочек добавленной стоимости [5].

В рамках изучения исторических и экономических предпосылок укрепления двусторонних связей исследователи обращают внимание на долгосрочные эффекты советско-китайского сотрудничества, которые продолжают влиять на современные торговые отношения [6, 7]. Так, коллектив китайских ученых пришел к выводу, что каждый дополнительный проект помохи увеличивает торговый оборот китайского города с Россией почти на 30% [8]. В 1950-х гг. СССР сыграл важную роль в развитии тяжелой промышленности, энергетики и инфраструктуры в северо-восточных провинциях Китая (Хэйлунцзян, Ляонин, Цзилинь), а также в центральном регионе (Хубэй) [9, 10].

Российско-китайское сотрудничество на региональном уровне рассматривается в основном на примере сибирских [11] и дальневосточных приграничных регионов [12], где активно реализуются стратегические инициативы [13], развивается связывающая инфраструктура [14], туризм [15], снижаются административные барьеры [16, 17].

В отношении поволжских регионов работ значительно меньше. В частности, авторы работы [18] указывают на особую роль китайско-российского механизма сотрудничества в рамках формата «Волга-Янцзы» в стимулировании экономического и торгового обмена между двумя странами, а

также в создании площадок для взаимодействия в гуманитарной сфере. Ухань был важным центром советско-китайского сотрудничества в области строительства мостов и транспортной инфраструктуры. В настоящее время Ухань активно сотрудничает с Самарской областью и Татарстаном в рамках механизма «Волга-Янцзы»<sup>6</sup>. На уровне субъектов Российской Федерации с провинциями Янцзы подписано 38 соглашений, а Татарстан и Самарская область являются лидерами<sup>7</sup>.

Однако ученые и эксперты сходятся во мнении, что гуманитарное сотрудничество реализуется более активно, и лишь некоторым регионам пока удалось продвинуться в торгово-экономическом сотрудничестве с Китаем [19].

На наш взгляд, одним из ограничивающих факторов является отсутствие данных о сопряжении экспорта и импорта межрегиональных российско-китайских торговых потоков, что могло бы обозначить дальнейшие перспективы расширения торговли между регионами двух стран.

### Материалы и методы

Для проведения исследования использовались данные из открытых и официальных источников, обеспечивающих достоверность и репрезентативность информации. Основными источниками стали базы данных General Administration of Customs of China<sup>8</sup> и National Bureau of Statistics of China<sup>9</sup>. Для уточнения региональной специфики привлекались отчеты статистических бюро административных единиц Китая. Собранные данные были систематизированы и проанализированы с использованием методов сравнительного и структурного анализа.

Существующие методы оценки торгово-экономического сотрудничества, которые базируются на анализе объемных показателей экспорта и импорта [20], товарной структуры внешнеторговых операций [21], объемов внешнеторгового оборота [22], сальдо торгового баланса [23], относительных долей экспорта и импорта в общем товарообороте за определенный период [24], индекса технологической близости между изобретениями [25], не позволяют полностью раскрыть сравнительные преимущества и особенности взаимодействия между регионами-участниками торгового

<sup>6</sup> История развития сотрудничества в формате «Волга-Янцзы» // Чувашская Республика. Официальный портал органов власти. URL: <https://gov.cap.ru/SiteMap.aspx?id=2842426&gov> (дата обращения: 10.02.2025); Тесное сотрудничество Татарстана и Китая // Агентство инвестиционного развития Республики Татарстан. 16.01.2017. URL: <https://tida.tatarstan.ru/index.htm/news/822367.htm> (дата обращения: 12.04.2025)

<sup>7</sup> Сотрудничество с КНР // Правительство Самарской области. URL: <https://www.samregion.ru/economy/knr/> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>8</sup> General Administration of Customs of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>9</sup> National Bureau of Statistics of China (NBS). URL: <https://data.stats.gov.cn/english/> (дата обращения: 10.02.2025)

процесса. Для комплексной оценки несыревого потенциала торгово-экономического сотрудничества субъектов Российской Федерации – Самарской области и Республики Татарстан – была применена авторская методика, разработанная в предыдущих работах исследователей. Данная методика включает расчет таких показателей как уровень импортозависимости региона на основе модифицированного индекса Балассы, индекс комплементарности, а также определение максимально возможного потенциала экспорта<sup>10</sup>.

В рамках предложенной методики на первом этапе осуществляется расчет степени зависимости китайских провинций, автономных округов и городов центрального подчинения от импорта определенных товаров из России с помощью модифицированного индекса Балассы (RCI). На втором этапе методики проводится оценка медианных значений импорта региона из всех стран мира. На третьем этапе рассчитывается взаимодополняемость потоков индексом комплементарности (TCI), который позволяет оценить структурное соответствие экспорта субъекта РФ (Татарстана, Самарской области) и импорта китайских регионов. Этот показатель варьируется от 0 (отсутствие комплементарности) до 100 (полная комплементарность) и позволяет оценить степень соответствия структуры экспорта субъекта РФ (Татарстана, Самарской области) структуре импорта китайских провинций.

Расчет максимально возможного потенциала экспорта основан на гипотетическом сценарии, при котором субъект РФ (Татарстан, Самарская область) полностью специализируется на торговле с Китаем, а китайские провинции покрывают свои потребности в импорте за счет поставок из региона.

Предложенная методика является универсальной и может быть адаптирована для анализа экспортного потенциала любого субъекта Российской Федерации при наличии данных о внешнеторговом обороте. Для межрегиональных и международных сравнений методика требует адаптации – в частности, уточнения товарной номенклатуры, учета специфики торговых потоков и структурной

гомогенности регионов. Основные ограничения касаются доступности детализированных статистических данных по странам-партнерам.

## Результаты исследования

### Общее состояние торговли и региональный разрез российского импорта в Китае

В 2021–2024 гг. наблюдался последовательный рост товарооборота между Россией и Китаем. Так, в 2023 г. объем двусторонней торговли достиг рекордных 240,11 млрд долл. США, что на 26,3% превышает показатели предыдущего года<sup>11</sup>; в 2024 г., по данным Главного таможенного управления КНР, товарооборот составил 244,81 млрд долл. США<sup>12</sup>.

В структуре российского экспорта в Китай преобладают энергоресурсы: нефть, природный газ и уголь<sup>13</sup>. Россия также поставляет в КНР металлы, древесину, морепродукты и сельскохозяйственную продукцию. По данным за период с января по ноябрь 2024 г., экспорт из России в Китай составил 118,57 млрд долл., в том числе 2,5 млрд долл. пришлось на эти товары<sup>14</sup>. Китай, в свою очередь, экспортирует в Россию автомобили, тракторы, компьютеры, смартфоны, промышленное оборудование, игрушки, обувь и кондиционеры.

Китай, как и Россия, имеет сложное административно-территориальное деление, включающее 23 провинции, 5 автономных округов, 4 города центрального подчинения и 2 специальных административных района – Аомынь (Макао) и Сянган (Гонконг). Региональное распределение импорта из России значительно варьируется между провинциями и обусловлено разнообразием экономических потребностей и производственных возможностей различных регионов Китая, что подтверждается данными расчета (табл. 1).

Наиболее крупными импортерами как в 2021 г., так и в 2024 г. являются провинции, граничащие с Россией или имеющие исторически сложившиеся торговые связи, такие как Хэйлунцзян (18,6 млрд долл. и 27,6 млрд долл. соответственно) и Пекин

<sup>10</sup> Хмелева Г.А., Чиркунова Е.К., Гусева М.С., Хилов Д.В. Потенциал торгово-экономического сотрудничества Бразилии и Самарской области на основе сопряжения экспорта и импорта // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2024. Т. 15. № 4. С. 677–696. EDN: <https://elibrary.ru/zlstdq>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2024.15.4.677-696>

<sup>11</sup> Товарооборот Китая и России за 2023 год вырос на 26,3% // Реальное время. 12.01.2024. URL: <https://realnoevremya.ru/news/300269-tovarooborot-kitaya-i-rossii-za-2023-god-vyros-na-263> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>12</sup> Товарооборот Китая и России в 2024 году вырос на 1,9% // ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/22861813> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>13</sup> Что Россия продавала Китаю в 2023 году и что покупала у него // РБК. 24.01.2024. URL: <https://www.rbc.ru/economics/24/01/2024/65af9e809a79472aaca18347> (дата обращения: 10.02.2025)

<sup>14</sup> Сорокин Е. Товарооборот Китая и России за 2024 год увеличился // NEWSINFO. 10.12.2024. URL: [https://www.newsinfo.ru/news/sales\\_china/839284/](https://www.newsinfo.ru/news/sales_china/839284/) (дата обращения: 10.02.2025)

Таблица 1

## Оценка вклада регионов Китая в общий импорт из РФ, 2021–2024 гг.

Table 1

## Assessment of Chinese regions' contribution to total import from the Russian Federation, 2021–2024

Регионы Китая	2021		2024		Изменение, 2024 г. к 2021 г.	
	млн долл.	%	млн долл.	%	млн долл.	%
Анхой	323,22	0,41	233,54	0,18	-89,68	-27,75
АО Внутренняя Монголия	2124,28	2,67	2067,60	1,60	-56,68	-2,67
Ганьсу	616,00	0,77	352,23	0,27	-263,77	-42,82
Гуандун	2034,54	2,56	3407,69	2,64	1373,15	67,49
Гуанси-Чжуанский АО	184,39	0,23	1461,01	1,13	1276,63	692,36
Гуйчжоу	7,96	0,01	48,01	0,04	40,05	503,44
Ляонин	3267,88	4,11	3099,40	2,40	-168,49	-5,16
Нинся-Хуэйский АО	2,93	0,00	35,46	0,03	32,53	1109,17
Пекин	18485,36	23,22	30967,56	23,95	12482,20	67,52
Синьцзян-Уйгурский АО	117,84	0,15	1121,92	0,87	1004,08	852,07
Сычуань	562,16	0,71	742,14	0,57	179,98	32,02
Тибетский АО	4,83	0,01	0,00	0,00	-4,83	-100,00
Тяньцзинь	700,23	0,88	602,38	0,47	-97,85	-13,97
Фуцзянь	2926,18	3,68	3361,44	2,60	435,26	14,87
Хайнань	466,65	0,59	1772,55	1,37	1305,90	279,85
Хубэй	205,00	0,26	650,10	0,50	445,10	217,12
Хунань	228,42	0,29	764,97	0,59	536,55	234,90
Хэбэй	1047,42	1,32	1664,99	1,29	617,57	58,96
Хэйлунцзян	18673,43	23,46	27659,44	21,39	8986,01	48,12
Хэнань	1084,82	1,36	1255,24	0,97	170,42	15,71
Цзилинь (Гирин)	1170,01	1,47	1250,75	0,97	80,74	6,90
Цзянси	149,03	0,19	495,46	0,38	346,43	232,45
Цзянсу	2802,64	3,52	5134,59	3,97	2331,96	83,21
Цинхай	14,07	0,02	2,32	0,00	-11,75	-83,52
Чжэцзян	3702,54	4,65	5031,95	3,89	1329,41	35,91
Чунцин	1005,36	1,26	366,32	0,28	-639,04	-63,56
Шанхай	4665,38	5,86	10170,65	7,86	5505,28	118,00
Шаньдун	12527,27	15,74	23057,91	17,83	10530,64	84,06
Шаньси	65,56	0,08	28,26	0,02	-37,30	-56,89
Шэньси	393,22	0,49	682,92	0,53	289,70	73,67
Юннань	34,89	0,04	1831,48	1,42	1796,59	5149,31
Общий итог	79593,50	100,00	129320,30	100,00	49726,80	62,48

Рассчитано авторами по материалам: General Administration of Customs of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn>; National Bureau of Statistics of China (NBS). URL: <https://data.stats.gov.cn/english/>; China Customs Statistics Monthly. URL: <http://www.customs.gov.cn> (дата обращения: 01.03.2025).

Calculated by the authors based on the materials: General Administration of Customs of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn>; National Bureau of Statistics of China (NBS). URL: <https://data.stats.gov.cn/english/>; China Customs Statistics Monthly. URL: <http://www.customs.gov.cn> (accessed: 01.03.2025).

(18,4 млрд долл. и 30,9 млрд долл. соответственно), которые в большей степени зависят от российских поставок. Провинции Шаньдун (12,5 млрд долл. в 2021 г. и 23,1 млрд долл. в 2024 г.) и Шанхай (4,6 млрд долл. и 10,1 млрд долл. соответственно) так-

же выделяются более значительным объемом импорта из России, что связано с их промышленной специализацией и развитой портовой инфраструктурой. Стоит отметить, что к 2024 г. рост импорта из России наблюдался в 22-х провинциях Китая.

### Импорт Китая по группам товаров и импортозависимость провинций

Согласно данным 2021 г. (табл. 2), основными позициями импорта Китая из России являются древесина и целлюлозно-бумажные изделия (товарные группы «44–49»), доля российского импорта по данным товарам достигает 10,2%.

На минеральные продукты и топливо (группа «25–27») приходится 56,7 млрд долл., что составляет 8,4% от общего объема импорта Китая в данной категории. Поставки удобрений, продуктов органической и неорганической химии, а также каучука (группа «28–40») из России занимают существенную долю импорта Китая в этой категории. Также значительную долю российского импорта (4,6%) составляют металлы и изделия из них (группа «72–83»).

Таблица 2

**Импорт Китая по группам Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) и доля импорта из России, 2021 г.**

Table 2

**China's import by Harmonized System (HS) groups and the share of import from Russia, 2021**

№	Код ТН ВЭД	Наименование товарной группы	Общий импорт Китая, млрд долл.	Импорт Китая из России, млрд долл.	Доля импорта из России, %
1	01–15	Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (кроме текстильного)	176,5	3,9	2,2
2	16–24	Готовые пищевые продукты, напитки, табак	32,5	0,4	1,2
3	25–27	Минеральные продукты и топливо	676,4	56,7	8,4
4	28–40	Продукция химической промышленности, удобрения, каучук	291,4	2,1	0,7
5	41–43	Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	11,7	0,0	0,2
6	44–49	Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	55,7	5,7	10,2
7	50–67	Текстиль, текстильные изделия и обувь	43,2	0,0	0,0
8	71	Драгоценные камни, драгоценные металлы и изделия из них	77,4	1,5	2,0
9	72–83	Металлы и изделия из них	155,1	7,1	4,6
10	84–90	Машины, оборудование (включая электротехническое) и транспортные средства	1112,8	0,6	0,1
11	68–70, 91–97	Другие товары	43,0	0,1	0,2
Итого			2675,7	78,1	29,7

Рассчитано авторами по материалам таможенной статистики КНР: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (дата обращения: 01.03.2025).

Calculated by the authors based on the customs statistics of the People's Republic of China: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (accessed: 01.03.2025).

Стратегический потенциал ненеэнергетического экспорта России в Китай заключается в увеличении поставок продукции с высокой добавленной стоимостью. В частности, перспективными направлениями являются машины и оборудование (группа «84–90»), где доля российского импорта пока составляет лишь 0,05%, а также продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (группа «01–15»), где Россия обеспечивает 2,2% китайского импорта. Увеличение экспорта в этих категориях, включая электротехнику, медицинское оборудование и сельскохозяйственную продукцию, может стать ключевым фактором углубления торгово-экономического сотрудничества между двумя странами. Большинство значений RCI близки к нулю, что свидетельствует о слабой зависимости китайских провинций от российского импорта по данным 2021 г. (табл. 3а и 3б).

Это связано как с диверсификацией источников импорта, так и с развитием внутреннего производства в Китае и отсутствием значительного экспорта соответствующих товаров из России. Например, как видно из табл. 3а и 3б, в провинциях Гуандун, Шанхай, Цзянсу, Пекин и других крупных экономических центрах значения RCI крайне низкие, несмотря на значительные объемы импорта.

В некоторых провинциях наблюдаются относительно высокие значения RCI (близкие к 1 или выше), что указывает на потенциальные точки роста для российского экспорта. Это, например, провинция Хэйлунцзян, где показатель RCI для товарной группы «25–27» составил 2,7229 и для товарной группы «50–67» – 2,8926. На наш взгляд, такие значения импортозависимости обусловлены географической близостью провинции к России и активной приграничной тор-

Таблица 3а

Импорт товаров по группам неэнергетических товаров за 2021 г., долл. (коды ТН ВЭД 01–43)

Table 3a

Import of the goods by non-energy goods groups in 2021, dollars (HS codes 01–43)

Провинции, 2021	Импорт региона из всех стран	01–15	RCI	16–24	RCI	25–27	RCI	28–40	RCI	41–43	RCI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аньхой	43073811806	85972575	0,0303	51939	0,0001	147041185	0,0135	13653237	0,0029		0,00
АО Внутренняя Монголия	11636217954	174893464	0,2279	817320	0,0058	794492363	0,2701	232335840	0,1833		0,00
Ганьсу	5548342559	6401104	0,0175		0,0000	534952594	0,3814	90076	0,0001		0,00
Гуанчжун	494623751843	227336977	0,0070	7476865	0,0012	872113417	0,0070	130302365	0,0024	9200355	0,0042
Гуанси-Чжуанский АО	46084669200	4522736	0,0015	55881	0,0001	166770939	0,0143	1077126	0,0002		0,00
Гүйжгу	2521280124		0,0000	58633	0,0019		0,0000	6623832	0,0241		0,00
Ляонин	67339536400	388324496	0,0874	18311012	0,0224	2645505209	0,1554	62492549	0,0085		0,00
Нинся-Хуэйский АО	563970873	2208155	0,0594		0,0000		0,0000	704508	0,0115		0,00
Пекин	374192997162	335630054	0,0136	76849623	0,0169	14779570367	0,1562	445291082	0,0109	375272	0,0002
Синьцзян-Уйгурский АО	4588046334	88887651	0,2937	1187448	0,0213	3349653	0,0029	3310705	0,0066		0,00
Сычуань	58809614870	54951254	0,0142	61922	0,0001	215978251	0,0145	32684849	0,0051	8945	0,000004
Тибетский АО	273712242	4834966	0,2678		0,0000		0,0000		0,0000		0,00
Тяньцзинь	70061166336	63463863	0,0137	1971787	0,0023	296080903	0,0167	13166760	0,0017		0,00
Фуцзянь	116494003023	73634083	0,0096	5478552	0,0387	1852635408	0,0629	33665610	0,0027	1497709	0,002937529
Хубэй	28449058892	4115295	0,0022	669770	0,0019	15904230	0,0022	31296602	0,0101		0,00
Хунань	25447781070	3844083	0,0023	3515	0,0000	185338917	0,0288	1362344	0,0005		0,00
Хэбэй	36799022662	7679641	0,0032		0,0000	889498428	0,0956	4752294	0,0012	6755425	0,041944461
Хэйлунцзян	23882724563	344619457	0,2187	71489574	0,2462	16439528514	2,7229	30758999	0,1182	753	0,00000072
Хэнань	48991505391	14956110	0,0046	106245	0,0002	967097310	0,0781	7167952	0,0013	45	0,000000021
Цзилинь (Ирин)	16908828638	669745421	0,6005	9120952	0,0444	444747285	0,1040	523007	0,0003		0,00
Цзянси	19477041426		0,0000		0,0000	7594378	0,0015	1141910	0,0005		0,00
Цзянсу	300003590444	69411947	0,0035	14859148	0,0041	1873963176	0,0247	171115956	0,0052	53475	0,0000041
Цинхай	220612111	687108	0,0472		0,0000	13384884	0,2400		0,0000		0,00
Чжэцзян	171592780862	27334104	0,0024	21906258	0,0105	2235379021	0,0515	147759068	0,0079	2283769	0,003040965
Чунцин	436169771673	16021917	0,0056	117140	0,0002	34240995	0,0031	3834644	0,0008	169	0,000000089

Окончание таблицы 1  
End of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Шанхай	382955077052	368790204	0,0146	98442690	0,0211	1173688378	0,0121	251217603	0,0060	13707	0,00000082
Шаньхун	180330446342	826033379	0,0694	53703883	0,0024	10983838959	0,2410	174734690	0,0089	27826	0,0000035
Шаньси	12746436177	680567	0,0008		0,0000	54417201	0,0169	400	0,0000	1101	0,00000197
Шэньси	33617171978	14272833	0,0064	147565	0,0004	169715487	0,0200	22974224	0,0063	54	0,000000037
Юнань	20955397855	1070704	0,0008		0,0000	19919684	0,0038		0,0000		0,00
Медиана		27334104,0	0,0108	1187448,0	0,0004	407536924,0	0,0200	13409998,5	0,0027	13707,0	0,0000

Рассчитано авторами по данным таможенной статистики КНР: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (дата обращения: 01.03.2025).  
 Calculated by the authors based on the customs statistics of the People's Republic of China: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (accessed: 01.03.2025).

Таблица 3б

Import of the goods by non-energy goods groups in 2021, dollars (HS codes 44–97)  
 Импорт товаров по группам неэнергетических товаров за 2021 г., долл. (коды ТН ВЭД 44–97)

Провинции, 2021	44–49	RCI	50–67	RCI	71	RCI	72–83	RCI	84–90	RCI	68–70, 91–97	RCI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аньхой	70480852	0,0786	28154	0,0000	553	0,0000	854752	0,0003	5095438	0,0003	34795	0,0000
АО Внутренняя Монголия	9190 0496	<b>3,7945</b>	129079	0,0007	77429	0,0002	1652401	0,0025	870210	0,0002	1313	0,0000
Ганьсу	8106294	0,0702		0,0000		0,0000	66451226	0,2067	300	0,0000		0,0000
Гуандун	149464128	0,0145	86841	0,0000	317499823	0,0222	258756729	0,0090	60546269	0,0003	814678	0,0000
Гуанси Чжу- аньский АО	6356720	0,0066		0,0000	3910	0,0000	5599103	0,0021	155	0,0000		0,0000
Гуйчжоу	582470	0,0111		0,0000		0,0000	169361	0,0012	521453	0,0005		0,0000
Ляонин	45899429	0,0327	23834	0,0000		0,0000	101753080	0,0261	5550697	0,0002	7936	0,0000
НинсяХээйский АО	20 44	0,0017		0,0000		0,0000						0,0000
Пекин	594552111	0,0763	687024	0,0001	486612721	0,0449	1477737337	0,0681	283759669	0,0018	2970595	0,0000

Окончание таблицы 2

End of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Синьцзян-Уйгурский АО	20752822	0,2173	12924	0,0002	0,0000	334734	0,0013	3700	0,0000	91	0,0000	
Сычуань	221294593	0,1808	160582	0,0002	7448701	0,0044	17976953	0,0053	11470246	0,0005	84477	0,0000
Тибетский АО	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Тяньцзинь	2861298	0,0020	3385816	0,0030	105	0,0000	247329512	0,0609	70914308	0,0024	1045299	0,0000
Фуцзянь	42429623	0,1750	477496	0,0003	109648877	0,0325	371227237	0,0550	4351425	0,0001	6556	0,0000
Хубэй	26855301	0,0454	213	0,0000	120782888	0,1467	16399	0,0000	5336422	0,0005	6581	0,0000
Хунань	2136443	0,0040	10719	0,0000	13502182	0,0183	21700058	0,0147	506990	0,0000	6981	0,0000
Хэбэй	18286045	0,0239	36662	0,0001	4587440	0,0043	111318541	0,0522	4422128	0,0003	73422	0,0000
Хэйлунцзян	143784221	2,8926	191647	0,0005	2190251	0,0032	12178644	0,0088	344699	0,0003	60150	0,0000
Хэнань	24311048	0,0238	51340	0,0001	650216	0,0005	67628452	0,0238	2825357	0,0001	10484	0,0000
Цзилинь (Ирин)	38174948	0,1085	223024	0,0008		0,0000	619	0,0000	1284812	0,0002	15048	0,0000
Цзянси	79225738	0,1954		0,0000	56301351	0,0999	4229451	0,0037	444779	0,0001	93580	0,0000
Цзянсу	353665623	0,0566	2135713	0,0004	55775377	0,0064	231566331	0,0133	29000561	0,0002	991954	0,0000
Цинхай		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000	0,0000	
Чжэцзян	283238783	0,0793	865294	0,0003	21543873	0,0043	955907765	0,0961	5996207	0,0001	197187	0,0000
Чунцин	48226845	0,5312	69017	0,0001	14417	0,0000	465757443	0,1843	2552030	0,0001	0,0000	
Шанхай	284798174	0,0357	2709655	0,0004	254548418	0,0230	2188333838	0,0986	29737223	0,0002	532948	0,0000
Шаньдун	190170932	0,0507	385357	0,0001	74504733	0,0143	225117370	0,0215	41926401	0,0006	11889607	0,0000
Шаньси	1234221	0,0047	9030	0,0000	5463229	0,0148	6397889	0,0087	2818700	0,0005	130018	0,0000
Шэньси	32225567	0,0046	32477	0,0001		0,0000	161306337	0,0828	15408956	0,0011	6655530	0,0000
Юньнань		0,0000		0,0000	2448916	0,0040	9712148	0,0080	1465274	0,0002	273220	0,0000
Медиана	45899429,0000	0,0357	86841,0000	0,0001	6455990,0000	0,0020	67039839,0000	0,0090	3896002,0000	0,0002	84477,0000	0,0000

Рассчитано авторами по данным таможенной статистики КНР: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (дата обращения: 01.03.2025).

Calculated by the authors based on the customs statistics of the People's Republic of China: General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: <http://stats.customs.gov.cn/indexEn> (accessed: 01.03.2025).

говлей. В провинции Цзилинь RCI по товарной группе «01–15» зафиксирован на уровне 0,6005. В то же время, в Синьцзян-Уйгурском автономном округе (АО) значения RCI по группам «01–15» и «50–67» составили 0,2937 и 0,2173 соответственно. Анализ RCI для АО Внутренняя Монголия показывает, что для группы товаров «25–27» значение индекса составляет 0,2701, в то время как для группы «50–67» значение значительно выше – 3,7945. Эти регионы могут стать приоритетными для развития торгового сотрудничества, так как уже сейчас достаточно сильно зависят от российского импорта.

В разрезе ТН ВЭД относительно высокие значения RCI наблюдаются в группе товаров «Животные и растительные продукты» в провинциях Цзилинь (0,6005), Синьцзян-Уйгурский АО (0,2937), Тибетский АО (0,2678) и АО Внутренняя Монголия (0,2279). Данные показатели свидетельствуют о значительном потенциале для экспорта российской сельскохозяйственной продукции (зерно, мясо, рыба) в указанные регионы.

В категории товаров «Готовые пищевые продукты, напитки, табак» провинция Хэйлунцзян демонстрирует заметно высокие перспективы для экспорта российских товаров, о чем свидетельствует индекс RCI за 2021 г., равный 0,2462, что значительно превосходит показатели других регионов. В группе «Древесина и целлюлозно-бумажные изделия» значения RCI выше 1 были зафиксированы в АО Внутренняя Монголия (3,7945) и провинции Хэйлунцзян (2,8926); сравнительно высокий показатель также отмечается в Чунцине (0,5312).

Расчеты позволяют сделать вывод, что регионом с высоким потенциалом для сотрудничества является Хэйлунцзян, поскольку он уже имеет высокие значения RCI по некоторым группам товаров. Географическая близость к России делает эту провинцию ключевым партнером для приграничной торговли. АО Внутренняя Монголия и Синьцзян-Уйгурский АО также имеют высокие значения RCI, что делает их перспективными для развития торговли, особенно в сфере энергоресурсов и сельскохозяйственной продукции. Чунцин показывает высокое значение RCI для товарной группы «44–49» (0,5312), что указывает на потенциал сотрудничества в этой области.

Несмотря на низкие значения RCI относительно товарных групп «84–90» (машины, оборудование, транспортные средства), объемы импорта в провинциях Гуандун, Шаньдун, Тяньцзинь и Пекин остаются весьма значительными, многократно превышая медианные показатели. Это свидетельствует о наличии

потенциала для расширения экспорта высокотехнологичной продукции из России при условии повышения ее конкурентоспособности на данном рынке.

В регионах Чжэцзян, Шанхай и Пекин фиксируются значительные объемы импорта металлов и изделий из них при низких значениях RCI. Данное направление представляется перспективным для развития внешнеэкономического сотрудничества российских компаний.

Таким образом, анализ показывает, что, несмотря на общую низкую импортозависимость китайских провинций от российских товаров, существует потенциал для развития торгово-экономического сотрудничества, в частности, в приграничных регионах и в рамках определенных товарных групп.

#### *Неэнергетический потенциал торгово-экономического сотрудничества провинций Китая Верхнего и Среднего течения реки Янцзы и Самарской области*

Провинции Верхнего и Среднего течения реки Янцзы (например, Аньхой, Сычуань, Чунцин, Хубэй, Хунань, Цзянси) представляют собой стратегически важный экономический пояс Китая. Его регионы характеризуются высокой плотностью населения, развитой промышленностью и активным участием в международной торговле. Благодаря своему расположению в центре страны эти провинции играют ключевую роль в логистических цепочках, связывающих восточные и западные регионы Китая. Кроме того, они активно интегрируются в инициативу «Пояс и путь», что открывает дополнительные возможности для сотрудничества с внешними партнерами, включая Россию. Именно поэтому анализ потенциала торгово-экономического сотрудничества с этими провинциями представляет особый интерес, так как они являются не только крупными потребителями импортной продукции, но и важными транспортными узлами для распределения товаров внутри Китая.

Самарская область, как один из промышленных и технологических центров России, обладает значительным экспортным потенциалом в неэнергетических секторах, таких как машиностроение, химическая промышленность, металлургия и производство высокотехнологичной продукции. В рамках механизма «Волга-Янцзы», начиная с 2015 г., регулярно проводятся реверсные миссии, установлены контакты с крупными предприятиями автомобильной, промышленной, строительной, аграрной отраслей. Также реализован межрегиональный туристический «Красный маршрут» и молодежные проекты<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Самарская область–Чунцин: двусторонний трек // Департамент внешних связей Администрации Губернатора Самарской области. 26.05.2022. URL: <https://interdep.samregion.ru/2022/05/26/samarskaya-oblast-chunczin-dvustoronnij-trek/> (дата обращения: 12.02.2025)

Фокус на провинциях Верхнего и Среднего течения Янцзы обусловлен не только их экономическим весом, но и высокой степенью комплементарности с промышленным потенциалом Самарской области (табл. 4).

На основе представленных расчетов можно сделать вывод о значительном экспортном потенциале Самарской области в провинциях Верхнего и Среднего течения реки Янцзы. Общий объем потенциального экспорта по всем товарным группам составляет более 5 млрд долл., что свидетельствует о наличии широких возможностей для развития торгово-экономического сотрудничества.

Наибольший потенциал экспорта наблюдается в провинциях Сычуань (1,736 млрд долл.), Хубэй (0,978 млрд долл.) и Аньхой (0,939 млрд долл.), что связано с их высокой экономической активностью и развитой промышленностью. В провинциях Хунань (0,618 млрд долл.) и Чунцин (0,693 млрд долл.) потенциал экспорта несколько ниже.

Потенциал экспорта животных и растительных продуктов оценивается в 0,112 млрд долл., с наибольшим спросом в провинции Аньхой (0,058 млрд долл.).

Доминирующий спрос на пищевую продукцию наблюдается в Хубэе и превышает 0,090 млрд долл.

Потенциал экспорта Самарской области в провинции Сычуань, Хунань и Аньхой оценивается достаточно высоко по следующим группам товаров: минеральные продукты, топливо (соответственно 0,643, 0,551 и 0,438 млрд долл.); химическая продукция – общий потенциал составляет 1,911 млрд долл., при этом наибольший спрос наблюдается в провинциях Сычуань (0,744 млрд долл.) и Хубэй (0,712 млрд долл.); машины, оборудование и транспортные средства – 0,585 млрд долл., где значительный потенциал экспорта представлен в провинциях Аньхой, Сычуань и Хубэй; металлы и изделия из них – около 0,445 млрд долл., где лидером является провинция Чунцин (0,406 млрд долл.).

Индекс взаимодополняемости (TCI) для всех провинций находится на высоком уровне, от 93,4 до 93,6, что свидетельствует о высокой степени совместности экономик Самарской области и провинций Верхнего и Среднего течения Янцзы.

В итоге проведенного анализа можно заключить, что основными направлениями экспорта из Самарской области являются минеральные продукты и топливо, химическая продукция и продукция ма-

шиностроительной отрасли. Металлы и изделия из них также вызывают значительный интерес, однако преимущественно со стороны отдельных провинций. В частности, провинции Чунцин, Сычуань и Аньхой выделяются как наиболее привлекательные рынки для Самарской области благодаря высокому спросу на более широкий спектр продукции.

#### *Потенциал торгово-экономического сотрудничества провинций Китая Верхнего и Среднего течения реки Янцзы и Татарстана*

Углубление корректировки структуры торговли стало примечательной особенностью экономических и торговых отношений между Китаем и Россией. Между Татарстаном и регионами Китая за последние годы подписан ряд соглашений о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве: 6 соглашений с китайскими провинциями и 14 соглашений между муниципальными образованиями, в том числе с провинцией Шаньдун (2019 г.); соглашение о сотрудничестве в развитии нефтехимической промышленности между Коммерческим управлением города Дунъин с промышленным кластером Татарстана (2023 г.)<sup>16</sup>; соглашения в области сельского хозяйства и меморандум о стратегическом сотрудничестве между ООО «ТАТЛИФТ» совместно с Shanghai HaXell Elevator Co., Ltd (2024 г.)<sup>17</sup>.

Имеющиеся соглашения и высокий индекс комплементарности (TCI) создают основу широких возможностей для укрепления экспортного потенциала по разным продуктовым группам (табл. 5).

Наибольший потенциал экспорта Татарстана оценивается в провинциях Сычуань (4,282 млрд долл.), Хунань (2,630 млрд долл.) и Аньхой (2,614 млрд долл.), что связано с их высокой экономической активностью и развитой промышленностью. В провинциях Хубэй (1,331 млрд долл.) и Чунцин (1,030 млрд долл.) потенциал экспорта несколько ниже. Значительно ниже потенциал у провинции Цзянси (0,183 млрд долл.).

На основе расчетов самым большим потенциалом обладает группа энергетической продукции (8,3 млрд долл.), где наивысший потенциал имеется у трех провинций: Сычуань (2,95 млрд долл.), Хунань (2,54 млрд долл.), Аньхой (2,013 млрд долл.).

Экспортный потенциал Республики Татарстан в Сычуане, Хубэе и Аньхое оценивается как достаточно высокий в сегменте неэнергетических товаров: «Продукция химической промышленности,

<sup>16</sup> Татарстан будет сотрудничать с нефтяными компаниями Китая // Агентство инвестиционного развития Республики Татарстан. 31.08.2023. URL: <https://tida.tatarstan.ru/index.htm/news/2229115.htm> (дата обращения: 18.04.2025)

<sup>17</sup> Пресс-конференция: «Об итогах II Международного форума «Ростки: Россия и Китай – взаимовыгодное сотрудничество» // Инвестиционный портал Республики Татарстан. URL: <https://invest.tatarstan.ru/ru/news/press-konferentsiya-ob-itogakh-ii-mezhdunarodnogo-foruma-rostki-rossiya-i-kitay-vzaimovygodnoe-sotru/> (дата обращения: 18.04.2025)

Таблица 4

Table 4

Потенциал экспорта Самарской области в провинциях Верхнего и Среднего течения реки Янцзы, млрд. долл.

Export potential of the Samara region in the provinces of the upper and middle reaches of the Yangtze River, billion dollars

Провинция	Группы товаров по кодам ТН ВЭД						Индекс взаимодополняемости (TCI)					
	01–15	16–24	25–27	28–40	41–43	44–49						
Аньхой	58,378	7,004	437,789	310,729	0,000	1,164	1,759	0,000	0,745	1117,388	3,779	93,638
Сычуань	37,314	8,350	643,037	743,863	0,229	3,654	10,033	0,069	15,674	264,249	9,174	93,514
Хубэй	2,794	90,313	47,352	712,268	0,000	0,443	0,013	1,116	0,014	122,940	0,715	93,536
Хунань	2,610	0,474	551,814	31,005	0,000	0,035	0,670	0,125	18,921	11,680	0,758	93,596
Цзянси	0,000	0,000	22,611	25,988	0,000	1,308	0,000	0,520	3,688	10,247	10,163	93,561
Чунцин	10,879	15,795	101,947	87,271	0,004	7,963	4,312	0,000	406,100	58,793	0,000	93,401
Итого	111,976	121,936	1804,551	1911,125	0,233	14,569	16,787	1,829	445,143	585,297	24,589	

Рассчитано авторами на основе совокупного экспорта региона, без учета маркетинговых аспектов.

Calculated by the authors based on total regional export, disregarding marketing considerations.

Таблица 5

Table 5

Потенциал экспортного Татарстана в провинциях Верхнего и Среднего течения реки Янцзы, млрд. долл.

Export potential of Tatarstan in the provinces of the upper and middle reaches of the Yangtze River, billion dollars

Провинция	Группы товаров по кодам ТН ВЭД						Индекс взаимодополняемости (TCI)					
	01–15	16–24	25–27	28–40	41–43	44–49						
Аньхой	43,902	7,723	2013,763	376,369	0,000	13,376	1,675	0,000	0,239	108,855	48,179	91,337
Сычуань	28,061	9,207	2957,872	900,999	0,639	41,998	9,556	0,001	5,034	245,041	83,802	91,477
Хубэй	2,101	99,590	217,812	862,730	0,000	5,097	0,013	0,014	0,005	114,003	30,556	91,188
Хунань	1,963	0,523	2538,259	37,555	0,000	0,405	0,638	0,002	6,076	10,831	34,046	91,249
Цзянси	0,000	0,000	104,007	31,478	0,000	15,036	0,000	0,007	1,184	9,502	22,227	91,269
Чунцин	8,182	17,418	468,938	105,707	0,012	9,1516	4,107	0,000	130,414	54,520	149,760	91,819
Итого	84,209	134,460	8300,651	2314,837	0,652	167,427	15,989	0,023	142,951	542,751	368,569	12072,519

Рассчитано авторами на основе совокупного экспорта региона, без учета маркетинговых аспектов.

Calculated by the authors based on total regional export, disregarding marketing considerations.

удобрения, каучук» – 0,901; 0,863 и 0,376 млрд долл., «Машины, оборудование (включая электротехническое) и транспортные средства» – 0,245; 0,114 и 0,109 млрд долл. соответственно. Наибольший спрос на товары из категории «Готовые пищевые продукты, напитки, табак» зафиксирован в провинции Хубэй – более 0,099 млрд долл., в то время как в других провинциях потенциал по данной группе не превышает 0,018 млрд долл.

В группе «Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье» экспортный потенциал составляет около 0,085 млрд долл., при этом наибольший спрос наблюдается в Аньхое (0,044 млрд долл.) и Сычуане (0,028 млрд долл.).

Для Республики Татарстан в Чунцине также отмечается достаточно высокий экспортный потенциал в товарных группах «Древесина и целлюлозно-бумажные изделия» (0,091 млрд долл.) и «Металлы и изделия из них» (0,130 млрд долл.).

В группе «Другие товары», где представлена дифференцированная продукция, выделяются Чунцин (0,149 млрд долл.) и Сычуань (0,083 млрд долл.) как наиболее привлекательные рынки для Республики Татарстана.

Индекс взаимодополняемости (TCI) для всех провинций находится на высоком уровне, от 91,1 до 91,9, что свидетельствует о высокой степени совместимости экономик Республики Татарстан и провинций Верхнего и Среднего течения Янцзы.

Китайский импорт занимает пятую часть во внешнеторговом обороте Татарстана. Положительную роль играют инвестиционный климат региона, а также уже реализованные проекты. Еще один положительный фактор – это логистика: функционируют прямое авиасообщение между Казанью и Китаем и логистический комплекс «Алабуга» в Закамье для приема и отправки контейнерных поездов в Китай.

Таким образом, на основании проведенных расчетов, авторами получены эмпирические подтверждения ранее выдвинутой гипотезы о наличии значительного экспортного потенциала Республики Татарстан в регионах Верхнего и Среднего течения реки Янцзы.

### Выводы

Анализ текущего состояния российско-китайской торговли подтвердил, что, несмотря на рекордный рост товарооборота между странами, структура торговли является преимущественно сырьевой. Доля несырьевого экспорта из России в Китай остается низкой, что указывает на необходимость диверсификации поставок.

Провинции Верхнего и Среднего течения Янцзы, благодаря развитому промышленному сектору (включая провинции Аньхой, Сычуань, Хубэй и дру-

гие) и активному участию в логистических сетях Китая, обладают значительным потенциалом для увеличения несырьевого экспорта Самарской области и Татарстана, в особенности в машиностроении, химической промышленности и металлургии.

Использование разработанной авторами методики оценки потенциала торгово-экономического сотрудничества, основанной на анализе взаимосвязи между экспортом и импортом, дало возможность определить приоритетные товарные группы с высоким экспортным потенциалом для Самарской области. Здесь наблюдается наибольший спрос на минеральные продукты и топливо (группа «25–27»), химическую (группа «28–40») и машиностроительную продукцию (группа «84–90»). Например, в провинции Сычуань потенциал экспорта химической продукции оценивается в 744 млрд долл., а в провинции Хубэй – в 712 млрд долл., что свидетельствует о наличии значительных возможностей увеличения поставок продукции с высокой добавленной стоимостью.

В результате расчетов потенциала торгово-экономического сотрудничества Республики Татарстан и провинций Китая можно сделать вывод, что наибольшим потенциалом экспорта товаров обладают группы минеральных продуктов и топлива («25–27»), химической продукции («28–40») и продукции отрасли машиностроения («84–90»). Также представляют интерес металлы и изделия из них (группа «72–83»), но уже для отдельных провинций, в частности, для провинции Чунцин.

Высокий индекс взаимодополняемости между Самарской областью (93,4–93,6), Республикой Татарстан (91,1–91,9) и провинциями Верхнего и Среднего течения Янцзы подтверждает, что структура экспорта регионов соответствует импортным потребностям китайских провинций. Это создает основу для долгосрочного и взаимовыгодного сотрудничества.

Основные барьеры для развития сотрудничества связаны с неразвитостью транспортной инфраструктуры, что приводит к задержкам и увеличению стоимости перевозок.

Перспективными направлениями для сотрудничества являются не только энергоресурсы и химическая продукция, но и высокотехнологичная продукция. Например, провинции Гуандун, Пекин, Шаньдун, несмотря на низкие значения индекса RCI, импортируют машины и оборудование на суммы, многократно превышающие медианное значение объемов закупок по все регионам, что открывает возможности для экспорта высокотехнологичной продукции из Самарской области. Для реализации этого потенциала необходимо повышать конкурентоспособность российской продукции и более активно использовать цифровые

платформы (например, Alibaba) для продвижения товаров на китайский рынок.

Региональные экономические особенности Республики Татарстан (развитый промышленный комплекс и научно-технический потенциал, наилучший инвестиционный климат) и Самарской области (развитый промышленный комплекс и научно-технический потенциал) позволяют им успешно конкурировать на китайском рынке. Однако для дальнейшего укрепления позиций необходимо активнее участвовать в международных выставках и бизнес-миссиях, а также развивать механизмы государственно-частного партнерства для привлечения инвестиций в экспортно-ориентированные проекты для укрепления экономических связей между регионами России и Китая.

Установление взаимосвязи между экспортом и импортом позволило выявить потенциал участников проекта «Волга-Янцзы» – Самарской области и Татарстана – в сфере несырьевого экспорта на международном рынке с регионами Китая, подтвердим тем самым гипотезу исследования.

Авторы считают, что апробированный на примере Татарстана и Самарской области методический аппарат будет полезен также для оценки потенциала двусторонней торговли других регионов России, как с Китаем, так и с другими странами.

В перспективе дальнейшие исследования будут направлены на разработку рекомендаций по реализации выявленного экспортного потенциала, в том числе с учетом технологической направленности и инновационного профиля регионов.

#### Список источников

1. Брюханов Д.В., Суслова А.В. Китай как стратегический партнер России в современных условиях развития мировой экономики // Журнал прикладных исследований. 2023. № 6. С. 19–24. EDN: <https://elibrary.ru/jvrxbw>. [https://doi.org/10.47576/2949-1878\\_2023\\_6\\_19](https://doi.org/10.47576/2949-1878_2023_6_19)
2. Инь С. Российско-китайские двусторонние отношения на фоне перехода от стратегии «Поворот на Восток» к концепции «Большая Евразия» // Общество: политика, экономика, право. 2023. № 5(118). С. 32–37. EDN: <https://elibrary.ru/vkfeud>. <https://doi.org/10.24158/pep.2023.5.4>
3. Вардомский Л.Б. Российско-китайские экономические связи в условиях растущей международной напряженности // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 1(58). С. 142–148. EDN: <https://elibrary.ru/hkfhsz>. [https://doi.org/10.31737/22212264\\_2023\\_1\\_142](https://doi.org/10.31737/22212264_2023_1_142)
4. Луконин С.А., Вахрушин И.В. Российско-китайское торгово-экономическое сотрудничество на фоне антироссийских санкций // Россия и АТР. 2023. № 1(119). С. 160–180. EDN: <https://elibrary.ru/fxlztc>. <https://doi.org/10.24412/1026-8804-2023-1-160-180>
5. Абуев Н.М., Абуева А.Н. Китай, как ключевой партнер РФ в условиях санкций: транспортно-логистические и geopolитические проблемы // Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 3(149). С. 115–119. EDN: <https://elibrary.ru/ebsteg>. <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2023-3-115-119>
6. Селюков М.В., Шалыгина Н.П., Кулик А.М. Факторы развития российско-китайских экономических отношений в интеграционном поле Евразии // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2021. Т. 21. № 1. С. 23–29. EDN: <https://elibrary.ru/abtpq>. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2021-21-1-23-29>
7. Jiang Z. Russia's economic development situation and its influence on Sino-Russian economic and trade cooperation // International Journal of Global Economics and Management. 2024. Vol. 2. Iss. 2. P. 158–162. EDN: <https://elibrary.ru/szrucm>. <https://doi.org/10.62051/ijem.v2n2.22>
8. Hu Z.-A., Li J., Nie Z. Long live friendship? The long-term impact of Soviet aid on Sino-Russian trade // Journal of Development Economics. 2023. Vol. 164. P. 103117. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2023.103117>
9. Романова Г.Н. Значение Советского Союза в индустриализации Северо-Восточного Китая (50-е – начало 60-х гг. XX в.): опыт и оценка // Труды института истории, археологии и этнографии ДВО РАН. 2018. Т. 18. С. 138–159. EDN: <https://elibrary.ru/qcfbj>
10. Шэн Ч. Советские специалисты в Китае (1948–1960) / пер. с кит. А.А. Тагировой. М.: Наука, Восточная литература, 2015. 423 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007982703?ysclid=mdftyxiaz5665213701> (дата обращения: 18.04.2025)

11. Шерин Е.А. Внешнеторговое сотрудничество Китая и сибирских регионов // Мировая экономика и международные отношения. 2024. Т. 68. № 5. С. 81–90. EDN: <https://elibrary.ru/oqvbfw>.  
<https://doi.org/10.20542/0131-2227-2024-68-5-81-90>
12. Юйсинь Я., Фанюнь С., Камышанченко Е.Н. Условия и перспективы развития приграничного и межрегионального торгово-экономического сотрудничества в зоне российско-китайского порубежья // Экономика. Информатика. 2024. Т. 51. № 1. С. 45–55. EDN: <https://elibrary.ru/dpfmbc>.  
<https://doi.org/10.52575/2712-746X-2024-51-1-45-55>
13. Ван С. Сотрудничество Северо-Востока Китая и Дальнего Востока России: стратегические инициативы, проблемы и перспективы // Экономическое развитие России. 2024. Т. 31. № 12. С. 4–9.  
EDN: <https://elibrary.ru/nyvupf>
14. Цзоу С. Российско-китайские зоны приграничного сотрудничества: перспективы взаимодействия РФ и КНР // Россия и АТР. 2020. № 3(109). С.134–150. EDN: <https://elibrary.ru/psssnw>.  
<https://doi.org/10.24411/1026-8804-2020-10039>
15. Лю Б. Изучение и анализ углубления туристического сотрудничества между провинцией Хэйлунцзян и Россией // Финансовая экономика. 2021. № 4. С. 57–60. EDN: <https://elibrary.ru/lyidej>
16. Дун И. Владивосток в межрегиональном сотрудничестве: проблемы и перспективы // Международные отношения. 2024. № 1. С. 34–45. EDN: <https://elibrary.ru/hoexnv>.  
<https://doi.org/10.7256/2454-0641.2024.1.69673>
17. Ji M., Li F., Xu Sh., Zhuang Ya., Tsydypov B., Bilgaev A., Guo K. Potential for economic transition and key directions of cross-border cooperation between Primorsky Krai (Russia) and Jilin (China) // Sustainability. 2023. Vol. 15. Iss. 5. P. 4163. <https://doi.org/10.3390/su15054163>
18. Ван Ц., Любина Д.Е. Китайско-российское сотрудничество на территории бассейнов рек Янцзы и Волги // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2022. Т. 16. № 1(39). С. 111–118.  
EDN: <https://elibrary.ru/ijucum>.  
<https://doi.org/10.22394/2073-2929-2022-01-111-118>
19. Макеева С.Б. Межрегиональное российско-китайское сотрудничество: экспертный взгляд из регионов и городов России // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2023. № 2(65). С. 147–156.  
EDN: <https://elibrary.ru/jqkmyf>.  
<https://doi.org/10.24866/1998-6785/2023-2/147-156>
20. Агапова А.В. Анализ взаимной торговли Российской Федерации и Китая // Бюллетень инновационных технологий. 2021. Т. 5. № 4(20). С. 8–10. EDN: <https://elibrary.ru/cryeak>
21. Красных С.С. Высокотехнологичный экспорт Российской Федерации в условиях распространения коронавирусной инфекции // Вестник университета. 2021. № 11. С. 130–137.  
EDN: <https://elibrary.ru/jepber>.  
<https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-11-130-137>
22. Фролова Е.Ю. Внешний рынок как фактор развития производства мяса крупного рогатого скота в Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 4. С. 15–20.  
EDN: <https://elibrary.ru/yubxqp>.  
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10403>
23. Школьяр Н.А. Смена приоритетов внешней торговли // Российский внешнеэкономический вестник. 2022. № 5. С. 95–107. EDN: <https://elibrary.ru/gxkxmi>.  
<https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-5-95-107>
24. Саприкина Н.А., Чэнь Д. Методические подходы к оценке внешней торговли государства (на примере Китая) // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2021. № 4.  
EDN: <https://elibrary.ru/hovveh>.  
<https://doi.org/10.24411/2658-3569-2021-10064>
25. Садриев А.Р., Камаев Б.Н. Исследование изобретательского пространства для обоснования направлений диверсификации технологического экспорта // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 5(131). С. 31–43. EDN: <https://elibrary.ru/kuzagg>

Статья поступила в редакцию 04.06.2025; одобрена после рецензирования 11.07.2025; принята к публикации 05.08.2025

Об авторах:

Чиркунова Екатерина Константиновна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник центра изучения стран Азии, Африки и Латинской Америки; SPIN-код: 3273-5499, Scopus ID: 57192556014

Наугольнова Ирина Александровна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики, организации и стратегии развития предприятия; SPIN-код: 4667-5614, Scopus ID: 57210162549

Скреблов Никита Игоревич, аспирант, младший научный сотрудник центра изучения стран Азии, Африки и Латинской Америки; SPIN-код: 4822-8635

Хилов Дмитрий Владимирович, младший научный сотрудник центра изучения стран Азии, Африки и Латинской Америки; SPIN-код: 8831-0034

**Вклад авторов:**

Чиркунова Е. А. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов; развитие методологии; сбор данных и доказательств.

Наугольнова И. А. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов; подготовка начального варианта текста; сбор данных и доказательств.

Скреблов Н. И. – сбор данных, перевод на английский язык.

Хилов Д. В. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов; сбор данных и доказательств.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

**References**

1. Bryukhanov D.V., Suslova A.V. China as a strategic partner of Russia in the current conditions of the development of the world economy. *Journal of applied research*. 2023; (6):19–24. EDN: <https://elibrary.ru/jvrxbw>. [https://doi.org/10.47576/2949-1878\\_2023\\_6\\_19](https://doi.org/10.47576/2949-1878_2023_6_19) (In Russ.)
2. Yin S. Sino-Russian bilateral relations amid the transition from the «Pivot to the East» strategy to the «Greater Eurasia» concept. *Society: politics, economics, law*. 2023; (5(118)):32–37. EDN: <https://elibrary.ru/vkfeud>. <https://doi.org/10.24158/pep.2023.5.4> (In Russ.)
3. Vardomsky L.B. Russian-Chinese economic links in the context of growing international tensions. *Journal of the new economic association*. 2023; (1(58)):142–148. EDN: <https://elibrary.ru/hkfhsz>. [https://doi.org/10.31737/22212264\\_2023\\_1\\_142](https://doi.org/10.31737/22212264_2023_1_142) (In Russ.)
4. Lukonin S.A., Vakhruhin I.V. Russian-Chinese trade and economic cooperation amid anti-Russian sanctions. *Russia and the Pacific*. 2023; (1(119)):160–180. EDN: <https://elibrary.ru/fxlztc>. <https://doi.org/10.24412/1026-8804-2023-1-160-180> (In Russ.)
5. Abuev N.M., Abueva A.N. China as a key partner of the Russian Federation in the context of sections: transport, logistics and geopolitical problems. *Regional problems of economic transformation*. 2023; (3(149)):115–119. EDN: <https://elibrary.ru/ebsteg>. <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2023-3-115-119> (In Russ.)
6. Selyukov M.V., Shalygina N.P., Kulik A.M. Factors of the Russian-Chinese economic relations development in the Eurasian integration field. *Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law*. 2021; 21(1):23–29. EDN: <https://elibrary.ru/abtpq>. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2021-21-1-23-29> (In Russ.)
7. Jiang Z. Russia's economic development situation and its influence on Sino-Russian economic and trade cooperation. *International Journal of Global Economics and Management*. 2024; 2(2):158–162. EDN: <https://elibrary.ru/szrucm>. <https://doi.org/10.62051/ijem.v2n2.22> (In Eng.)
8. Hu Z.-A., Li J., Nie Z. Long Live friendship? The long-term impact of Soviet aid on Sino-Russian trade. *Journal of Development Economics*. 2023; 164:103117. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2023.103117> (In Eng.)
9. Romanova G.N. The importance of the Soviet Union in the industrialization of North-Eastern China (50- early 1960ies, XX century): the experience and evaluation. *Proceedings of the Institute of History, Archaeology and Ethnology FEB RAS*. 2018; 18:138–159. EDN: <https://elibrary.ru/qcfbji> (In Russ.)
10. Shen Z. Soviet Experts in China (1948–1960) / transl. from Chinese by A.A. Tagirova. Moscow: Nauka, Eastern Literature, 2015. 423 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007982703?ysclid=mdftyxiaz5665213701> (accessed: 18.04.2025) (In Russ.)
11. Sherin E.A. Foreign trade cooperation between China and Siberian Regions. *World Economy and International Relations*. 2024; 68(5):81–90. EDN: <https://elibrary.ru/oqvbwf>. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2024-68-5-81-90> (In Russ.)
12. Yuxin Y., Fangyun S., Kamyshanchenko E.N. Conditions and prospects for the development of cross-border and interregional trade and economic cooperation in the Russian-Chinese border zone. *Economics. Information technologies*. 2024; 51(1):45–55. EDN: <https://elibrary.ru/dpfmhc>. <https://doi.org/10.52575/2712-746X-2024-51-1-45-55> (In Russ.)
13. Wang X. Cooperation between northeast China and the Russian far East: strategic initiatives, problems and prospects. *Russian economic developments*. 2024; 31(12):4–9. EDN: <https://elibrary.ru/nyvupf> (In Russ.)

14. Zou X. Russian-Chinese cross-border economic cooperation zones: prospects for cooperation between Russia and China. *Russia and the Pacific*. 2020; (3(109)):134–150. EDN: <https://elibrary.ru/psssnw>. <https://doi.org/10.24411/1026-8804-2020-10039> (In Russ.)
15. Lyu B. Study and analysis of deepening tourist cooperation between Heilongjiang province and Russia. *Financial economy*. 2021; (4):57–60. EDN: <https://elibrary.ru/lyidej> (In Russ.)
16. Dong Y. Vladivostok in interregional cooperation: problems and prospects. *International relations*. 2024; (1):34–45. EDN: <https://elibrary.ru/hoexnv>. <https://doi.org/10.7256/2454-0641.2024.1.69673> (In Russ.)
17. Ji M., Li F., Xu Sh., Zhuang Ya., Tsydykov B., Bilgaev A., Guo K. Potential for economic transition and key directions of cross-border cooperation between Primorsky Krai (Russia) and Jilin (China). *Sustainability*. 2023; 15(5):4163. <https://doi.org/10.3390/su15054163> (In Eng.)
18. Wang Ju., Lubina D.E. Sino-Russian cooperation in the Yangtze and Volga river basins. *Eurasian Integration: Economics, Law, and Politics*. 2022; 16(1):111–118. EDN: <https://elibrary.ru/ijucum>. <https://doi.org/10.22394/2073-2929-2022-01-111-118> (In Russ.)
19. Makeeva S.B. Interregional Russian-Chinese cooperation: an expert view from the regions and cities of Russia. *Oikumena. Regional researches*. 2023; (2(65)):147–156. EDN: <https://elibrary.ru/jqkmyf>. <https://doi.org/10.24866/1998-6785/2023-2/147-156> (In Russ.)
20. Agapova A.V. Analysis of mutual trade between the Russian Federation and China. *Bulletin of Innovative Technologies*. 2021; 5(4(20)):8–10. EDN: <https://elibrary.ru/cpyeak> (In Russ.)
21. Krasnykh S.S. Russia's high-tech export during the coronavirus infection spread. *Vestnik universiteta*. 2021; (11):130–137. EDN: <https://elibrary.ru/iepber>. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-11-130-137> (In Russ.)
22. Frolova E.Yu. Foreign market as a factor in the development of cattle meat production in the Russian Federation. *Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex*. 2020; 34(4):15–20. EDN: <https://elibrary.ru/yubxqp>. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10403> (In Russ.)
23. Shkolyar N.A. Shift in foreign trade priorities. *Russian Foreign Economic Bulletin Journal*. 2022; (5):95–107. EDN: <https://elibrary.ru/gxkxmi>. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-5-95-107> (In Russ.)
24. Saprikina N.A., Chen D. Methodological approaches to the country's foreign trade assessment (the case of China). *International Journal of Applied Sciences and Technologies Integral*. 2021; (4):7. EDN: <https://elibrary.ru/hovveh>. <https://doi.org/10.24411/2658-3569-2021-10064> (In Russ.)
25. Sadriev A.R., Kamaev B.N. Research of invention space to justify directions for diversification of technological export. *Bulletin of Saint Petersburg State University of Economics*. 2021; (5(131)):31–43. EDN: <https://elibrary.ru/kuzagg> (In Russ.)

The article was submitted 04.06.2025; approved after reviewing 11.07.2025; accepted for publication 05.08.2025

*About the authors:*

**Ekaterina K. Chirkunova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of Center for the Study of Asian, African and Latin American Countries; SPIN: 3273-5499, Scopus ID: 57192556014

**Irina A. Naugolnova**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economics, Organization and Strategy of Enterprise Development; SPIN: 4667-5614, Scopus ID: 57210162549

**Nikita I. Skreblov**, Postgraduate student, Junior Research Fellow of Center for the Study of Asian, African and Latin American Countries; SPIN: 4822-8635

**Dmitry V. Khilov**, Junior Research Fellow of Center for the Study of Asian, African and Latin American Countries; SPIN: 8831-0034

*Contribution of the Authors:*

Chirkunova E. A. – conducting a critical analysis of materials and forming conclusions; development of methodology; collection of data and evidence.

Naugolnova I. A. – conducting a critical analysis of materials and forming conclusions; preparation of the initial version of the text; collection of data and evidence.

Skreblov N. I. – data collection, translation into English.

Khilov D. V. – critical analysis of the materials and formation of the conclusions; collection of data and evidence.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

## Научная статья

УДК 336.714

JEL: G3, F36

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.540-552>

## Аналитические возможности информации об операциях с сукук в отчетности исламских финансовых организаций

**Дерзаева Гузель Габделхаковна<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет; Казань, Россия<sup>1</sup>guzelchan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2530-2887>**Аннотация**

**Цель исследования** – выявление преимуществ отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам AAOIFI с точки зрения аналитических возможностей такой информации для наилучшей интеграции исламского финансирования в правовое поле России.

**Методы.** С помощью таких общеэкономических методов как анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение и сопоставление, логический и системный подходы в статье исследуется финансовая отчетность ряда исламских финансовых организаций, составленная и по стандартам AAOIFI, и МСФО, а именно: Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House, Bank Al Jazira.

**Результаты работы.** В статье выявляются основные преимущества отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам AAOIFI в части аналитических возможностей такой информации, в том числе: глубокая детализация структуры сукук, справедливая стоимость активов, методы распределения доходов, комплексный анализ риска и управление им, соответствие принципам и правилам шариата, высокий уровень прозрачности.

**Выводы.** Аналитическая информация об операциях с сукук, раскрыта в отчетности по стандартам AAOIFI, по сравнению с МСФО предоставляет гораздо более детализированные и специализированные показатели, которые учитывают уникальную природу исламских финансовых инструментов. Это позволяет аналитикам проводить глубокий анализ и принимать обоснованные решения. Научная новизна исследования заключается в обосновании аналитических возможностей информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, представленной по стандартам AAOIFI. Результаты исследования могут быть использованы российскими организациями партнерского финансирования при формировании в финансовой отчетности информации об операциях с сукук.

**Ключевые слова:** сукук, исламский банкинг, исламское финансирование, финансовая отчетность, инвестиции, аналитика

**Благодарность.** Автор выражает благодарность редакции и рецензентам журнала за полезные замечания и советы по оформлению при подготовке статьи к публикации.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Дерзаева Г. Г. Аналитические возможности информации об операциях с сукук в отчетности исламских финансовых организаций // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 540–552

EDN: <https://elibrary.ru/wcofme>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.540-552>

© Дерзаева Г. Г., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Analytical potential of sukuk transaction information in reports of Islamic financial institutions

Guzel G. Derzayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan (Volga Region) Federal University; Kazan, Russia

<sup>1</sup> guzelchan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2530-2887>

### Abstract

**Purpose:** to identify the advantages of reflecting information on sukuk transactions in financial reports according to AAOIFI standards from the point of view of the analytical capabilities of such information for the best integration of Islamic finance into the legal field of Russia.

**Methods:** using such general economic methods as analysis and synthesis, induction and deduction, comparison and contrast, logical and systemic approaches, the article examines the financial reports of a number of Islamic financial organizations, compiled according to both AAOIFI and IFRS standards, namely: Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House, Bank Al Jazira.

**Results:** based on the results of the conducted research, the article highlights the main advantages of reflecting information on sukuk transactions in financial reports according to AAOIFI standards in terms of the analytical capabilities of such information, namely: deep detailing of the sukuk structure, fair value of assets, methods of income distribution, comprehensive risk analysis and management, compliance with the principles and rules of Sharia, and a high level of transparency.

**Conclusions and Relevance:** The analytical information on sukuk transactions disclosed in the AAOIFI reporting standards provides much more detailed and specialized indicators compared to IFRS, as they take into account the unique nature of Islamic financial instruments. This allows analysts to conduct in-depth analysis and make informed decisions. The scientific novelty of the study lies in the substantiation of the analytical capabilities of the information on sukuk transactions presented according to AAOIFI standards in financial reports. The results of the study can be used by Russian partnership financing organizations when forming information on sukuk transactions.

**Keywords:** sukuk, Islamic banking, Islamic finance, financial reports, investments, analytics

**Acknowledgments.** The author expresses gratitude to the editors and reviewers of the journal for useful comments and advice on formatting when preparing the article for publication.

**Conflict of Interest.** The author declares that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Derzayeva G. G. Analytical potential of sukuk transaction information in reports of Islamic financial institutions. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2025; 16(3):540–552. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/wcofme>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.540-552>

© Derzayeva G. G., 2025

### Введение

Федеральный закон «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для осуществления деятельности по партнерскому финансированию в отдельных субъектах Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 417-ФЗ от 4 августа 2023 г.<sup>1</sup> предоставляет российским организациям, занимающимся партнерским финансированием, значительные перспективы применения исламских ценных бумаг (сукук) для привлечения инвестиций, выхода на

международные рынки капитала, укрепления международного сотрудничества со странами арабского мира и т.д. Кроме того, в условиях напряженных отношений с западными странами, внедрение инструментов исламского финансирования для привлечения инвестиций восточных стран Персидского залива является достойным ответом России на антироссийские санкции Запада в части инвестиционных ограничений. На данный момент, согласно Реестру участников эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для осуществления деятельности по партнерскому финансированию,

<sup>1</sup> Федеральный закон «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для осуществления деятельности по партнерскому финансированию в отдельных субъектах Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 04.08.2023 № 417-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_453966/?ysclid=maig1w1th707933833](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_453966/?ysclid=maig1w1th707933833)

который ведется Центральным банком РФ, в России зарегистрировано 30 организаций партнерского финансирования. Тем не менее, практика эмиссии таких инструментов в стране остается ограниченной.

Сукук в традиционном понимании – это ценные бумаги, выпущенные по принципам и правилам шариата. «Сукук» в переводе с арабского языка означает документ, расписку, чек, сертификат, платежное поручение. Основное определение сукук дано AAIFI как «...сертификаты, имеющие одинаковую номинальную стоимость и после их размещения обозначающие титул (их владельца) на долю и права, вытекающие из права собственности на материальные объекты, услуги или право участия в каком-либо проекте или инвестиционной деятельности...»<sup>2</sup>. В монографии<sup>3</sup> дается следующее определение сукук: «...сукук – это гибрид долевых и долговых ценных бумаг, который удостоверяет долю в активах, генерирующих доход, и дает право на получение части прибыли, которую приносят эти активы в соответствии с исламскими экономическими принципами. В данном нами определении подчеркивается сущностная характеристика сукук как финансового инструмента, который может выпускаться и обращаться только в соответствии с исламскими экономическими принципами. Условие о таком соответствии вытекает из данного определения сукук и отражает его социальную значимость...»<sup>4</sup>.

Сукук был выпущен в России летом 2024 г. как цифровой финансовый актив на платформе «Мастерчейн». Таким образом была доказана не только юридическая, но и техническая возможность таких выпусков. Однако этот случай демонстрирует нам определенное противоречие: законодательно и технически выпуск сукук в России возможен и перспективен, но он все же единичен. Предположим, что причиной этого является отсутствие в стране достаточной теоретико-методологической базы для выпуска сукук, поскольку федеральный закон о партнерском финансировании введен в действие относительно недавно, лишь в 2023 г. Создание такой базы, очевидно, будет строиться на зарубежном опыте, который весьма богат как практикой выпуска сукук, так и исследованиями в этой области.

Согласно Отчету Совета по исламским финансовым услугам (IFSB), выпущенному в 2024 г.<sup>5</sup>, общая стоимость исламской индустрии за 2023 г. оценивается в «...3,38 трлн долларов США, при этом мировые непогашенные сукук в 2023 г. составили 0,842 трлн долларов США, или 24,94% от общей чистой стоимости отрасли. Год закрылся с положительным ростом на 16%, или 212 млрд долларов США, таким образом, развитие рынка сукук идет высокими темпами...»<sup>6</sup>. В свою очередь, проведенное IFSB исследование рынка сукук выделяет следующие ключевые факторы такого роста.

1. Увеличение интереса к этическим и социально ответственным инвестициям. Сукук соответствуют принципам и правилам шариата, что делает их привлекательными для инвесторов, придерживающихся религиозных норм и ценностей.
2. Страны арабского мира демонстрируют высокие темпы экономического развития, что стимулирует спрос на финансирование через сукук.
3. Улучшение регулирования и появление новых финансовых институтов, специализирующихся на выпуске и управлении сукуком, способствует росту этого сегмента рынка.
4. Компании и государства ищут альтернативные способы привлечения средств, и сукук становится все более популярным инструментом для этого.

Таким образом, отечественные организации партнерского финансирования имеют потенциальную возможность гармонично вписаться в вышеуказанные тенденции. Однако для этого им необходимо эффективно решить ряд проблем, возникающих при использовании инструментов партнерского финансирования. На наш взгляд, создание теоретико-методологической базы для выпуска сукук в России необходимо начать именно с информационно-аналитического обеспечения операций с сукук, поскольку именно отчетность является языком бизнеса. И когда информация об операциях с сукук, отраженная в отчетности, будет понята именно восточным инвесторам, тогда российские организации партнерского финансирования смогут выйти на международные рынки капитала, в

<sup>2</sup> Дерзаева Г.Г. Аспекты формирования и внутреннего аудита информации об инвестиционных операциях с корпоративными сукук // В книге: Актуальные методы формирования, анализа и контроля отчетности системообразующих корпоративных структур: монография / Н.А. Каморджанова, И.Н. Богатая, Г.Г. Дерзаева, И.Н. Дерновская [и др.]; под общ. ред. Н.А. Каморджановой. Москва: Русайнс, 2022. 280 с. EDN: <https://elibrary.ru/rpmuso>. URL: <https://book.ru/book/947656> (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Там же. С. 178.

<sup>5</sup> IIFM Sukuk Report 2024 // IFSB. URL: <https://iifm.net/frontend/general-documents/61b62b8779cbce687eac670ce915a3b31732169124.pdf> (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>6</sup> Там же.

том числе рынки сукук, привлекая таким образом иностранные инвестиции.

Традиционно, информация об операциях с сукук может быть отражена в отчетности исламских банков (4 из которых исследованы в данной статье) в соответствии с двумя группами стандартов учета и отчетности: международные стандарты финансовой отчетности (МСФО) и стандарты ААОIFI<sup>7</sup>. Перед Россией стоит проблема выбора из этих двух групп стандартов, по которым сукук должны отражаться в отчетности. В любом случае, для работы с сукук российские стандарты необходимо привести в соответствие: если появляется новый учетный объект (сукук), значит, он обязательно должен быть отражен в отчетности компании, а следовательно, нужны правила его отражения. Проблема состоит в том, какие именно правила лучше выбрать: МСФО или ААОIFI. Исследование в данной статье позволит ответить на этот вопрос именно с точки зрения аналитических возможностей операций с сукук.

Итак, в российской действительности для выпуска сукук прежде всего необходимо создать достаточную теоретико-методологическую основу информационно-аналитического обеспечения операций с сукук, опираясь на которую организации партнерского финансирования смогут принимать решения об инвестиционно-эмиссионных операциях с сукук. Поэтому в данном исследовании ставится цель – выявить основные преимущества отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам ААОIFI, с точки зрения аналитических возможностей такой информации, для наилучшей интеграции исламского финансирования в правовое поле России.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи.

1. Изучить финансовую отчетность ряда исламских финансовых организаций, составленную и по стандартам ААОIFI, и по МСФО, а именно: Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House, Bank Al Jazira.
2. Сравнить аналитические возможности информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по стандартам ААОIFI, с аналогичными возможностями информации

об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по МСФО.

3. Определить преимущества отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам ААОIFI в части аналитических возможностей такой информации.

### Обзор литературы и исследований

Сукук как самостоятельный объект исследования стал интересен ученым с момента первой эмиссии, еще в 2000 г., когда малазийская компания Shell MDS Sdn Bhd<sup>8</sup> выпустила сукук на сумму 125 млн малайзийских ринггитов (33 млн долларов США). Выпуск был организован в форме сукук «иджара»<sup>9</sup>. Этот шаг не только продемонстрировал потенциал сукук как инструмента для привлечения инвестиций и положил начало развитию глобального рынка исламских ценных бумаг, но и выделил сукук в качестве самостоятельного экономического явления, достойного внимания ученых.

Аналитические возможности информации об операциях с сукук также стали предметом исследования значительного числа ученых, а именно: Nurhanifah N.V. [1], Billah S.M., Kapar B., Hassan M.K., Pezzo L., Rabbani M.R. [2], Sabu M.D. [3], Cahyo R.D., Elvitri E., Khaddafi M., Iswadi I. [4], Maulayati R.R., Iswati S. [5], Hendratni T.W., Soemarsono D.W., Harsono H. [6].

Отражение сукук в финансовой отчетности, составленной по стандартам ААОIFI, исследуется в работах Vinnicombe T. [7], Sarea A.M., Hanefah M.M. [8], El-Halaby S., Hussainey K. [9]. Отражение сукук в финансовой отчетности, составленной по МСФО, представлено в трудах Maurer B. [10], Naim A.M., Isa M.Y., Hamid M.L. [11], Othman A. [12], Morshed A. [13], Alamat S. [14], Fauzan D.F.A., Al Hafidz H., Silviana D.Z. [15].

Сравнению требований стандартов ААОIFI и МСФО к учетно-аналитическому обеспечению пользователей информацией об операциях с сукук посвящены исследования таких авторов как: Fadzli F. [16], Nurunnabi M. [17], Itam M.I., Noordin K., Mansor F. [18], Tuychiev M., Zulkarnain Bin Muhamad Sori [19], Shahul Hameed Bin Mohamed Ibrahim [20], Kiaee H., Soleimani M. [21], Kordvani A. [22], Mawardi I., Widiastuti T., Al Mustafa M.U. [23].

<sup>7</sup> Прим. Автора: Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOIFI) – международная некоммерческая организация, которая разрабатывает и публикует стандарты управления, этики, учета, отчетности и аудита по принципам и правилам шариата.

<sup>8</sup> Прим. Автора: Информация о выпуске сукук представлена на сайте Shell MDS Sdn Bhd в разделе отчетности. См. официальный сайт Shell MDS (Malaysia). URL: <https://www.shell.com.my/business-customers/shell-middle-distillate-synthesis.html> (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>9</sup> Прим. Автора: Сукук «иджар» – это сукук, обеспечение которых строится на договорах аренды.

Если развитие зарубежной научной мысли в области раскрытия информации об операциях с сукук основано на богатом практическом опыте выпуска сукук государствами, корпорациями, финансовыми институтами и международными организациями и во многом обусловлено привычной средой «исламской» экономики и финансов, культурными и языковыми особенностями, то в России исследования в области сукук сопряжены с рядом трудностей. Прежде всего, это языковые барьеры. В настоящее время только шариатские стандарты AAOIFI переведены на русский язык. Однако AAOIFI также выпускает стандарты управления, учета, аудита и этики. В последние годы командой под руководством Харисовой Ф.И. выполнен обзор стандартов управления<sup>10</sup>, аудита<sup>11</sup> и Кодекса этики AAOIFI<sup>12</sup>. В то же время, стандартов учета AAOIFI в русскоязычном варианте еще не существует. Но все же, несмотря на ряд сложностей, есть и российские ученые, выбравшие сукук объектом своего исследования. Среди них – Харисова Ф.И. [24], Умаров Х.С. [25], Гримаренко И.Е. [26], Рамазанова С.Б. [27], а также автор представленной работы<sup>13</sup>.

Таким образом, по результатам изучения выше-приведенной литературы можно предположить следующие возможные пути дальнейшего развития научной мысли в данной области.

1. Применение методов анализа больших данных и машинного обучения для выявления скрытых закономерностей и трендов на рынке сукук. Это позволит улучшить прогнозирование рыночных колебаний и оптимизировать стратегии управления портфелем.
2. Исследование возможностей использования блокчейн-технологий и смарт-контрактов для повышения прозрачности и безопасности операций с сукук.
3. Разработка моделей, описывающих поведение инвесторов на рынке сукук, с учетом культурных и религиозных факторов.

4. Исследования в области оптимизации процедур выпуска и обращения сукук, включая разработку стандартов и регламентов, обеспечивающих соответствие требованиям шариата и минимизацию трансакционных издержек.
5. Разработка специализированных программных комплексов и платформ для автоматизации процессов управления операциями с сукук. Такие системы должны включать функции анализа данных, моделирования сценариев, мониторинга рынка и генерации отчетности.
6. Междисциплинарные исследования. Интеграция знаний из различных областей науки, таких как экономика, финансы, математика, информатика и юриспруденция, для комплексного подхода к решению задач информационно-аналитического обеспечения операций с сукук.

### Материалы и методы

Для решения поставленных в исследовании задач были использованы следующие общезэкономические методы:

- метод анализа научной литературы для изучения современного состояния научной проблемы исследования;
- методы сопоставления, аналогии и оценки для всестороннего изучения финансовой отчетности Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House, Bank Al Jazira, составленной и по стандартам AAOIFI, и по МСФО;
- методы анализа и синтеза, индукции и дедукции для сравнения аналитических возможностей информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по стандартам AAOIFI, с аналогичными возможностями информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по МСФО;
- методы логического и системного подходов для определения преимуществ отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам AAOIFI в части аналитических возможностей такой информации.

<sup>10</sup> Харисова Ф.И., Ахмадиева Г.Г., Исхакова Г.М., Сабирова А.И. Обзор стандартов AAOIFI по управлению исламскими финансовыми учреждениями. Саратов: Амирит, 2023. 396 с. EDN: <https://elibrary.ru/dmqqsf>

<sup>11</sup> Харисова Ф.И., Дерзаева Г.Г., Харисов И.К., Умаров Х.С. Стандарты аудита исламских финансовых учреждений и Кодекс этики для специалистов по исламским финансам (ААОИФИ – AAOIFI). Москва: ИНФРА-М, 2023. 217 с. EDN: <https://elibrary.ru/waokln>. <https://doi.org/10.12737/1874285>

<sup>12</sup> Харисова Ф.И., Ахмадиева Г.Г., Умаров Х.С. Кодекс этики профессионалов по исламским финансам (AAOIFI). Казань, ООО «Амирит», 2022. 158 с. EDN: <https://elibrary.ru/wzkekf>

<sup>13</sup> Дерзаева Г.Г. Аудит операций с сукук // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 13. № 12(153). С. 136–144. EDN: <https://elibrary.ru/kbhqqt>. <https://doi.org/10.36871/ek.up.r.2024.12.13.017>; Дерзаева Г.Г. Кредитные рейтинги сукук в свете федерального закона о партнерском финансировании // Финансы и управление. 2024. № 4. С. 79–97. EDN: <https://elibrary.ru/tiqvuw>. <https://doi.org/10.25136/2409-7802.2024.4.72505>; Дерзаева Г.Г. Сукук как инструмент финансирования в условиях антироссийских санкций // Экономическая безопасность. 2024. Т. 7. № 11. С. 2855–2872. EDN: <https://elibrary.ru/sbouil>. <https://doi.org/10.18334/ecsec.7.11.122181>

В качестве практической базы исследования выбрана финансовая отчетность Al Baraka Banking Group<sup>14</sup>, Dubai Islamic Bank<sup>15</sup>, Kuwait Finance House<sup>16</sup>, Bank Al Jazira<sup>17</sup>, составленная и по стандартам AAOIFI, и по МСФО, опубликованная на официальных сайтах этих организаций.

### Результаты исследования

Изучение финансовой отчетности Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House и Bank Al Jazira, составленной и по стандартам AAOIFI, и по МСФО, с точки зрения аналитических возможностей информации об операциях с сукук позволяет выделить ряд показателей, ин-

формативность которых резко изменяется в зависимости от стандартов, по которым представлена отчетность. Рассмотрим эти различия на примере показателей, представленных в табл. 1.

Таким образом, стандарты AAOIFI предлагают более детализированный и специализированный подход к отражению информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, что улучшает аналитические возможности по сравнению с МСФО. Кроме того, по данным табл. 1 очевидна разница в интерпретации получаемых на основе отчетности показателей, поэтому принципиально важным становится выбор стандартов подготовки

Таблица 1

Информативность показателей сукук в рамках стандартов AAOIFI и МСФО

Table 1

Information content of sukuk indicators under AAOIFI and IFRS standards

Показатель	Стандарты AAOIFI	МСФО
1	2	3
Структура капитала	Сукук классифицируются по типам (иджара, мурабаха и др.), что позволяет точно отразить соотношение долга и капитала. Например, Debt-to-Equity Ratio может быть четко разделен для каждого типа сукук, что улучшает понимание структуры финансирования. Так, если у компании 1 млн долларов долга по иджара и 500 тыс. долларов собственного капитала, Debt-to-Equity Ratio составит 2.0	Сукук могут быть классифицированы как долговые обязательства без учета их специфики, что затрудняет анализ. Соответственно, структура капитала может быть менее прозрачной. Например, если общее долговое обязательство составляет 1,5 млн долларов, а собственный капитал – 500 тыс. долларов, Debt-to-Equity Ratio будет 3.0, не учитывая специфику сукук
Активы	В отчетности акцентируется внимание на активах, обеспечивающих сукук, что позволяет использовать показатель Loan-to-Value (LTV) для оценки залогового обеспечения. Например, LTV может быть 70% для иджара, что указывает на разумный уровень риска. Или, если за сукук в 1 млн долларов стоят активы на 1,4 млн долларов, LTV составит 71,4% (1 млн / 1,4 млн), что говорит о низком уровне риска	Отсутствие четких требований к раскрытию информации о качестве активов, что может привести к искажению LTV и затруднениям в оценке рисков. Отчетность может не содержать детализированной информации о залогах. Например, если общий долг составляет 1 млн долларов, а активы на 1,2 млн долларов, LTV составит 83,3%, что может ввести в заблуждение
Доходы	Требует детального раскрытия доходов от сукук, включая раздельный учет прямых и косвенных доходов. Это позволяет рассчитывать более точный показатель Return on Investment (ROI), например, с ROI 8% для иджара. Или, если прямые доходы составляют 80 тыс. долларов, а косвенные 20 тыс. долларов, ROI составит 10% (100 тыс. долларов / 1 млн долларов)	Меньше акцента на детализации доходов, что может привести к общему ROI, не отражающему истинные доходы от конкретных сукук. Например, если общая сумма доходов составляет 90 тыс. долларов, ROI может оказаться ниже, 9% (90 тыс. долларов / 1 млн долларов)
Анализ ликвидности*	Отчетность требует раскрытия ликвидных активов и обязательств по сукук, что позволяет использовать такие показатели как Current Ratio и Quick Ratio. Например, Current Ratio 1.5 говорит о хорошем уровне ликвидности. Или, если текущие активы составляют 300 тыс. долларов, а текущие обязательства – 200 тыс. долларов, Current Ratio будет 1.5 (300 тыс. / 200 тыс.), что указывает на хорошие ликвидные позиции	Ликвидные активы могут быть представлены менее детализированно, что затрудняет анализ ликвидности. Например, если текущие активы составляют 250 тыс. долларов, а обязательства – 200 тыс. долларов, Current Ratio тоже будет 1.25, но менее информативным из-за недостатка детализации

<sup>14</sup> Annual Reports // Al Baraka Banking Group. URL: <https://www.albaraka.com/en/investor-relations/financials?tabsDownloads=tabs-downloads-category-384> (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>15</sup> Financial information // Dubai Islamic Bank. URL: <https://www.dib.ae/about-us/investor-relations/financial-information> (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>16</sup> FY-2023. Earnings Presentation // Kuwait Finance House. URL: [https://bahrainbourse.com/File%20Attachments/07022024080758/07022024080758\\_File1.pdf](https://bahrainbourse.com/File%20Attachments/07022024080758/07022024080758_File1.pdf) (дата обращения: 17.02.2025)

<sup>17</sup> Financial reports // Bank Al Jazira. URL: <https://www.bankaljazira.com/en-us/Bank/FinancialReports> (дата обращения: 17.02.2025)

Окончание таблицы 1  
End of table 1

1	2	3
Риск	Включает требования к раскрытию рисков, связанных с сукук, позволяя использовать такие показатели как Value at Risk (VaR). Например, VaR может составлять 5%, что указывает на допустимый уровень риска	Риски могут быть менее четко обозначены, что затрудняет оценку потенциальных потерь. Например, если общие риски компании оцениваются в 5%, это может не давать четкого представления о специфических рисках сукук
Соотношение финансовых потоков	Требует детализированного анализа денежных потоков от сукук, позволяя рассчитывать Cash Flow to Debt Ratio. Например, Cash Flow to Debt Ratio 1.2 указывает на хорошую способность обслуживать долг. Или, если операционные денежные потоки составляют 300 тыс. долларов, а общий долг – 250 тыс. долларов, Cash Flow to Debt Ratio будет 1.2 (300 тыс. / 250 тыс.), что говорит о хорошей способности к обслуживанию долга	Меньше акцента на денежные потоки, что может затруднить анализ финансовой устойчивости эмитента. Например, если операционные денежные потоки составляют 250 тыс. долларов, а долг – 300 тыс. долларов, Cash Flow to Debt Ratio будет 0.83, что может сигнализировать о потенциальных проблемах с ликвидностью

Примечание:

\* Анализ ликвидности сукук – это оценка способности данных исламских финансовых инструментов быть быстро конвертированными в денежные средства без существенных потерь в стоимости. Этот процесс включает изучение следующих аспектов: доступность вторичного рынка, структурные особенности, спрос и предложение, правовая и регуляторная среда, кредитоспособность эмитента, шариатские ограничения.

Составлено автором.

Compiled by the author.

отчетности. Традиционно российские организации партнерского финансирования представляют отчетность по российским регуляторным требованиям, некоторые также и по МСФО. Однако в целях отражения информации об операциях с сукук этого становится абсолютно недостаточно, а значит, российским организациям партнерского финансирования необходимо учитывать требования стандартов AAOIFI к раскрытию информации об операциях с сукук.

Изучение финансовой отчетности Al Baraka Banking Group, Dubai Islamic Bank, Kuwait Finance House, Bank Al Jazira, составленной и по стандартам AAOIFI, и по МСФО, с точки зрения аналитических возможностей информации об операциях с сукук позволяет выделить ряд показателей, необходимых пользователям для принятия решений. Представим их в табл. 2.

Указанные в табл. 2 показатели помогут аналитикам глубже проанализировать влияние сукук на финансовую устойчивость, рентабельность и ликвидность компании. Показатели AAOIFI акцентируют внимание на специфике исламских финансовых инструментов, тогда как показатели МСФО предоставляют более широкую картину финансовой деятельности компании, рассматривая ее в целом.

Сравнение аналитических возможностей информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по стандартам AAOIFI, с аналогичными возможностями информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по МСФО, представим в табл. 3.

В России наблюдается растущий интерес к исламским финансовым инструментам, включая сукук, что делает стандарты AAOIFI важными для российских организаций, занимающихся партнерским финансированием. В стране уже действуют организации партнерского финансирования, хотя их количество ограничено. Стандарты AAOIFI предоставляют полезную платформу для анализа и управления сукук, что может способствовать развитию исламского финансового сектора в России. Кроме того, стандарты AAOIFI устанавливают высокие требования к прозрачности и раскрытию информации, что соответствует интересам российских инвесторов и партнеров, стремящихся к надежной и открытой системе отчетности. Российские организации, работающие в исламском финансовом секторе, должны строго придерживаться принципов и правил шариата, что делает стандарты AAOIFI актуальными для соблюдения требований и сохранения доверия со стороны инвесторов. Отчетность по стандартам AAOIFI помогает привлекать инвесторов, особенно из стран с развитым исламским финансированием, что будет благоприятствовать увеличению притока капитала в российский финансовый сектор. Таким образом, использование стандартов AAOIFI российскими организациями партнерского финансирования является сегодня весьма целесообразным, поскольку оно отвечает запросам инвесторов, содействует развитию исламского финансового сектора в России и помогает обеспечить соответствие высоким стандартам прозрачности и доверия.

Исследование отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам

Таблица 2

Показатели, которые могут быть полезны для анализа сукук в рамках стандартов AAOIFI и МСФО

Table 2

Indicators that may be useful for analyzing sukuk under AAOIFI and IFRS standards

Параметр	Показатель	Значение
AAOIFI		
Процентное распределение прибыли между участниками	Доля прибыли, которую получает каждый участник сделки	Помогает аналитикам оценить, насколько выгодно участие в сукук для каждого участника
Эффективность управления активами	Коэффициент, показывающий, насколько эффективно управляются активы, заложенные в основе сукук	Позволяет оценить качество управления и потенциальные риски, связанные с неэффективным управлением активами
Концентрация риска	Уровень концентрации риска в одном или нескольких видах сукук	Помогает аналитикам выявлять чрезмерную зависимость от определенного типа сукук и оценивать связанные с этим риски
Соотношение сукук к общему объему активов	Доля сукук в общем объеме активов компании	Дает представление о значимости сукук в структуре баланса компании и потенциальных рисках, связанных с чрезмерной зависимостью от данного инструмента
Доля дохода от сукук	Процент общего дохода, полученного от сукук	Помогает аналитикам оценить вклад сукук в общую прибыль компании и понять, насколько сильно зависят результаты от этих инструментов
Коэффициент ликвидности по сукук	Соотношение ликвидных активов к краткосрочным обязательствам, связанным с сукук	Позволяет оценить способность компании погашать свои обязательства по сукук в короткие сроки
МСФО		
Средневзвешенная стоимость капитала (WACC)	Средняя стоимость капитала, используемого компанией для финансирования сукук	Помогает аналитикам оценить, насколько дорого обходится финансирование сукук, и как это влияет на рентабельность
Возврат на собственный капитал (ROE)	Прибыль, получаемая на единицу собственного капитала, вложенного в сукук	Показывает, насколько эффективно используются собственные средства для получения прибыли от сукук
Маржинальная прибыль (Gross Margin)	Валовая прибыль, получаемая от сукук	Демонстрирует, насколько прибыльны сукук для компании
Стоимость заимствования	Стоимость заимствований, связанных с сукук	Помогает аналитикам оценить, насколько эффективны сукук с точки зрения стоимости заимствования и насколько выгодно их использовать вместо других финансовых инструментов
Валюта сукук	Валюта, в которой эмитированы сукук	Важен для оценки валютных рисков, связанных с колебаниями курса валюты

Составлено автором.

Compiled by the author.

AAOIFI и по стандартам МСФО позволяет выделить следующие основные преимущества отражения в финансовой отчетности информации об операциях с сукук по стандартам AAOIFI в части аналитических возможностей такой информации.

1. Глубокая детализация структуры сукук. AAOIFI требует детализировать типы сукук (мудараба, мурабаха, иджара и т.д.), кроме того, подробно описывать активы, лежащие в основе сукук, методы распределения доходов и рисков, а также механизмы контроля над соответствием принципам и правилам шариата. Это позволяет аналитикам глубже понимать сущность и природу сукук.
2. Оценка справедливой стоимости. AAOIFI предусматривает методы оценки справедли-
- вой стоимости сукук, что помогает аналитикам объективно оценивать текущую рыночную цену этих инструментов. Это особенно важно для точного определения реальной стоимости активов, обеспечивающих сукук.
3. Раскрытие информации о распределении доходов. AAOIFI требует раскрытия информации о методах распределения доходов от сукук между участниками сделки. Это позволяет аналитикам точно видеть, как распределяется прибыль и какие доли получают разные участники.
4. Комплексный анализ риска и управление им. AAOIFI включает комплексный анализ различных видов риска и детально рассматривает вопросы управления рисками, связанными с су-

Таблица 3

**Сравнение аналитических возможностей информации об операциях с сукук в финансовой отчетности, составленной по различным стандартам**

Table 3

**Comparison of the analytical capabilities of information on sukuk transactions in financial reports prepared under different standards**

Критерий	AAOIFI		МСФО	
	Показатель	Значение	Показатель	Значение
Общая информация	Описание типов сукук (мудараба, мурабаха, иджара и т.д.)	Помогает аналитикам точно понимать, какой вид сукук используется, и как это влияет на доходность и риски	Общее описание финансовых инструментов, включая сукук	Предоставляет базовые данные о сукук, но не раскрывает специфики исламских финансовых инструментов
Оценка	Оценка справедливой стоимости активов, лежащих в основе сукук	Позволяет аналитикам точно определять реальную рыночную стоимость сукук и сравнивать их с аналогичными инструментами	Текущая рыночная стоимость сукук	Дает общее представление о цене сукук на рынке, но не учитывает специфические факторы, влияющие на их стоимость
Доходы	Процентное распределение доходов между участниками сделки	Помогает аналитикам понять, какая доля прибыли достанется каждому участнику, и оценить привлекательность сукук для инвесторов	Общая сумма доходов и расходов, связанных с сукук	Предоставляет базовую информацию о финансовых результатах, но не раскрывает специфики распределения доходов и рисков
Риски	Степень подверженности сукук различным видам рисков	Дает аналитикам возможность оценить потенциальные угрозы и спрогнозировать влияние этих рисков на стоимость и доходность сукук	Общий уровень риска, связанный с сукук	Учитывает стандартные виды рисков, но не выделяет специфические риски, характерные для исламских финансовых инструментов
Управление рисками	Детальный анализ кредитных, рыночных и операционных рисков, связанных с сукук	Позволяет аналитикам оценивать и управлять всеми ключевыми рисками, характерными для исламских финансовых инструментов	Общие методы управления рисками, связанными с сукук	Обеспечивает базовый уровень анализа рисков, но не учитывает все нюансы, присущие исламским финансовым инструментам
Расходы	Размер операционных расходов, связанных с выпуском и обслуживанием сукук	Указывает на эффективность управления сукук и позволяет аналитикам рассчитать чистую прибыль от их использования	Похожий показатель отсутствует	---
Соответствие шариату	Уровень соответствия сукук принципам шариата	Критичен для религиозных инвесторов и компаний, работающих в рамках исламской финансовой системы	Похожий показатель отсутствует	---

*Составлено автором.*

*Compiled by the author.*

кук, включая кредитные, рыночные и операционные риски. Это помогает аналитикам лучше понимать и контролировать возможные угрозы.

5. Соответствие принципам и правилам шариата. AAOIFI гарантирует, что все операции с сукук соответствуют принципам и правилам шариата, что критично для религиозных инвесторов и компаний, работающих в рамках исламской финансовой системы.
6. Высокий уровень прозрачности. AAOIFI требует более строгих и детализированных раскрытий, что усиливает прозрачность и доверие со стороны инвесторов и регуляторов.

Таким образом, отражение информации о сукук в отчетности по стандартам AAOIFI предоставляет аналитикам более широкие и глубокие возможности для анализа, позволяя учитывать уникальные аспекты исламских финансовых инструментов.

### Выходы

По результатам проведенного исследования вполне очевидным является вывод, что с точки зрения аналитических возможностей информации об операциях с сукук стандарты AAOIFI более релевантны и адаптированы к специфике исламского финансирования. В частности, детальная информация о структуре сукук, справедливой стоимости,

распределении доходов и управлении рисками позволяет инвесторам и аналитикам глубже понимать природу и потенциал этих финансовых инструментов. Это особенно важно в свете положений Федерального закона №417-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для осуществления деятельности по партнерскому финансированию в отдельных субъектах Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который создает правовые рамки для развития исламских финансовых инструментов в России. Закон подчеркивает необходимость формирования прозрачной и эффективной системы отчетности, что делает стандарты AAOIFI актуальными и полезными для российских организаций, занимающихся партнерским финансированием. Таким образом, внедрение стандартов AAOIFI в российскую практику может способствовать улучшению качества отчетности, повышению привлекательности исламских финансовых инструментов для инвесторов и содействовать развитию исламского финансового сектора в стране.

В то же время, именно сукук как уникальный инструмент исламских финансов играет важную роль в привлечении инвестиций и обеспечении устойчивого развития финансовых организаций, соответствующих принципам и правилам шариата. Анализ отчетности исламских финансовых организаций показал, что информация об операциях с сукук обладает значительным потенциалом для оценки финансовой устойчивости, ликвидности и доходности. Однако отсутствие единых стандартов раскрытия информации и различия в методологии учета могут затруднять сравнительный анализ и интерпретацию данных. В этой связи особую актуальность приобретает разработка унифицированных подходов к раскрытию информации о сукук, что позволит повысить прозрачность и доверие со стороны инвесторов и регуляторов.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на изучение влияния операций с сукук на финансовую стабильность организаций, а также на разработку методик интеграции данных инструментов в стратегическое управление и риск-менеджмент.

#### Список источников

1. Nurhanifah N.V. Understanding sukuk market development: an overview of opportunities and challenges // Journal of Waqf and Islamic Economic Philanthropy. 2024. Vol. 1. Iss. 2. P. 1–11. <https://doi.org/10.47134/wiep.v1i2.155>
2. Billah S.M., Kapar B., Hassan M.K., Pezzo L., Rabbani M.R. Tail-risk connectedness between sukuk and conventional bond markets and their determinants: evidence from a country-level analysis // Borsa Istanbul Review. 2024. Vol. 24. Iss. 1. P. 137–163. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2023.11.005>
3. Sabu M.D. Sukuk market and fixed income securities risk management: a comparative analysis of bond market and investment strategies // Preprint. June 2024. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13359.96163>
4. Cahyo R.D., Elvitri E., Khaddafi M., Iswadi I. Analysis of the potential of Green Sukuk in infrastructure finance in Aceh province // PKM-P. 2024. Vol. 8. Iss. 1. P. 55–64. <https://doi.org/10.32832/jurma.v8i1.2192>
5. Maulayati R.R., Iswati S. Sukuk trend analysis: bibliometric and systematic literature review from 2011–2021 // Jurnal Ekonomi Syariah Teori Dan Terapan. 2023. Vol. 10. Iss. 4. <https://doi.org/10.20473/vol10iss20234pp377-390>
6. Hendratni T.W., Soemarsono D.W., Harsono H. Analysis of sukuk role in government investment // Journal of Public Auditing and Financial Management. 2021. Vol. 1. Iss. 2. P. 59–70. <https://doi.org/10.36407/jpafm.v1i2.424>
7. Vinnicombe T. AAOIFI reporting standards: measuring compliance // Advances in Accounting. 2010. Vol. 26. Iss. 1. P. 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2010.02.009>
8. Sarea A.M., Hanefah M.M. The need of accounting standards for Islamic financial institutions: evidence from AAOIFI // Journal of Islamic Accounting and Business Research. 2013. Vol. 4. Iss. 1. P. 64–76. <https://doi.org/10.1108/17590811311314294>
9. El-Halaby S., Hussainey K. Determinants of compliance with AAOIFI standards by Islamic banks // International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management. 2023. Vol. 9. Iss. 1. P. 143–168. <https://doi.org/10.1108/IMEFM-06-2015-0074>
10. Maurer B. Form versus substance: AAOIFI projects and Islamic fundamentals in the case of sukuk // Journal of Islamic Accounting and Business Research. 2010. Vol. 1. Iss. 1. P. 32–41. <https://doi.org/10.1108/17590811011033398>

11. *Naim A.M., Isa M.Y., Hamid M.L.* The effects of new AAOIFI standards on sukuk in choosing the most authentic Islamic principles // *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2013. Vol. 4. Iss. 1. P. 77–93. <https://doi.org/10.1108/17590811311314302>
12. *Othman A.* Shari'ah governance in international sukuk markets // In: *The Edinburgh Companion to Shari'ah Governance in Islamic Finance*. Chapter 4. Edinburgh University Press, 2020. <https://doi.org/10.1515/9781474436014-007>
13. *Morshed A.* Applying IFRS9 with sukuk by IFRS's compliant firms // *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies*. 2020. Vol. 6. Iss. 3. P. 318–335. <https://doi.org/10.25272/ijifsef.806932>
14. *Alamad S.* Technical analysis of IFRS 9 application to sukuk // In: *Financial and Accounting Principles in Islamic Finance*. Springer, Cham, 2019. P. 233–256. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16299-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16299-3_10)
15. *Fauzan D.F.A., Al Hafidz H., Silviana D.Z.* Comparison of sukuk and bonds in capital market activities // *Journal of Islamic Economy and Community Engagement*. 2022. Vol. 3. Iss. 2. P. 103–113. <https://doi.org/10.14421/jiecem.2022.3.2.1908>
16. *Fadzli F.* Sustainable investments: the intersection of climate change and fixed income securities // Preprint. June 2024. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.35589.77282>
17. *Nurunnabi M.* IFRS and Saudi accounting standards: a critical investigation // *International Journal of Disclosure and Governance*. 2017. Vol. 14. P. 191–206. <https://doi.org/10.1057/s41310-017-0020-0>
18. *Itam M.I., Noordin K., Mansor F.* Challenges for the issuers to issue global hybrid sukuk that complies with AAOIFI Shari'ah standard No. 59 // *Journal of Islamic Finance*. 2023. Vol. 12. Iss. 1. P. 59–72. <https://doi.org/10.31436/jif.v12i1.747>
19. *Tuychiev M., Zulkarnain Bin Muhamad Sori.* Reconciling global and Shariah-based accounting standards: IFRS vs. AAOIFI in Islamic finance // *SSRN Electronic Journal*. 2025. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5115905>
20. *Shahul Hameed Bin Mohamed Ibrahim.* IFRS vs AAOIFI: the clash of standards? // *Munich Personal PepPEc Archive (MPRA)*. 2007. P. 12539. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/12539> (дата обращения: 17.02.2025)
21. *Kiaee H., Soleimani M.* The Interaction between sukuk issuance and corporate governance: case study of Iranian sukuk issuer companies // In: *Research in Corporate and Shari'ah Governance in the Muslim World: Theory and Practice*. Emerald Publishing Limited, 2019. P. 315–330. <https://doi.org/10.1108/978-1-78973-007-420191033>
22. *Kordvani A.* A legal analysis of the Islamic bonds (sukuk) in Iran // *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*. 2009. Vol. 2. Iss. 4. P. 323–337. <https://doi.org/10.1108/17538390911006377>
23. *Mawardi I., Widiasutti T., Al Mustafa M.U.* Constraints and strategies for municipal sukuk issuance in Indonesia // *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2022. Vol. 13. Iss. 3. P. 464–485. <https://doi.org/10.1108/JIABR-03-2021-0082>
24. *Харисова Ф.И., Юсупова А.Р., Харисов И.К.* Общая характеристика бухгалтерских стандартов для исламских финансовых учреждений // *Международный бухгалтерский учет*. 2018. Т. 21. № 2(440). С. 138–148. EDN: <https://elibrary.ru/yobgbo>. <https://doi.org/10.24891/ia.21.2.138>
25. *Умаров Х.С.* Формирование методики адаптации исламского бухгалтерского учета к РСБУ // *Аудитор*. 2015. Т. 1. № 4. С. 58–63. EDN: <https://elibrary.ru/trvawp>. <https://doi.org/10.12737/10926>
26. *Гримаренко И.Е.* Сравнительный анализ исламской и традиционной западной банковских моделей // *Восточная аналитика*. 2015. № 2. С. 17–35. EDN: <https://elibrary.ru/yuxwep>
27. *Рамазанова С.Б.* Бухгалтерский учет в соответствии с исламской экономической моделью // *Интернаука*. 2021. № 15-3(191). С. 15–16. EDN: <https://elibrary.ru/qpiqfc>

Статья поступила в редакцию 18.02.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 20.05.2025

Об авторе:

Дерзаева Гузель Габделхаковна, кандидат экономических наук, доцент; доцент, кафедра учета, анализа и аудита Института управления, экономики и финансов; SPIN-код: 2676-5790, Researcher ID: L-8615-2013, Scopus ID: 56027635700

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Nurhanifah N.V. Understanding sukuk market development: an overview of opportunities and challenges. *Journal of Waqf and Islamic Economic Philanthropy*. 2024; 1(2):1–11. <https://doi.org/10.47134/wiep.v1i2.155> (In Eng.)
2. Billah S.M., Kapar B., Hassan M.K., Pezzo L., Rabbani M.R. Tail-risk connectedness between sukuk and conventional bond markets and their determinants: evidence from a country-level analysis. *Borsa Istanbul Review*. 2024; 24(1):137–163. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2023.11.005> (In Eng.)
3. Sabu M.D. Sukuk market and fixed income securities risk management: a comparative analysis of bond market and investment strategies. *Preprint*. June 2024. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13359.96163> (In Eng.)
4. Cahyo R.D., Elvitri E., Khaddafi M., Iswadi I. Analysis of the potential of Green Sukuk in infrastructure finance in Aceh province. *PKM-P*. 2024; 8(1):55–64. <https://doi.org/10.32832/jurma.v8i1.2192> (In Eng.)
5. Maulayati R.R., Iswati S. Sukuk trend analysis: bibliometric and systematic literature review from 2011–2021. *Jurnal Ekonomi Syariah Teori Dan Terapan*. 2023; 10(4). <https://doi.org/10.20473/vol10iss20234pp377-390> (In Eng.)
6. Hendratni T.W., Soemarsono D.W., Harsono H. Analysis of sukuk role in government investment. *Journal of Public Auditing and Financial Management*. 2021; 1(2):59–70. <https://doi.org/10.36407/jpafm.v1i2.424> (In Eng.)
7. Vinnicombe T. AAOIFI reporting standards: measuring compliance. *Advances in Accounting*. 2010; 26(1):55–65. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2010.02.009> (In Eng.)
8. Sarea A.M., Hanefah M.M. The need of accounting standards for Islamic financial institutions: evidence from AAOIFI. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2013; 4(1):64–76. <https://doi.org/10.1108/17590811311314294> (In Eng.)
9. El-Halaby S., Hussainey K. Determinants of compliance with AAOIFI standards by Islamic banks. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*. 2023; 9(1):143–168. <https://doi.org/10.1108/IMEFM-06-2015-0074> (In Eng.)
10. Maurer B. Form versus substance: AAOIFI projects and Islamic fundamentals in the case of sukuk. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2010; 1(1):32–41. <https://doi.org/10.1108/17590811011033398> (In Eng.)
11. Naim A.M., Isa M.Y., Hamid M.L. The effects of new AAOIFI standards on sukuk in choosing the most authentic Islamic principles. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2013; 4(1):77–93. <https://doi.org/10.1108/17590811311314302> (In Eng.)
12. Othman A. Shari 'ah governance in international sukuk markets. In: *The Edinburgh Companion to Shari'ah Governance in Islamic Finance*. Chapter 4. Edinburgh University Press. 2020. <https://doi.org/10.1515/9781474436014-007> (In Eng.)
13. Morshed A. Applying IFRS9 with sukuk by IFRS's compliant firms. *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies*. 2020; 6(3):318–335. <https://doi.org/10.25272/ijisef.806932> (In Eng.)
14. Alamad S. Technical analysis of IFRS 9 application to sukuk. In: *Financial and Accounting Principles in Islamic Finance*. Springer, Cham, 2019. P. 233–256. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16299-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16299-3_10) (In Eng.)
15. Fauzan D.F.A., Al Hafidz H., Silviana D.Z. Comparison of sukuk and bonds in capital market activities. *Journal of Islamic Economy and Community Engagement*. 2022; 3(2):103–113. <https://doi.org/10.14421/jiecem.2022.3.2.1908> (In Eng.)
16. Fadzli F. Sustainable investments: the intersection of climate change and fixed income securities. *Preprint*. June 2024. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35589.77282> (In Eng.)
17. Nurunnabi M. IFRS and Saudi accounting standards: a critical investigation. *International Journal of Disclosure and Governance*. 2017; 14:191–206. <https://doi.org/10.1057/s41310-017-0020-0> (In Eng.)
18. Itam M. I., Noordin K., Mansor F. Challenges for the issuers to issue global hybrid sukuk that complies with AAOIFI Shari'ah standard No. 59. *Journal of Islamic Finance*. 2023; 12(1):59–72. <https://doi.org/10.31436/jif.v12i1.747> (In Eng.)
19. Tuychiev M., Zulkarnain Bin Muhamad Sori. Reconciling global and Shariah-based accounting standards: IFRS vs. AAOIFI in Islamic finance. *SSRN Electronic Journal*. 2025. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5115905> (In Eng.)

20. Shahul Hameed Bin Mohamed Ibrahim. IFRS vs AAOIFI: the clash of standards? *Munich Personal PepPEc Archive (MPRA)*. 2007. P. 12539. URL: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/12539> (accessed: 17.02.2025) (In Eng.)
21. Kiaee H., Soleimani M. The interaction between sukuk issuance and corporate governance: case study of Iranian sukuk issuer companies. In: *Research in Corporate and Shari'ah Governance in the Muslim World: Theory and Practice*. Emerald Publishing Limited, 2019. P. 315–330. <https://doi.org/10.1108/978-1-78973-007-420191033> (In Eng.)
22. Kordvani A. A legal analysis of the Islamic bonds (sukuk) in Iran. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*. 2009; 2(4):323–337. <https://doi.org/10.1108/17538390911006377> (In Eng.)
23. Mawardi I., Widiastuti T., Al Mustofa M.U. Constraints and strategies for municipal Sukuk issuance in Indonesia. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*. 2022; 13(3):464–485. <https://doi.org/10.1108/JIABR-03-2021-0082> (In Eng.)
24. Kharisova F.I., Yusupova A.R., Kharisov I.K. The basics of accounting standards for Islamic financial institutions. *International accounting*. 2018; 21(2(440)):138–148. EDN: <https://elibrary.ru/yobgbo>. <https://doi.org/10.24891/ia.21.2.138> (In Russ.)
25. Umarov Kh. Formation of the method to adapt Islamic accounting to Russian accounting standards. *Auditor*. 2015; 1(4):58–63. EDN: <https://elibrary.ru/trvawp>. <https://doi.org/10.12737/10926> (In Russ.)
26. Grimarenko I.E. Comparative analysis of Islamic and traditional Western banking models. *Eastern Analytics*. 2015; (2):17–35. EDN: <https://elibrary.ru/yuxwep> (In Russ.)
27. Ramazanova S.B. Accounting in accordance with the Islamic economic model. *Internauka*. 2021; (15-3(191)):15–16. EDN: <https://elibrary.ru/qpiqtc> (In Russ.)

The article was submitted 18.02.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 20.05.2025

*About the author:*

**Guzel G. Derzayeva**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Institute of Management, Economics and Finance; SPIN: 2676-5790, Researcher ID: L-8615-2013, Scopus ID: 56027635700

*The author has read and approved the final version of the manuscript.*

Научная статья

УДК 338.462

JEL: O32

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.553-569>

## Кластеризация субъектов малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности

Антинескул Екатерина Александровна<sup>1</sup>, Добровлянин Вадим Дмитриевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет (УрГЭУ); Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ); Пермь, Россия

<sup>1</sup> [antineskul-e-a@yandex.ru](mailto:antineskul-e-a@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6837-1399>

<sup>2</sup> [dobrovlianin.vadim@mail.ru](mailto:dobrovlianin.vadim@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8368-9688>

### Аннотация

Цель статьи – формирование рекомендаций по цифровому развитию субъектов малого и среднего бизнеса на основе их кластеризации по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности.

**Методы.** В качестве ключевого инструмента исследования использован разработанный авторами алгоритм кластеризации субъектов малого и среднего бизнеса, который позволяет не только определить текущий уровень их информационно-телекоммуникационной оснащенности, но и сформировать рекомендации для их дальнейшего развития. Для расчета индекса информационно-телекоммуникационной оснащенности применялись методы статистического анализа: квантильный, корреляционный анализ с использованием метода Пирсона для выявления взаимосвязей, а также графические методы визуализации данных. Для проверки достоверности результатов применялся сравнительный анализ на основе официальных данных Росстата, а также рассчитывались коэффициенты корреляции между показателями выборки и генеральной совокупности.

**Результаты работы.** В процессе исследования был разработан авторский алгоритм кластеризации малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности. Проведен комплексный анализ структуры выручки и динамики спроса на информационно-телекоммуникационные услуги среди малых и средних предприятий. Особое внимание уделялось отраслевой специфике внедрения данных услуг, что позволило выявить значительные различия между экономическими секторами и провести кластеризацию субъектов малого и среднего бизнеса на основе комплексных показателей темпов роста и степени распространенности услуг в различных отраслях. Научная новизна исследования заключается в разработке системы практических рекомендаций по внедрению информационно-телекоммуникационных услуг с учетом отраслевых особенностей, а также уровня развития инфраструктуры различных кластеров.

**Выводы.** Кластеризация субъектов малых и средних предприятий по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности дает возможность сегментированно подойти к развитию отраслей бизнеса России. Результаты, полученные в статье, могут быть использованы научным сообществом, бизнесом, а также государством для разработки программ поддержки малого и среднего предпринимательства.

**Ключевые слова:** информационно-телекоммуникационные услуги, цифровизация, малый и средний бизнес, оценка цифрового развития, цифровое развитие, кластеризация отраслей

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Антинескул Е. А., Добровлянин В. Д. Кластеризация субъектов малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 553–569

EDN: <https://elibrary.ru/xlhsoz>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.553-569>

© Антинескул Е. А., Добровлянин В. Д., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

## Small and medium-sized businesses clustering by level of information and telecommunications equipment

**Ekaterina A. Antineskul<sup>1</sup>, Vadim D. Dobrovlyanin<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Ural State University of Economics; Yekaterinburg, Russia<sup>2</sup> Perm State National Research University; Perm, Russia<sup>1</sup> antineskul-e-a@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6837-1399><sup>2</sup> dobrovlyanin.vadim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8368-9688>**Abstract**

**Purpose:** to formulate recommendations for digital development of small and medium-sized businesses based on their clustering by the level of information and telecommunications equipment.

**Methods:** the key research tool used was the algorithm for clustering small and medium-sized businesses developed by the authors, which allows not only determining the current level of their information and telecommunications equipment, but also formulating recommendations for their further development. To calculate the information and telecommunications equipment index, statistical analysis methods were used: quantile, correlation analysis using the Pearson method to identify relationships, as well as graphical methods of data visualization. To verify the reliability of the results, a comparative analysis was used based on official Rosstat data, and correlation coefficients were calculated between the sample indicators and the general population.

**Results:** during the research, an original algorithm for clustering small and medium-sized businesses according to the level of information and telecommunications equipment was developed. A comprehensive analysis of the revenue structure and dynamics of demand for information and telecommunications services among small and medium-sized enterprises was conducted. Particular attention was paid to the industry specifics of these services implementation, which made it possible to identify significant differences between economic sectors and to cluster small and medium-sized businesses based on comprehensive indicators of growth rates and the degree of prevalence of services in various industries. The scientific novelty of the study lies in the development of a system of practical recommendations for implementing information and telecommunications services, taking into account industry specifics and the development level of various clusters infrastructure.

**Conclusions and Relevance:** clustering of small and medium-sized enterprises by the level of information and telecommunications equipment makes it possible to take a segmented approach to the development of business sectors in Russia. The results obtained in the article can be used by the scientific community, business, as well as by the government to develop programmes to support small and medium-sized businesses.

**Keywords:** information and telecommunication services, digitalization, small and medium-sized businesses, digital development assessment, digital development, industry clustering

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Antineskul E. A., Dobrovlyanin V. D. Small and medium-sized businesses clustering by level of information and telecommunications equipment. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2025; 16(3):553–569. (In Russ.)

EDN: <https://elibrary.ru/xlhsoz>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.553-569>

© Antineskul E. A., Dobrovlyanin V. D., 2025

### Введение

Внедрение информационно-телекоммуникационных услуг в малом и среднем бизнесе России является актуальной темой, которая привлекает все больше внимания со стороны как научного сообщества, так и предпринимателей. Сегодня малое и среднее предпринимательство – неотъемлемый элемент современной экономической системы государства. Малые и средние предприятия рассматриваются в качестве ключевого сектора для создания рабочих мест во многих странах мира.

Малый и средний бизнес вносит значительный вклад в объемы производства, что составляет более 50% ВВП, а количество занятых работников в этой сфере достигает 50–75% от общего количества занятых [1]. В России этот сектор также играет важную роль, обеспечивая занятость практически 80% населения и формируя около 20% ВВП страны [2]. Стоит отметить, что компании, внедрившие в свои бизнес-процессы комплексную систему информационно-телекоммуникационных услуг, работают значительно быстрее, чем конкуренты. Также цифровизация малых и средних предприятий яв-

ляется фактором развития устойчивой цифровой экономики.

Современный бизнес не может не замечать тенденций активного использования информационно-телекоммуникационных услуг, которые меняют способы ведения бизнеса и факторы его развития. Отметим, что одним из ключевых факторов развития для малого и среднего бизнеса в условиях цифровой экономики являются высококвалифицированные ИТ-кадры. А.С. Зайцева [3] также утверждает, что ключевым фактором цифрового развития малого и среднего бизнеса являются цифровые компетенции предпринимателей. В России, по данным за последние годы, среди предприятий среднего бизнеса около 20% организаций характеризуется высокими темпами внедрения технологических услуг, при этом среди малых и мелких предприятий таких всего 12–15% [4].

Основная гипотеза представленного исследования состоит в том, что отрасли малого и среднего бизнеса демонстрируют существенную дифференциацию по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности, что требует принципиально разных подходов к поддержке цифрового развития. В частности, предполагается, что различные отрасли малого и среднего бизнеса находятся на разных стадиях цифровой готовности, что делает универсальные решения неэффективными. В то время как одни секторы активно внедряют комплексные информационные решения, другие нуждаются, прежде всего, в базовой телекоммуникационной инфраструктуре.

Дополнительно были сформулированы следующие уточняющие гипотезы исследования:

- ключевой инфраструктурной услугой для малого и среднего бизнеса является доступ в Интернет, вследствие его фундаментальной роли в обеспечении цифровой связности, поддержании базовых бизнес-процессов и относительно низкой стоимости внедрения по сравнению с другими информационно-телекоммуникационными решениями;
- коммерциализированные отрасли малого и среднего бизнеса (сфера услуг, торговля, недвижимость) являются наиболее активными с точки зрения внедрения информационно-телекоммуникационных услуг вследствие высокой конкуренции, ориентации на клиентский опыт и относительно низких барьеров для цифровизации по сравнению с социально-значимыми и регулируемыми организациями.

Цель данного исследования заключается в разработке рекомендаций по цифровому развитию отраслей малого и среднего бизнеса на основе проведения их кластеризации по степени осна-

щенности современными информационно-телекоммуникационными услугами с помощью авторского подхода, интегрирующего показатели темпа роста внедрения услуг и их распространенности в различных отраслях.

Для проверки гипотезы и достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- формирование алгоритма кластеризации малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности;
- проведение кластеризации малого и среднего бизнеса через апробацию авторского подхода на реальных статистических данных в динамике;
- выработка сегментированных практических рекомендаций по дальнейшему цифровому развитию отраслей малого и среднего бизнеса, исходя из их уровня информационно-телекоммуникационной оснащенности.

### Обзор литературы и исследований

В научной литературе проблемы внедрения информационно-телекоммуникационных услуг в малом и среднем бизнесе рассматриваются с различных точек зрения. Так, М.А. Хончевым [5] поднимаются вопросы определения сущности и значения малого бизнеса для экономики, выявления сложностей внедрения информационно-телекоммуникационных услуг, а также оценки степени внедрения цифровых технологий в малом бизнесе в России. С.А. Затонский [6] исследует роль информационно-телекоммуникационных услуг в развитии малых и средних предприятий в современных условиях.

В публикациях [7–10] готовность малых и средних предприятий к интеграции информационно-телекоммуникационных услуг принято оценивать с точки зрения следующих показателей: объем инвестиций в использование информационно-телекоммуникационных услуг, зрелость бизнес-процессов, уровень автоматизации, наличие цифровой стратегии, уровень цифровых компетенций сотрудников и др.

Однако сам процесс внедрения информационно-телекоммуникационных услуг для большинства предприятий малого и среднего бизнеса является недоступным из-за ряда барьеров. Целый ряд авторов (К.С. Коданева [11], А.У. Менциев и Р.С.Э. Юшаева [12], А.А. Исаева с соавторами [13], А.А. Васильева [14], А.С. Чернов [15], С.Н. Землякова и С.В. Подгорская [16]) сходится во мнении, что основными проблемами на сегодняшний момент являются недостаток финансовых ресурсов, низкий уровень цифровых компетенций, а также проблемы с инфраструктурой предприятий, отраслей и территорий.

Помимо этого, имеются институциональные барьеры, такие как финансовые и инвестиционные ограничения, а также барьеры, определяемые нормативными рамками [17]. По мнению Р.И. Найденовой и Н.С. Джобава [18], ключевыми проблемами цифрового развития малого и среднего бизнеса являются сложность привлечения финансовых ресурсов, ограниченность диверсификации и масштабирования производства, а также недостаток интеграции информационно-телеинформационных услуг.

Стоит отметить, что изучением вопроса внедрения информационно-телеинформационных услуг в малый и средний бизнес занимаются не только отечественные, но и зарубежные авторы. Например, Е. Ороко с соавторами [19] исследует малый и средний бизнес с точки зрения тенденций телекоммуникационного и информационного развития. Вопросом комплексного планирования цифровой трансформации малых и средних организаций занимаются D. Goerzig, T. Bauernhansl [20]. В процессе внедрения информационно-телеинформационных услуг малый и средний бизнес сталкивается с различными сложностями. Исследователи R. Rupeika-Aroga и K. Petrovska [21], R.M. Fanelli [22] рассматривают барьеры, которые препятствуют малым и средним предприятиям эффективно развиваться в условиях цифровой экономики, делая акцент на нехватке финансовых и кадровых ресурсов. Наконец, B.B. Hojnik, I. Hudek [23] фокусируют внимание на подходах к интеграции и оценке эффективности использования информационно-телеинформационных услуг в сегменте малых и средних организаций.

Ключевое отличие данной статьи от исследований вышеупомянутых авторов заключается в том, что внедрение информационно-телеинформационных услуг рассматривается через призму отраслевой информационно-телеинформационной оснащенности, что позволяет предложить новый подход к анализу и кластеризации данных в этой области.

Важно отметить, что попытка оценки уровня информационно-телеинформационной оснащенности на предприятиях ранее уже проводилась исследователями. Так, О.И. Колосковой и И.В. Соминой [24] была предложена методика оценки эффективности информационной деятельности предприятия, основанная на затратных и результативных показателях. Е.В. Преснякова [25] предложила методику оценки общего прироста НИОКР в отрасли на основании данных Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). И.С. Пылаевой с соавторами [26] предложена методика оценки уровня технологичности отраслей малого бизнеса через признаки техно-

логического развития. Е.А. Куклина и О.С. Мицеловская [27] предлагают методику оценки индекса информационности предприятий на основе коэффициентов НИОКР, информационной активности и доходности инновационной деятельности. Наконец, В.Е. Пятецким с соавторами [28] была предложена методика оценки уровня технологичности отраслей через функцию управления.

Таким образом, существуют разнообразные количественные методики оценки уровня интеграции информационно-телеинформационных услуг на предприятиях. Каждая из предложенных методик фокусируется на различных аспектах интеграции, таких как эффективность информационной деятельности, технологичность отраслей, информационность предприятий, управление качеством и др. Это подчеркивает многогранность проблемы оценки информационно-телеинформационной оснащенности.

### Материалы и методы

В ходе исследования использовался комплекс статистических методов, направленных на обработку данных и оценку уровня информационно-телеинформационной оснащенности субъектов малого и среднего бизнеса. Авторская методика основана на квантильном анализе для распределения рассматриваемых отраслей по кластерам, а также корреляционном анализе с применением коэффициента Пирсона для выявления взаимосвязей между ключевыми параметрами и верификации полученных результатов.

Для наглядного представления данных и выявления закономерностей применялись методы графической визуализации, такие как построение диаграмм, временных рядов и таблиц для систематизации статистических данных. Верификация результатов осуществлялась посредством сравнительного анализа с официальными показателями Росстата, а также через расчет коэффициентов корреляции между выборочными индикаторами и данными генеральной совокупности.

Центральным инструментом исследования выступил разработанный авторами алгоритм кластеризации субъектов малого и среднего бизнеса. Данный подход позволил не только провести сегментацию предприятий по уровню информационно-телеинформационной оснащенности, но и выявить ключевые факторы, влияющие на цифровое развитие бизнеса, что создает основу для разработки практических рекомендаций.

Исследование базируется на показателях одной из крупнейших российских телекоммуникационных компаний, обозначенной как «Холдинг», которая предоставляет широкий спектр цифровых

решений – от базовых инфраструктурных услуг до комплексных IoT-платформ и CRM-систем. Согласно внутренней статистике компании, ее услуги охватывают около 29% рынка малого и среднего бизнеса в России, что обеспечивает репрезентативность выборки.

Применяемый методический инструментарий позволяет не только оценить текущее состояние цифрового развития малого и среднего бизнеса, но и разработать научно обоснованные рекомендации по повышению уровня информационно-телекоммуникационной оснащенности.

### Результаты исследования

#### Алгоритм кластеризации субъектов малого и среднего бизнеса

В ходе исследования был разработан алгоритм кластеризации субъектов малого и среднего бизнеса, основанный на расчете индекса информационно-телекоммуникационной оснащенности:

$$I = (T \times V) \times 100, \quad (1)$$

где  $I$  – индекс информационно-телекоммуникационной оснащенности отрасли;  $T$  – темп роста количества организаций малого и среднего бизнеса, внедряющих информационно-телекоммуникационные услуги (2017–2023 гг.);  $V$  – средняя доля компаний в отрасли, использующих информационно-телекоммуникационные услуги (2017–2023 гг.).

Под информационно-телекоммуникационной оснащенностью малого и среднего бизнеса в данном исследовании понимается комплексная характеристика, отражающая степень внедрения и использования современных информационных и телекоммуникационных услуг в деятельности предприятий по отраслям малого и среднего бизнеса.

Индекс информационно-телекоммуникационной оснащенности разработан как комплексный показатель, интегрирующий два ключевых аспекта информационно-телекоммуникационной оснащенности:

- динамический компонент (темпер роста) – отражает скорость технологического развития отрасли на основе численности организаций малого и среднего бизнеса, внедряющих информационно-телекоммуникационные услуги, в динамике с 2017 по 2023 гг.;
- структурный компонент (средняя доля) – характеризует глубину проникновения информационно-телекоммуникационных услуг в отрасли.

Такая двумерная модель позволяет избежать ограничений одномерных оценок и обеспечивает более сбалансированное измерение информационно-телекоммуникационной оснащенности

отраслей. Перемножение данных компонентов учитывает влияние сразу двух факторов, а также снижает влияние статистических выбросов.

Особенностью предлагаемого подхода является то, что информационно-телекоммуникационная оснащенность оценивается через призму реального использования услуг конкретными организациями, что обеспечивает объективность данных и возможность их верификации. При этом учитываются как базовые телекоммуникационные услуги (интернет, телефония и др.), так и более сложные информационные решения (CRM-системы, IoT-услуги и др.).

Полученный индекс будет более высоким в тех отраслях, где наблюдается как высокий темп роста, так и высокая доля информационно-телекоммуникационной оснащенных компаний. Это может служить индикатором того, что отрасль активно развивает технологии и готова к внедрению цифровых услуг. Низкие значения индекса могут указывать на необходимость внедрения инфраструктурных услуг или на наличие определенных барьеров.

Методика кластеризации отраслей по информационно-телекоммуникационной оснащенности основана на квантитальном анализе, который позволяет разделить упорядоченную выборку на заданное количество групп с равной вероятностной мерой:

$$Q_n = \frac{(n - 1) \times k}{4} + 1, \quad (2)$$

где  $n$  – количество наблюдений;  $k$  – номер квартиля.

Таким образом, отрасли могут быть распределены в следующие три кластера.

В первом кластере ( $I > Q_3$ ) находятся отрасли, которые можно считать флагманами с точки зрения информационно-телекоммуникационной оснащенности. Они могут служить ориентиром для других секторов, а также быть источником инноваций и передовых практик.

В второй кластер ( $Q_1 < I < Q_3$ ) относятся отрасли, которые могут быть охарактеризованы как умеренно развитые. Они находятся на переходном этапе и могут иметь потенциал для улучшения своей информационно-телекоммуникационной оснащенности.

В третий кластер ( $Q_1 < I$ ) относятся отрасли, которые сталкиваются с серьезными проблемами в области информационно-телекоммуникационной оснащенности и требуют особого внимания и поддержки со стороны государства.

Предложенная методика носит концептуальный характер и требует апробации на реальных статистических данных в динамике.

## Кластеризация субъектов малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности

Сектор малого и среднего предпринимательства сталкивается с существенными финансовыми ограничениями, что затрудняет инвестиции в цифровые технологии и разработку инновационных решений. Возможности для самостоятельных исследований и создания уникальных продуктов у таких предприятий крайне ограничены. Однако данный сектор активно использует доступные информационные сервисы и внедряет стандартные телекоммуникационные инструменты. Благодаря этому малый и средний бизнес может успешно конкурировать с более крупными игроками, осваивать современные цифровые инструменты и развивать свою деятельность в онлайн-пространстве [29].

В рамках данного исследования была проведена кластеризация отраслей на основе данных Холдинга, что позволило проверить ее применимость на практике.

Для решения данной задачи были сформированы следующие этапы работы:

1 этап – оценка репрезентативности объема выборки клиентов Холдинга в сегменте малого и среднего бизнеса;

2 этап – анализ структуры выручки малого и среднего бизнеса по инфраструктурным и цифровым услугам;

3 этап – анализ статистики внедрения информационно-телекоммуникационных услуг;



Рассчитано авторами согласно внутренним отчетам Холдинга

**Рис. 1. Доля корпоративных клиентов Холдинга по размеру компаний в 2023 г.**

Calculated by the authors according to the Holding Company's internal reports

**Fig. 1. Share of the Holding Company's corporate clients by the size of companies in 2023**

4 этап – анализ структуры клиентов Холдинга по отраслям и кластеризация отраслей по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности.

На 1-м этапе работы, для оценки репрезентативности результатов и выводов исследования, был проведен сравнительный анализ объема выборки (корпоративные клиенты Холдинга в сегменте малого и среднего бизнеса) с генеральной совокупностью (общее количество малых и средних предприятий в РФ).

На рис. 1 представлена структура клиентской базы Холдинга по категориям предприятий в 2023 г.

Классификация проводилась на основании критерий Федерального закона № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства»<sup>1</sup>:

- микробизнес (до 15 сотрудников, выручка до 120 млн руб./год);
- малый бизнес (до 100 сотрудников, выручка до 800 млн руб./год);
- средний бизнес (до 250 сотрудников, выручка до 2 млрд руб./год);
- крупный бизнес (более 250 сотрудников, выручка от 2 млрд руб./год).

Наибольшую долю клиентов Холдинга (95,7%) составляют малый бизнес и микробизнес (48% и 47,7% соответственно). Средний бизнес занимает 2,2%, крупный – 2,0%. Таким образом, доля клиентов в сегменте малого и среднего бизнеса составляет 50,2% в общей численности клиентов Холдинга.

По данным аналитической платформы «МСП.РФ»<sup>2</sup>, количество организаций малого и среднего бизне-

са в России сегодня составляет 213,9 тыс. и 18,7 тыс. единиц соответственно. Таким образом, с учетом генеральной совокупности (232,6 тыс. организаций), с точностью до 99% и погрешностью в 1%, численность корпоративных клиентов Холдинга, относящихся к категории малых и средних предприятий, является репрезентативной для дальнейших исследований и полученных выводов:

- погрешность не превышает 1% при доверительной вероятности 99%;
- распределение по размеру бизнеса соответствует общероссийской структуре малого и среднего предпринимательства.

Отметим, что с 2017 по 2020 гг. количество организаций малого и среднего бизнеса со-

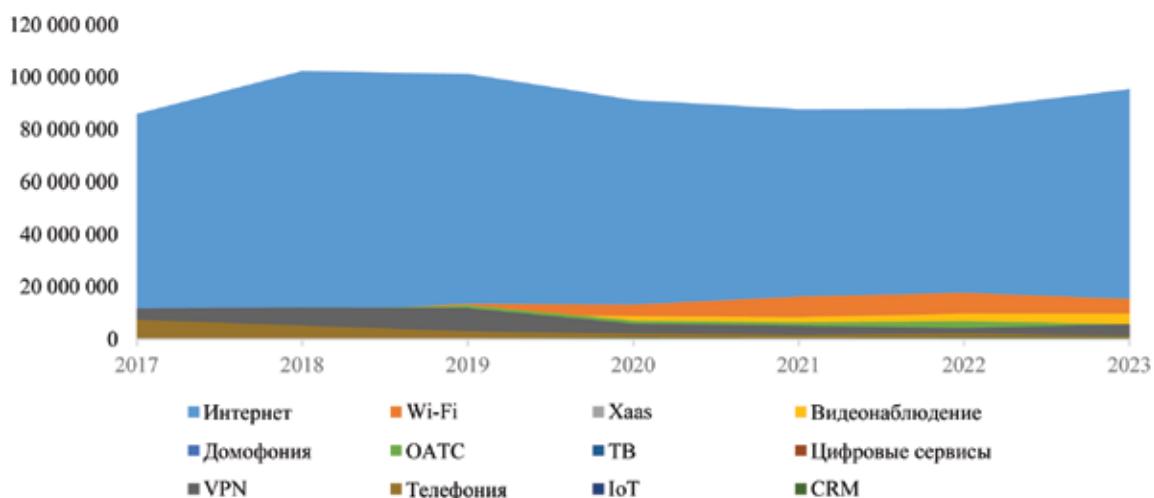
<sup>1</sup>Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 № 209-ФЗ // Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_52144/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/) (дата обращения: 18.04.2025).

<sup>2</sup>Статистика // МСП.РФ. URL: <https://xn--l1agf.xn--p1ai/analytics/> (дата обращения: 21.01.2025).

кратилось на 2,5% вследствие дестабилизации экономики в условиях эпидемиологического кризиса в 2020 г. [30]. В условиях нарастания неопределенности наращивание технологической обеспеченности малых и средних предприятий становится все более актуальной задачей для российской экономики.

На 2-м этапе была проведена оценка динамики обеспеченности малых и средних предприятий телекоммуникационными и информационными сервисами посредством создания временных рядов с расчетом средних значений и выявлением трендов на основе показателей о доходах Холдинга за пе-

риод с 2017 по 2023 гг. На рис. 2 представлены данные о выручке по Основную долю выручки занимает продажа услуги «Интернет», средняя выручка которой в указанном периоде составляет 93 млн руб./год. 2-е место по объему выручки составляет продукт «Wi-Fi», средняя выручка которого составляет 13,5 млн руб./год. 3-е место занимает «Облачная АТС» («OATC») со средним объемом выручки 8,3 млн руб./год. 4-е место занимает «VPN» со средним объемом выручки 8,0 млн руб./год. На 5-м месте находится «Видеонаблюдение» со средним объемом выручки 7,9 млн. руб./год.



Рассчитано авторами согласно внутренним отчетам Холдинга

Рис. 2. Выручка по продуктам Холдинга, 2017–2023 гг., руб.

Calculated by the authors according to the Holding Company's internal reports

Fig. 2. Revenue by the Holding Company's products, 2017–2023, rubles

Ключевыми периодами с точки зрения трендов являются:

- 2017–2019 гг.: рост выручки на 20–25% благодаря программам господдержки малого и среднего бизнеса;
- 2020 г.: резкое снижение выручки на 17% из-за пандемии и сокращения расходов малого и среднего бизнеса;
- 2021–2023 гг.: частичное восстановление, но без возврата к докризисным уровням.

Анализ данных показывает, что наибольшую вос требованность среди малого и среднего бизнеса имеют базовые телекоммуникационные услуги, такие как «Интернет», «Wi-Fi», «Облачная АТС» и др., в то время как комплексные информационные услуги (IoT, XaaS, CRM, VPN и др.) имеют сравнительно низкую долю продаж на основании показателей выручки Холдинга. Более низкий

спрос малого и среднего бизнеса на комплексные информационные услуги обусловлен высокой стоимостью внедрения, а также дефицитом кадров для работы с данными технологиями.

На 3-м этапе работы, для оценки спроса на телекоммуникационные и информационные услуги в сегменте малых и средних предприятий, был проведен анализ динамики количества заявок на подключение данных продуктов с 2017 по 2023 гг. Продукты были распределены на две основные группы: информационные и телекоммуникационные услуги. Критериями отнесения услуг к группам являются:

- для информационных услуг – использование цифровых технологий и ПО; обеспечение доступа к передовым технологическим решениям; направленность на оптимизацию и автоматизацию бизнес-процессов предприятий;

- для телекоммуникационных услуг – предоставление инфраструктурных решений для связи и передачи данных; база для развертывания комплексных информационных услуг.

В контексте исследования анализ динамики заявок позволяет:

- оценить реальный спрос – в отличие от выручки, которая зависит от тарифов, количество заявок отражает фактическую заинтересованность бизнеса в тех или иных решениях;

- выявить тренды цифровизации – рост заявок на информационные услуги (например, CRM, IoT, VPN) свидетельствует о постепенном переходе компаний от базовых телекоммуникационных решений к более сложным цифровым услугам;
- определить влияние внешних факторов – например, кризис 2020 г. привел к резкому снижению спроса на некоторые услуги, что важно учитывать при разработке рекомендаций.

Итоговые результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика количества заявок на внедрение услуг с 2017 по 2023 гг.

Table 1

Dynamics of the applications number for the implementation of services from 2017 to 2023

Группа услуг	Заявки на услуги	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Темпы роста, %
Информационные услуги	CRM, шт.	12	12	16	34	32	37	34	283
	IoT, шт.	0	0	1	5	11	21	21	2100
	VPN, шт.	4927	1391	1701	6191	10454	11976	12495	254
	Облачная витрина, шт.	0	0	0	0	3	0	3	100
	DVR, шт.	0	0	0	0	6	30	40	667
	Цифровая телефония, шт.	0	0	90	355	337	293	265	294
Средний темп роста информационных услуг									616
Телекоммуникационные услуги	Wi-Fi, шт.	4742	6936	9996	10858	10333	5518	4023	85
	Видеонаблюдение, шт.	1570	3249	4061	4189	5302	6571	9336	595
	Интернет, шт.	91370	107602	135333	124476	144171	120205	122268	134
	Облачная АТС, шт.	6055	7511	7905	7165	8368	6594	5694	94
	Передача данных, шт.	3805	3610	4701	4199	5317	5449	4799	126
	Телевещание, шт.	0	0	102	257	271	206	227	223
	Телефония, шт.	7665	7841	9095	5792	5839	5089	4516	59
Средний темп роста телекоммуникационных услуг									283

Рассчитано авторами согласно внутренним отчетам Холдинга.

Calculated by the authors according to the Holding Company's internal reports.

С 2017 по 2023 гг. средние темпы роста заявок на информационные услуги от малого и среднего бизнеса были значительно выше (616%), чем на телекоммуникационные услуги (188%). Положительная динамика заявок с 2017 по 2023 гг. по информационным услугам наблюдается, прежде всего, в «IoT» (2100%) и «DVR» (667%). В телекоммуникационных услугах наибольшим устойчивыми темпами роста обладают «Видеонаблюдение» (595%) и «Телевещание» (223%). В то же время, отрицательная динамика заявок наблюдается по таким услугам как «Телефония» (59%), «Облачная АТС» (94%) и «Wi-Fi» (85%). Во-первых, эта тенденция связана с тем, что данные услуги уже имеются у большинства

современных организаций, а во-вторых, появляются новые более современные и технологичные аналоги. В целом, сравнивая количество подключений по группам услуг за 2023 г., инфраструктурные решения (150863 шт.) значительно опережают цифровые ИТ-решения (12858 шт.) по количеству заявок среди сегмента малого и среднего бизнеса, преимущественно за счет интереса к подключению услуги «Интернет» (122268 шт.).

Кризисный 2020 г. стал переломным моментом, резко изменив траекторию развития спроса на многие услуги. При этом эффект государственных программ поддержки, заметно стимулировавших рынок в

2017–2019 гг., оказался временным, а посткризисное восстановление происходит крайне неравномерно по разным категориям услуг. На 4-м этапе был

рассчитан индекс информационно-телеkomмуникационной оснащенности для распределения представленных отраслей по кластерам (табл. 2).

Таблица 2

Индекс информационно-телеkomмуникационной оснащенности отраслей

Table 2

Index of information and telecommunications equipment of industries

Отрасль	Темпы роста	Средняя доля компаний, 2017–2023	Индекс информационно-телеkomмуникационной оснащенности
Сфера услуг	9,543	0,107	102,110
Розничная торговля	1,644	0,162	26,633
Оптовая продажа	1,12	0,139	15,568
Производство, склад	1,453	0,077	11,188
Недвижимость	2,073	0,044	9,121
Строительство	1,156	0,067	7,745
Кафе, бары, рестораны	1,541	0,049	7,551
Выставочные комплексы, конференц-залы, бизнес-центры	1,700	0,044	7,480
Автосалоны (сервис, мойка)	1,182	0,044	5,201
Транспорт, грузоперевозки и пассажироперевозки	1,274	0,036	4,586
Медицина, здоровье, красота	1,521	0,025	3,803
Образование	1,18	0,018	2,124
Реклама, полиграфия, СМИ	0,845	0,022	1,859
Досуг и отдых	1,517	0,010	1,517
Юридические услуги	1,139	0,012	1,367
Спорт, фитнес	1,192	0,009	1,073
Бюджетные учреждения	1,186	0,008	0,949
Гостиницы, общежития	1,413	0,007	0,989
Охрана, безопасность	1,44	0,006	0,864
Туризм и активный отдых	0,755	0,010	0,755
Сельское хозяйство	2,118	0,003	0,635
АЗС	1,587	0,002	0,317
Микрофинансирование	1,279	0,001	0,128

Разработано авторами.

Developed by the authors.

Результаты расчетов демонстрируют крайне неравномерное распределение уровня информационно-телеkomмуникационной оснащенности между отраслями. Ярким примером выступает сфера услуг, чей индекс (102,110) почти в 4 раза превышает показатель следующей за ней розничной торговли (26,633). Такой значительный разрыв указывает на концентрацию информационно-телеkomмуникационных услуг в ограниченном числе секторов.

Особенно показательно сравнение лидеров и аутсайдеров рейтинга. Если верхние позиции занимают преимущественно рыночно-ориентированные секторы (услуги, торговля, недвижимость), то в конце

списка оказываются социально значимые, но менее коммерциализированные отрасли – бюджетные учреждения (0,949) и сельское хозяйство (0,635).

Результаты расчета квантилей индексов информационно-телеkomмуникационной оснащенности малого и среднего бизнеса представлены в табл. 3.

Затем была проведена кластеризация отраслей на основе квантильного анализа (табл. 4).

Проведенная кластеризация выявила три дифференцированные группы отраслей, существенно различающиеся по уровню внедрения инфор-

Таблица 3

## Расчет квантилей индексов информационно-телеkomмуникационной оснащенности

Table 3

## Calculation of quantiles of information and telecommunications equipment indices

Показатели	Расчет значений
25-й перцентиль	6,75
50-й перцентиль	12,5
75-й перцентиль	18,25
$Q_1$	0,979
$Q_2$	1,9935
$Q_3$	7,5995

*Разработано авторами.**Developed by the authors.*

Таблица 4

## Кластеризация отраслей малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телеkomмуникационной оснащенности

Table 4

## Clustering of small and medium-sized businesses sectors by the level of information and telecommunications equipment

Кластер	Отрасль	Индекс
Первый кластер (передовые отрасли)	Сфера услуг	102,110
	Розничная торговля	26,633
	Оптовая продажа	15,57
	Производство, склад	11,188
	Недвижимость	9,121
	Строительство	7,745
Второй кластер (второстепенные отрасли)	Кафе, бары, рестораны	7,551
	Выставочные комплексы, конференц-залы, бизнес-центры	7,480
	Автосалоны (сервис, мойка)	5,201
	Транспорт, грузоперевозки и пассажироперевозки	4,586
	Медицина, здоровье, красота	3,803
	Образование	2,124
	Реклама, полиграфия, СМИ	1,859
	Досуг и отдых	1,517
	Юридические услуги	1,367
	Спорт, фитнес	1,073
Третий кластер (отстающие отрасли)	Гостиницы, общежития	0,989
	Бюджетные учреждения	0,949
	Охрана, безопасность	0,864
	Туризм и активный отдых	0,755
	Сельское хозяйство	0,635
	АЗС	0,317
	Микрофинансирование	0,128

*Разработано авторами.**Developed by the authors.*

мационно-телеkomмуникационных услуг. Первый кластер, объединяющий передовые отрасли с индексом информационно-телеkomмуникационной оснащенности от 7,745 до 102,110, демонстриру-

ет наиболее высокие темпы внедрения услуг. Лидером здесь выступает сфера услуг (102,110), значительно опережающая другие секторы. Второй кластер (индекс 0,989–7,551) включает отрасли

со средним уровнем оснащенности, где процесс внедрения услуг сталкивается с определенными барьерами. Третий кластер (0,128–0,949) объединяет отстающие отрасли, где цифровое развитие находится на начальной стадии.

Особого внимания заслуживает состав кластеров. В передовую группу вошли преимущественно коммерчески ориентированные секторы (розничная торговля, оптовая продажа, недвижимость, стро-

ительство), в то время как в отстающем кластере оказались социально значимые отрасли (туризм, сельское хозяйство, бюджетные учреждения).

Для верификации полученных результатов были найдены коэффициенты корреляции по отраслям из трех кластеров за период 2017–2023 гг. на основе данных Росстата по доле внедрения одной из базовых услуг, «Интернет-доступ», в малом и среднем бизнесе России<sup>3</sup> и доли компаний по отраслям (табл. 5).

Таблица 5

**Коэффициенты корреляции динамики малого и среднего бизнеса по отраслям и статистических показателей Росстата**

**Correlation coefficients of the dynamics of small and medium-sized businesses by industry and statistical indicators of Rosstat**

Table 5

Отрасль	Коэффициент корреляции
Гостиницы, общежития	0,945165715
Досуг и отдых	0,847990437
Медицина, здоровье, красота	0,944445129
Недвижимость	-0,670564409
Образование	0,988618844
Оператор связи	0,766023924
Оптовая продажа	0,989440996
Реклама, полиграфия, СМИ	0,973439999
Сельское хозяйство	-0,05142736
Строительство	0,962710537
Транспорт, грузоперевозки и пассажироперевозки	0,983178554

Разработано авторами.

Developed by the authors.

9 из 11-ти наблюдений (82%) имеют сильный положительный коэффициент корреляции, и только в 2-х случаях (18%) корреляция слабая или отсутствует. Таким образом, полученные данные в результате кластерного анализа являются репрезентативными.

*Формирование рекомендаций по цифровому развитию отраслей малого и среднего бизнеса на основе кластерного анализа*

По итогам выполненного анализа для каждого выделенного кластера были предложены рекомендации по дальнейшему цифровому развитию (табл. 6).

Проведенный анализ дифференцирует меры поддержки цифрового развития в зависимости от уровня информационно-телекоммуникационной оснащенности отраслей. Для передовых отраслей (первый кластер) рекомендации акцентированы на

внедрении прорывных технологий – искусственного интеллекта, IoT-решений и цифровых платформ. Это объясняется наличием у данных отраслей необходимой инфраструктуры и компетенций для работы с комплексными информационными решениями.

Для второстепенных отраслей (второй кластер) рекомендации носят более сбалансированный характер, сочетаая меры по базовой автоматизации с программами повышения квалификации. Предлагаемое льготное кредитование направлено на преодоление ключевого барьера – ограниченности финансовых ресурсов. При этом акцент на подготовку специалистов отражает понимание важности кадрового обеспечения цифрового развития.

Рекомендации для отстающих отраслей (третий кластер) демонстрируют принципиально иной подход, фокусируясь на создании базовых условий для

<sup>3</sup>Наука, инновации, технологии // Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 27.01.2025)

Таблица 6

## Сегментированные рекомендации по цифровому развитию кластеров

Table 6

## Segmented recommendations for digital cluster development

Кластеры	Характеристика кластера	Рекомендации по развитию	Государственная поддержка
1 кластер – передовые отрасли	Высокая скорость внедрения цифровых услуг, наличие сформированной инфраструктуры для дальнейшего развития. Высокая конкуренция стимулирует постоянное обновление технологий	Ускорение внедрения цифровых услуг (IoT, AI и др.) для повышения конкурентоспособности и масштабирования бизнеса. Развитие цифровых платформ для взаимодействия с клиентами и управления ресурсами (CRM, ERP и др.)	Финансирование pilotных проектов по внедрению цифровых услуг. Субсидии на закупку современного оборудования. Поддержка образовательных программ для повышения квалификации сотрудников в области цифровых технологий
2 кластер – второстепенные отрасли	Средний темп внедрения технологий. Наличие барьеров: ограниченные финансовые и кадровые ресурсы, недостаток инфраструктуры и развития бизнес-процессов	Внедрение инфраструктурных услуг для формирования фундамента цифрового развития. Базовая автоматизация процессов. Повышение квалификации сотрудников в области ИТ	Льготное кредитование для внедрения цифровых услуг. Создание образовательных программ для подготовки специалистов. Поддержка стартапов в отраслях
3 кластер – отстающие отрасли	Отрасли с низким уровнем цифровизации. Отсутствие инфраструктуры, недостаток финансирования. Многие процессы остаются ручными, что снижает эффективность	Внедрение базовых телекоммуникационных услуг. Повышение осведомленности о преимуществах технологического развития. Взаимодействие с государством и крупным бизнесом в части технологического развития	Создание специализированных фондов для поддержки цифровизации. Предоставление налоговых льгот для компаний, внедряющих информационно-телекоммуникационные услуги. Развитие инфраструктуры (например, интернет в сельских районах)

Разработано авторами.

Developed by the authors.

внедрения информационно-телекоммуникационных услуг. Предложения о развитии инфраструктуры и налоговых льготах направлены на преодоление фундаментальных ограничений этих секторов.

### Выводы

Результаты проведенного исследования подтверждают исходную гипотезу о существенной дифференциации отраслей малого и среднего бизнеса по уровню цифровой готовности, что требует сегментированного подхода к их поддержке.

Первая уточняющая гипотеза, о ключевой роли доступа в Интернет как базовой инфраструктурной услуги, получила свое подтверждение. Анализ данных подтверждает лидирующую позицию услуги «Интернет» по объему выручки (93 млн руб./год) и количеству заявок (122268 шт. в 2023 г.), что подчеркивает ее фундаментальное значение для малого и среднего бизнеса.

Вторая уточняющая гипотеза, о высокой активности коммерциализированных отраслей (сфера услуг, торговли, недвижимости), также подтверждена. Кластеризация обосновала формирование первого кластера отраслей (индекс оснащенности – до 102,110), демонстрирующего наибольший

тренд внедрения цифровых решений, ориентированных на клиентский опыт и конкурентную среду.

Таким образом, анализ динамики внедрения информационно-телекоммуникационных услуг показал, что наибольший спрос среди малых и средних предприятий сохраняется за базовыми инфраструктурными решениями, такими как интернет, Wi-Fi и облачная телефония, тогда как комплексные цифровые сервисы (IoT, CRM, облачные платформы) демонстрируют высокие темпы роста, но остаются нишевыми из-за ряда факторов. Кризисные периоды (2020–2022 гг.) оказали неоднозначное влияние на цифровое развитие малого и среднего бизнеса: с одной стороны, пандемия ускорила внедрение отдельных цифровых услуг, с другой – привела к сокращению инвестиций в технологии из-за финансовых ограничений.

Полученные по итогам работы результаты обеспечивают научно обоснованный подход к разработке дифференцированных мер поддержки цифрового развития малого и среднего бизнеса, соответствующих их отраслевой специфике. Основной научный вклад работы заключается в кластеризации субъектов малого и среднего бизнеса по уровню информационно-телекоммуникацион-

ной оснащенности на основе квантильного анализа, что позволило выявить значительные межотраслевые различия в темпах и глубине внедрения технологических услуг.

Предложенная методика кластеризации по уровню информационно-телекоммуникационной оснащенности, интегрирующая динамику внедрения услуг и их распространенность в отрасли, позволила выделить три кластера предприятий малого и среднего бизнеса.

Первый кластер (передовые отрасли) включает сферу услуг, розничную и оптовую торговлю, недвижимость и строительство, где цифровое развитие наиболее интенсивно благодаря высокой конкуренции и ориентации на клиентский опыт.

Второй кластер (умеренно развитые отрасли) объединяет предприятия общественного питания, медицины, транспорта и образования, которые сталкиваются с финансовыми и кадровыми барьерами, но обладают потенциалом для ускорения цифрового развития.

Третий кластер (отстающие отрасли) представлен сельским хозяйством, туризмом, бюджетными учреждениями, где уровень цифрового развития остается низким из-за недостатка инфраструктуры, слабой коммерциализации и ограниченного доступа к финансированию.

Проверка достоверности результатов с помощью корреляционного анализа данных Росстата под-

твердила репрезентативность кластеризации, что усиливает научную значимость исследования. Полученные выводы согласуются с работами зарубежных и отечественных авторов, отмечающих ключевые барьеры цифровизации малого и среднего бизнеса: нехватку инвестиций, низкий уровень цифровых компетенций, недостаточную инфраструктурную готовность. Однако, в отличие от предыдущих исследований, в данной работе предложен дифференцированный подход к оценке цифровой зрелости, учитывающий отраслевую специфику.

Практическая значимость исследования заключается в разработке сегментированных рекомендаций для бизнеса и государства. Для передовых отраслей предложены меры по внедрению прорывных технологий (AI, IoT, цифровые платформы) и поддержке пилотных проектов. Умеренно развитые отрасли требуют льготного финансирования, базовой автоматизации и программ повышения квалификации сотрудников. Отстающие секторы нуждаются в создании базовой инфраструктуры (например, расширение интернет-покрытия в сельской местности), налоговых льготах и специализированных фондах поддержки.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным анализом факторов, влияющих на цифровое развитие в различных кластерах, включая региональные различия, влияние государственных программ и роль цифровых экосистем в ускорении технологического развития малого и среднего бизнеса.

### Список источников

1. Магомедова А.А. Развитие малого и среднего бизнеса в условиях цифровой экономики // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. С. 174–178. EDN: <https://elibrary.ru/nraigk>
2. Батракова Л.Г. Развитие малого и среднего предпринимательства в регионах России // Социально-политические исследования. 2020. №2(7). С. 48–65. EDN: <https://elibrary.ru/tytbqz>.  
<https://doi.org/10.20323/2658-428X-2020-2-7-48-65>
3. Зайцева А.С. Влияние цифровых компетенций субъектов малого и среднего предпринимательства на развитие бизнеса // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 2. С. 313–322. EDN: <https://elibrary.ru/jxcctw>. <https://doi.org/10.18334/epp.11.2.111640>
4. Злобина О.В., Пешкова Г.Ю. Цифровые технологии как составляющая стратегии развития предприятий малого и среднего бизнеса // Актуальные проблемы экономики и управления. 2020. № 3(27). С. 23–27. EDN: <https://elibrary.ru/darezo>
5. Хончев М.А. Цифровизация малого бизнеса в России: проблемы и перспективы // Экономические системы. 2023. Т. 16. № 2(61). С. 37–52. EDN: <https://elibrary.ru/zlfgzv>.  
<https://doi.org/10.29030/2309-2076-2023-16-2-37-52>
6. Затонский С.А. Влияние ИКТ на малые и средние предприятия в условиях цифровой трансформации бизнеса // Инновационные тренды в международном бизнесе и устойчивом менеджменте. Материалы III Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: Автономная некоммерческая ор-

- ганизация по поддержке научно-исследовательской и просветительской деятельности «Спутник науки», 2024. С. 84–93. EDN: <https://elibrary.ru/hvmggv>
7. Дриленко Д.В., Седых Н.В. Влияние цифровой трансформации на развитие малого и среднего бизнеса // Инновации и инвестиции. 2024. № 1. С. 471–474. EDN: <https://elibrary.ru/nzezwn>
8. Абрамов В.И., Борзов А.В., Семенков К.Ю. Оценка готовности малых и средних предприятий к цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1573–1596. EDN: <https://elibrary.ru/fifkf>. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115000>
9. Травина Е.А., Павлова С.Н. Государственная поддержка малого предпринимательства в условиях цифровой трансформации экономики // Молодежь и научно-технический прогресс в современном мире. Сборник материалов XI-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Москва: ООО «Издательство «Спутник+», 2022. С. 245–255. EDN: <https://elibrary.ru/qryyqgx>
10. Селиверстов Ю.И., Рудычев А.А., Дмитриева Ю.А. Цифровая трансформация бизнеса субъектами малого и среднего предпринимательства как фактор роста конкурентоспособности // Вестник алтайской академии экономики и права. 2020. № 11-3. С. 531–539. EDN: <https://elibrary.ru/nmrddcc>. <https://doi.org/10.17513/vaael.1459>
11. Коданева К.С. Проблема малого и среднего бизнеса при переходе к цифровизации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-1(74). С. 187–189. EDN: <https://elibrary.ru/yabyom>. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-4-1-187-189>
12. Менциев А.У., Юшаева Р.С.Э. Проблемы цифровизации малого и среднего бизнеса в России // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2020. № 2(111). С. 124–126. EDN: <https://elibrary.ru/fbhjjz>
13. Исаева А.А., Михайлова С.Г., Кудюрова А.В., Пыстынникова Е.В. Основные проблемы цифровизации малого и среднего бизнеса в условиях глобализации экономики // Цифровые технологии в экономике и промышленности. Сборник трудов национальной научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. С. 44–49. EDN: <https://elibrary.ru/qabvlu>. <https://doi.org/10.18720/IEP/2019.5/5>
14. Васильева А.А. Актуальные проблемы развития малого и среднего бизнеса в России в условиях цифровизации экономики // Общество, экономика и право: вызовы современности и тенденции развития. Электронный сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции. Волжский: «Сфера», 2021. С. 313–317. EDN: <https://elibrary.ru/uxbufq>
15. Чернов А.С. Проблемы малого и среднего бизнеса при переходе к цифровизации // Вектор экономики. 2021. № 5(59). EDN: <https://elibrary.ru/hukbel>
16. Землякова С.Н., Подгорская С.В. Перспективы и трудности реализации цифровой трансформации малого и среднего бизнеса в РФ // Экономика и социум. 2020. № 4(71). С. 331–334. EDN: <https://elibrary.ru/qmmlod>
17. Гурунян Т.В. Институциональные барьеры цифровой трансформации субъектов МСП // Инновации и инвестиции. 2023. № 1. С. 267–271. EDN: <https://elibrary.ru/yybaqu>
18. Найденова Р.И., Джобава Н.С. Цифровая экономика и перспективы развития предприятий малого и среднего бизнеса // Менеджмент в социальных и экономических системах. Сборник докладов XV Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 410–412. EDN: <https://elibrary.ru/xcjhil>
19. Opoku E., Okafor M., Williams M., Aribigbola A., Olaleye A. Enhancing small and medium-sized businesses through digitalization // World Journal of Advanced Research and Reviews. 2024. Vol. 23. Iss. 2. P. 222–239. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2313>
20. Goerzig D., Bauernhansl T. Enterprise architectures for the digital transformation in small and medium-sized enterprises // Procedia CIRP. 2018. Vol. 67. P. 540–545. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.257>
21. Rupeika-Apoga R., Petrovska K. Barriers to sustainable digital transformation in micro-, small-, and medium-sized enterprises // Sustainability. 2022. Vol. 14. Iss. 20. P. 13558. <https://doi.org/10.3390/su142013558>
22. Fanelli R.M. Barriers to adopting new technologies within rural small and medium enterprises (SMEs) // Social Sciences. 2021. Vol. 10. Iss. 11. P. 430. <https://doi.org/10.3390/socsci10110430>
23. Hojnik B.B., Hudek I. Small and medium-sized enterprises in the digital age: understanding characteristics and essential demands // Information. 2023. Vol. 14. Iss. 11. P. 606. <https://doi.org/10.3390/info14110606>

24. Колоскова О.И., Сомина И.В. Оценка эффективности инновационной деятельности промышленных предприятий: методический каркас и конфигурация результатов в разрезе уровней технологичности отраслей // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 1-1. С. 34–42. EDN: <https://elibrary.ru/dckcfl>. <https://doi.org/10.34670/AR.2024.91.98.004>
25. Преснякова Е.В. Методологические подходы к оценке уровня технологичности и инновационности промышленности с учетом современных тенденций ее развития // Экономическая наука сегодня. 2021. № 13. С. 93–102. EDN: <https://elibrary.ru/hxqisl>. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-13-93-102>
26. Пылаева И.С., Подшивалова М.В., Баев Л.А. Методический подход к оценке уровня технологического развития малых промышленных предприятий высокотехнологических отраслей РФ // Управление в современных системах. 2021. № 3(31). С. 16–28. EDN: <https://elibrary.ru/fzacie>. <https://doi.org/10.24412/2311-1313-31-16-28>
27. Кукина Е.А., Мицеловская О.С. Методологический подход к оценке уровня инновационного развития предприятия // Управленческое консультирование. 2020. № 6(138). С. 110–122. EDN: <https://elibrary.ru/zoamxo>. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2020-6-110-122>
28. Пятецкий В.Е., Горчакова Е.Н., Титкина М.С. Модель оценки уровня технологичности компании в управлении качеством // Экономика в промышленности. 2020. Т. 13. № 4. С. 503–510. EDN: <https://elibrary.ru/zmzsor>. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2020-4-503-510>
29. Чебурахина Д.И., Субботина Т.Н. Современное состояние малого и среднего бизнеса в России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-2(74). С. 235–238. EDN: <https://elibrary.ru/lfjlds>. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-4-2-235-238>
30. Антоненко Н.А., Екатериничев А.Л., Наташкина Е.А. Цифровая трансформация малого и среднего бизнеса на примере Тульской области // Вестник НГУЭУ. 2020. № 2. С. 213–223. EDN: <https://elibrary.ru/fihvhe>. <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-2-213-223>

Статья поступила в редакцию 07.03.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 25.06.2025

Об авторах:

Антинескул Екатерина Александровна, профессор кафедры менеджмента и предпринимательства; SPIN-код: 5099-7513; Researcher ID: GRJ-7170-2022; Scopus ID: 57315419000

Добровлянин Вадим Дмитриевич, аспирант кафедры менеджмента, маркетинга и коммерции; экономический факультет; SPIN-код: 2646-1127; Researcher ID: ABO-9710-2022

Вклад авторов:

Антинескул Е. А. – научное руководство; разработка структуры исследования; проведение критического анализа материалов и формирование выводов; финальная редакция.

Добровлянин В. Д. – разработка первоначального варианта текста статьи; сбор источников; развитие методологии; расчеты данных.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Magomedova A.A. Development of small and medium-sized businesses in the digital economy. In: The Future of Science: young scientists' view on the innovative development of society. *Collection of scientific articles of the All-Russian youth scientific conference*. Kursk: Closed Joint Stock Company "University book", 2023. P. 174–178. EDN: <https://elibrary.ru/nraigk> (In Russ.)
2. Batrakova L.G. The development of small and medium enterprises in the regions of Russia. *Socio and political researches*. 2020; (2(7)):48–65. EDN: <https://elibrary.ru/tytbqz>. <https://doi.org/10.20323/2658-428X-2020-2-7-48-65> (In Russ.)
3. Zaytseva A.S. The impact of digital competencies of small and medium-sized businesses on business development. *Journal of economics, entrepreneurship and law*. 2021; 11(2):313–322. EDN: <https://elibrary.ru/jxcctw>. <https://doi.org/10.18334/epp.11.2.111640> (In Russ.)
4. Zlobina O.V., Peshkova G.Yu. Digital technologies as component of development strategy in small and medium-sized businesses. *Actual problems of economics and management*. 2020; (3(27)):23–27. EDN: <https://elibrary.ru/darezo> (In Russ.)

5. Khonchev M.A. Digitalization of small business in Russia: problems and prospects. *Economic Systems*. 2023; 16(2):37–52. EDN: <https://elibrary.ru/zlfgzv>. <https://doi.org/10.29030/2309-2076-2023-16-2-37-52> (In Russ.)
6. Zatonsky S.A. The impact of ICT on small and medium-sized enterprises in the conditions of digital business transformation. In: *Innovative trends in international business and sustainable management. Materials of the III International Scientific and Practical Conference*. Rostov-on-Don: Autonomous non-profit organisation for support of research and educational activities "Science satellite", 2024. P. 84–93. EDN: <https://elibrary.ru/hvmggv> (In Russ.)
7. Drilenko D.V., Sedikh N.V. Impact of digital transformation on the development of SMEs. *Innovation and Investment*. 2024; (1):471–474. EDN: <https://elibrary.ru/nzezwn> (In Russ.)
8. Abramov V.I., Borzov A.V., Semenkov K.Yu. Assessing SME readiness for digital transformation. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2022; 12(3):1573–1596. EDN: <https://elibrary.ru/flifkf>. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115000> (In Russ.)
9. Travina E.A., Pavlova S.N. State support of small business in the conditions of digital transformation of the economy. In: *Youth and scientific and technological progress in the modern world. Collection of materials of the XI-th All-Russian scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists*. Moscow: Sputnik+ Publishing House, 2022. P. 245–255. EDN: <https://elibrary.ru/qryygx> (In Russ.)
10. Seliverstov Y.I., Rudychev A.A., Dmitrieva Y.A. Digital transformation of business by small and medium-sized businesses as a growth factor competitiveness. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2020; (11-3):531–539. EDN: <https://elibrary.ru/nmrddcc>. <https://doi.org/10.17513/vaael.1459> (In Russ.)
11. Kodanova K.S. The problem of small and medium businesses in the transition to digitalization. *Economy and Business: Theory and Practice*. 2021; (4-1(74)):187–189. EDN: <https://elibrary.ru/yabyom>. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-4-1-187-189> (In Russ.)
12. Mentsiev A.U., Yushaeva R.S.E. Problems of digitalization of small and medium-sized businesses in Russia. *Humane, Social and Economic sciences*. 2020; (2(11)):124–126. EDN: <https://elibrary.ru/fbhjjz> (In Russ.)
13. Isaeva A.A., Mikhailova S.G., Kudyurova A.V., Pustynnikova E.V. The main problems of digitalization of small and medium-sized businesses in a globalized economy. In: *Digital technologies in economy and industry. Proceedings of the national scientific-practical conference with international participation*. Saint-Petersburg: POLITEH-PRESS, 2019. P. 44–49. EDN: <https://elibrary.ru/qabvlu>, <https://doi.org/10.18720/IEP/2019.5/5> (In Russ.)
14. Vasileva A.A. Actual problems of development of small and medium-sized businesses in Russia in the context of digitalization of the economy. In: *Society, economy and law: challenges of modernity and development trends. Electronic collection of articles on the materials of the III International Scientific and Practical Conference*. Volzhsky: "Sphere", 2021. P. 313–317. EDN: <https://elibrary.ru/uxbufq> (In Russ.)
15. Chernov A.S. Challenges for small and medium-sized businesses in the transition to digitalization. *Vector of Economy*. 2021; (5(59)):60. EDN: <https://elibrary.ru/hukbel> (In Russ.)
16. Zemlyakova S.N., Podgorskaya S.V. Prospects and difficulties of implementing the digital transformation of small and medium-sized businesses in the Russian Federation. *Economy and Society*. 2020; (4(71)):331–334. EDN: <https://elibrary.ru/qmmlod> (In Russ.)
17. Gurunyan T.V. Institutional barriers to digital transformation of small and medium-sized businesses. *Innovation and Investment*. 2023; (1):267–271. EDN: <https://elibrary.ru/yybaqu> (In Russ.)
18. Naydenova R.I., Dzhobava N.S. Digital economy and prospects for the development of small and medium-sized enterprises. In: *Management in social and economic systems. Collection of reports of XV International Scientific and Practical Conference*. Penza: Penza State Agrarian University, 2023. P. 410–412. EDN: <https://elibrary.ru/xcjhil> (In Russ.)
19. Opoku E., Okafor M., Williams M., Aribigbola A., Olaleye A. Enhancing small and medium-sized businesses through digitalization. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2024; 23(2):222–239. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2313> (In Eng.)
20. Goerzig D., Bauernhansl T. Enterprise architectures for the digital transformation in small and medium-sized enterprises. *Procedia CIRP*. 2018; 67:540–545. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.257> (In Eng.)
21. Rupeika-Apoga R., Petrovska K. Barriers to sustainable digital transformation in micro-, small-, and medium-sized enterprises. *Sustainability*. 2022; 14(20):13558. <https://doi.org/10.3390/su142013558> (In Eng.)

22. Fanelli R.M. Barriers to adopting new technologies within rural small and medium enterprises (SMEs). *Social Sciences*. 2021; 10(11):430. <https://doi.org/10.3390/socsci10110430> (In Eng.)
23. Hojnik B.B., Hudek I. Small and medium-sized enterprises in the digital age: understanding characteristics and essential demands. *Information*. 2023; 14(11):606. <https://doi.org/10.3390/info14110606> (In Eng.)
24. Koloskova O.I., Somina I.V. Efficiency estimation of the industrial enterprises' innovation activity: methodological base and results configuration by technology levels of industries. *Economics: yesterday, today and tomorrow*. 2024; 14(1-1):34–42. EDN: <https://elibrary.ru/dckcfl>. <https://doi.org/10.34670/AR.2024.91.98.004> (In Russ.)
25. Prasniakova E.V. Methodological approaches to assessment of the technology and innovation level of the industry, taking into account the modern trends of its development. *Economic Science Today*. 2021; (13):93–102. EDN: <https://elibrary.ru/hxqisl>. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-13-93-102> (In Russ.)
26. Pylaeva I.S., Podshivalova M.V., Baev L.A. Methodological approach to assessment of the technological development level of the Russian high-tech small industrial enterprises. *Management in Modern Systems*. 2021; (3(31)):16–28. EDN: <https://elibrary.ru/fzacie>. <https://doi.org/10.24412/2311-1313-31-16-28> (In Russ.)
27. Kuklina E.A., Mitselovskaya O.S. Methodological approach in assessing the level of innovative development of an enterprise (on the example of housing and communal services sphere). *Administrative Consulting*. 2020; (6(138)):110–122. EDN: <https://elibrary.ru/zoamxo>. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2020-6-110-122> (In Russ.)
28. Pyatetskiy V.E., Gorchakova E.N., Titkina M.S. Model of assessment of a company's manufacturability in quality management. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2020; 13(4):503–510. EDN: <https://elibrary.ru/zmzsor>. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2020-4-503-510> (In Russ.)
29. Cheburakhina D.I., Subbotina T.N. Current state of small and medium-sized businesses in Russia. *Economy and business: theory and practice*. 2021; (4-2(74)):235–238. EDN: <https://elibrary.ru/lfjlds>. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2021-4-2-235-238> (In Russ.)
30. Antonenko N.A., Ekaterinichev A.L., Natashkina E.A. Digital transformation of small and medium business on example of the Tula region. *Vestnik NSUEM*. 2020; (2):213–223. EDN: <https://elibrary.ru/fihvhe>. <https://doi.org/10.34020/2073-6495-2020-2-213-223> (In Russ.)

The article was submitted 07.03.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 25.06.2025

*About the authors:*

**Ekaterina A. Antineskul**, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Entrepreneurship; SPIN: 5099-7513; Researcher ID: GRJ-7170-2022; Scopus ID: 57315419000

**Vadim D. Dobrovlyanin**, Postgraduate student of the Department of Management, Marketing and Commerce; Faculty of Economics; SPIN: 2646-1127; Researcher ID: ABO-9710-2022

*Contribution of the Authors:*

Antineskul E. A. – scientific supervision; development of the research structure; critical analysis of materials and formation of conclusions; final revision.

Dobrovlyanin V. D. – development of the initial version of the article; collection of sources; development of methodology; data calculations.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

Original article

УДК 330.342

JEL: B23, C44, C51, C53, M14

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.570-585>

## Analysis of oil and gas companies' corporate social responsibility practices in Russia

Elena V. Rytova<sup>1</sup>, Svetlana S. Gutman<sup>2</sup>, Viktoriia V. Brazovskaia<sup>3</sup>, Nikita A. Blagoi<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup> [rytova\\_ev@spbstu.ru](mailto:rytova_ev@spbstu.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6774-7577>

<sup>2</sup> [SGutman@spbstu.ru](mailto:SGutman@spbstu.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>

<sup>3</sup> [brazovskaya\\_vv@spbstu.ru](mailto:brazovskaya_vv@spbstu.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9252-7410>

<sup>4</sup> [nikita\\_1915@bk.ru](mailto:nikita_1915@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4039-9274>

### Abstract

**Purpose:** to develop an approach to identifying and assessing the best corporate social responsibility (CSR) practices aimed at improving the social and environmental performance of enterprises and having a positive impact on the financial results and risks of companies.

**Methods:** the authors conducted a regression analysis to identify key CSR indicators affecting a company's financial results, and Data Envelopment Analysis (DEA) to analyze the comparative effectiveness of CSR practices and identify the most successful practices in terms of the balance between key CSR indicators and financial results.

**Results:** an algorithm for identifying the best CSR practices was proposed. In particular, according to the GRI standard, ESG factors of the oil and gas sector were selected provided that they had been included in reports from 2012 to 2023; profit was chosen as an endogenous indicator; the presence of a relationship between the profit indicator and the selected ESG factors was assessed using correlation and regression analysis; based on the modelling results, the factors that are most closely functionally related to the result were selected and used as input variables for the DEA; the DEA method was used to select companies with the most effective CSR practices; a comparative analysis was conducted to identify the best practices of CSR and recommendations were suggested for oil and gas companies CSR practices development.

**Conclusions and Relevance:** as a result of the research, an approach was developed to identify successful CSR practices taking into account their relationship with the financial results of companies using the example of the oil and gas sector. The developed algorithm can also be used for companies in other industries, provided that these companies implement CSR and provide non-financial reporting. The assessment of CSR practices efficiency is supplemented by an in-depth analysis of specific CSR activities of benchmark companies.

**Keywords:** corporate social responsibility, econometrics, sustainable development, energy economics, ESG, DEA, regression

**Acknowledgments.** The research was financed as part of the project "Development of a methodology for instrumental base formation for analysis and modeling of the spatial socio-economic development of systems based on internal reserves in the context of digitalization" (FSEG-2023-0008).

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Rytova E. V., Gutman S. S., Brazovskaia V. V., Blagoi N. A. Analysis of oil and gas companies' corporate social responsibility practices in Russia. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2025; 16(3):570–585. (In Eng.)

EDN: <https://elibrary.ru/yemamc>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.570-585>

© Rytova E. V., Gutman S. S., Brazovskaia V. V., Blagoi N. A., 2025



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Научная статья

## Анализ практик корпоративной социальной ответственности нефтегазовых компаний в России

Рытова Елена Владимировна<sup>1</sup>, Гутман Светлана Семеновна<sup>2</sup>,  
 Бразовская Виктория Владимировна<sup>3</sup>, Благой Никита Арсениевич<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup>rytova\_ev@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6774-7577>

<sup>2</sup>SGutman@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>

<sup>3</sup>brazovskaya\_vv@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9252-7410>

<sup>4</sup>nikita\_1915@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4039-9274>

### Аннотация

Целью представленной статьи является разработка подхода к выявлению и оценке лучших практик корпоративной социальной ответственности (КСО), направленных на улучшение социально-экологической эффективности предприятий и оказывающих положительное влияние на финансовые результаты и риски компаний.

**Методы.** Авторами применены регрессионный анализ для выявления ключевых показателей КСО, влияющих на финансовые результаты компании, и Data Envelopment Analysis (DEA) для анализа сравнительной эффективности практик КСО и выявления наиболее успешных практик с точки зрения баланса между ключевыми показателями КСО и финансовыми результатами.

**Результаты работы.** Предложен алгоритм выявления лучших практик КСО. В частности, согласно стандарту GRI были отобраны ESG-факторы нефтегазового сектора при условии их включения в отчеты с 2012 по 2023 гг.; в качестве эндогенного показателя выбрана прибыль. С помощью корреляционно-регрессионного анализа оценено наличие связи между показателем прибыли и выбранными ESG-факторами. По результатам моделирования отобраны факторы, наиболее тесно функционально связанные с результатом, которые использованы в качестве входных переменных для анализа методом DEA, примененным для отбора компаний с наиболее эффективными практиками КСО. Проведен сравнительный анализ для выявления лучших практик корпоративной социальной ответственности. Предложены рекомендации по развитию практик КСО нефтегазовых компаний.

**Выводы.** В результате проведенного исследования был разработан подход к выявлению успешных практик КСО с учетом их взаимосвязи с финансовыми результатами компаний на примере нефтегазового сектора. Сформированный алгоритм может быть использован и для компаний других отраслей при условии реализации в этих компаниях механизмов КСО и предоставления нефинансовой отчетности. Оценка эффективности КСО практик дополнена углубленным анализом конкретных мероприятий компаний-бенчмарков.

**Ключевые слова:** корпоративная социальная ответственность, эконометрика, устойчивое развитие, экономика энергетики, ESG, DEA, регрессия

**Благодарность.** Исследование финансировалось в рамках проекта «Разработка методологии формирования инструментальной базы для анализа и моделирования пространственного социально-экономического развития систем, основанных на внутренних резервах, в условиях цифровизации» (FSEG-2023-0008).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Рытова Е. В., Гутман С. С., Бразовская В. В., Благой Н. А. Анализ практик корпоративной социальной ответственности нефтегазовых компаний в России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 3. С. 570–585

EDN: <https://elibrary.ru/yemamc>. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.3.570-585>

© Рытова Е. В., Гутман С. С., Бразовская В. В., Благой Н. А., 2025

### Introduction

The corporate social responsibility (CSR) of companies ensures their competitiveness and reduces risk in the long term. Responsible CSR practices form a complex mechanism that relies on a number of algorithms and strategies and achieving Sustainable Development Goals (SDGs) without a loss of profitability implies very rational implementation of CSR practices, with the effectiveness of each of them being properly evaluated.

The oil and gas sector is strategically important for any country, and the well-being of the country's population depends largely on the social responsibility of companies operating in this industry. Oil and gas companies are so large that any of their actions can seriously affect the economic, political, and social situation in the country. Companies' corporate social policy is very important, since it influences the well-being of the society, including its social and ecological environment.

The specifics of CSR strategies applied by such companies vary. For a large company to be able to constantly grow, special strategic development programmes are needed, and the success of the CSR strategies directly depends on the versatility and effectiveness of the tools applied.

The following objectives were set to fulfil the purpose of the study:

1. Analyse the impact of the CSR practices on companies' financial results and risks.
2. Analyse the CSR practices applied by leaders in the Russian oil and gas sector.
3. Identify the CSR indicators most influential for a company's performance.
4. Benchmark the practices applied by Russian leaders in the sector for achieving SDGs.
5. Introduce recommendations for improving the CSR policy of a company.

The object of the study was companies operating in the oil and gas sector.

The subject of the study was the CSR practices in the oil and gas industry and the relationship between these practices and the financial results of oil and gas companies.

The theoretical basis of the research is the studies by Russian and foreign scientists. The empirical basis of the research is the data obtained from financial statements and sustainable development reports of Russian oil and gas companies, such as Gazprom, Transneft, Rosneft, and Tatneft.

### **Literature Review**

Corporate social responsibility (also called corporate responsibility, responsible business, and corporate social opportunities) is a concept according to which organizations consider the interests of society and shoulder responsibility for the impact that their activities have on customers, suppliers, employees, shareholders, local communities, and other stakeholders, as well as the environment. Comparison of corporate social responsibility by type can take two forms:

External:

1. Social investments and charity.
2. Respect the environment.
3. Company's responsibility towards consumers.
4. Communicate with government bodies and the public.

Internal:

1. Safety at work.

2. Stable and adequate wages.
3. Guarantee social security and medical insurance of workers.
4. Provide employees with additional learning opportunities, learning programmes, and advanced training.

The next comparison is by level. First level is about due payment of taxes and wages and, in case of need, expansion of staff. Second level is about ensuring decent working and living conditions for the employees (provide accommodation, improve qualifications, etc.). Third level is about social activity undertaken by the organization.

The last comparison of corporate social responsibility will be made by areas (elements).

Environmental area solves serious problems, such as:

1. Preservation of water and land resources, atmospheric pollution.
2. Depletion of natural resources.
3. Fast climate change.

Economic area:

1. Investments in product sustainability.
2. Efficient use of labour resources.
3. Build a sustainable supply chain.
4. Conduct research for business development.
5. Efficient use of materials and resources in making the final product.
6. Ethical behaviour towards consumers and competitors.

Social area:

1. Respect human rights (of staff and population).
2. Comply with labour protection and safety regulations.
3. Professional development of human resources.
4. Develop the territories of presence.

This paper aims to consider whether CSR is a real tool for improving socio-economic efficiency and whether it can positively affect the financial performance of companies that actively apply CSR principles.

The first signs of a connection between CSR and financial indicators were verified by using an empirical model adapted from a study by Capon, Farley, and Hoenig [1], which included data from S&P 500 companies for the period 2005–2014. The results show that there is a positive sign of interplay between CSR and the balance sheet financial indicators.

In recent years the number of assets managed by socially responsible investment funds has grown, which increases the importance of CSR practices introduced in companies [2]. In particular, more than 3,000 billion assets are managed according to the SRI (Stanford Research Institute) standards. Second, in most situations, companies do not have full control over a particular social or environmental problem. Therefore, there is need to consider the impact that a company's participation in social responsibility initiatives has on its financial performance as a whole. The information disclosed can be used as an indicator of participation in CSR initiatives [3–6].

Orlicki, Schmidt and Raines [7] concluded that CSR influences financial performance. De Lucia, Pazienza and Bartlett proved the impact of CSR on the change in a company's market capitalization, profit, net income, and change in total capital, return on equity (ROE), and return on assets (ROA) [8]. In particular, ESG disclosure indicators have a positive effect on ROA and ROE and may contain information useful for stakeholders – that is, investors and the management team. First, investors can use the ESG assessment as a signal about the company's social responsibility, which positively influences the company's financial performance. Second, thanks to participation in CSR initiatives, managers can both solve social problems and pursue shareholders' goals. The impact on financial indicators can be explained by the fact that companies that integrate CSR in their activities have a competitive advantage over those that do not. CSR activities can improve the morale and productivity of employees. Companies may reduce risks by implementing CSR initiatives. Publicly traded companies that disclose information about CSR and make it more transparent reduce their business risks [9]. This also confirms the theory of stakeholders that disclosure of information about CSR:

- improves corporate governance,
- improves the corporate image in the eyes of stakeholders, and
- improves reputation, attracts customers, and contributes to business development [10].

According to a study conducted by EY 2018 Global Climate Change and Sustainability Services among institutional investors, investors find ESG information crucial for decision-making. All over the world, investors expect more extensive and useful reports with substantial non-financial information about performance, which they increasingly use to assess the creation of long-term value [11]. Less trust of stakeholders in the company leads to economic losses caused by untimely control and management of reputational risks [12]. These losses can be significant and are seen in higher churn rate, increased costs of primary raw materials and equipment, greater cost of

borrowed funds, or in other forms depending on the specifics of the company's activity [13].

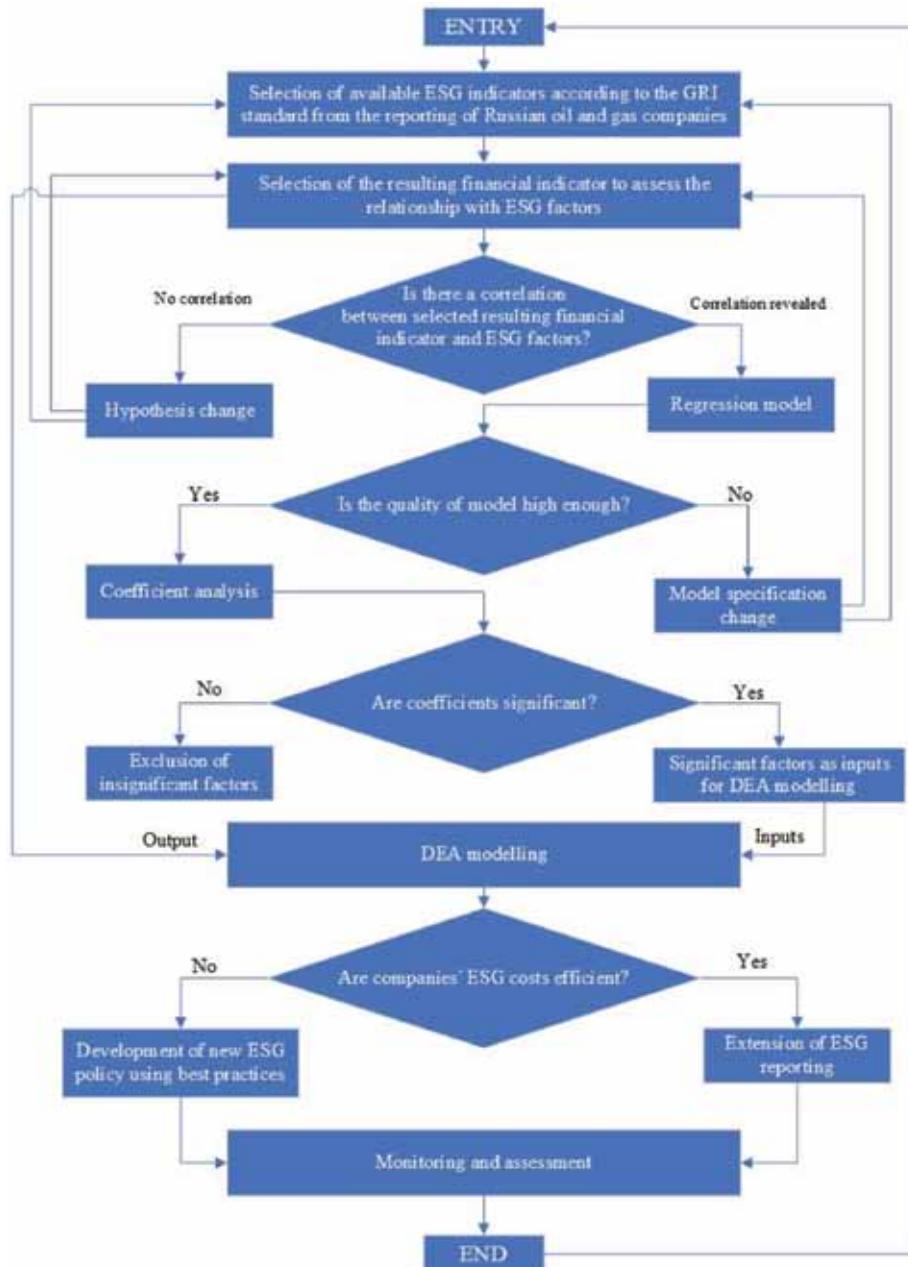
There is also a contrary opinion. When profit and social security are in direct conflict, a call for CSR will almost always be ineffective since managers are not willing to act in the public interest and contrary to the interests of shareholders [14]. In the short term, large companies find it easier to pay a fine out of net profit than to take expensive measures for increasing social responsibility. At the same time, the expenses incurred by an organization due to the compensation of environmental damage do not reduce the taxable profit. Therefore, it has still to be proved that, in the long term, complying with the principles of social responsibility is a more profitable option than paying fines for causing environmental damage. A study by McKinsey highlights that 'the overwhelming weight of accumulated research finds that companies that pay attention to environmental, social, and governance concerns do not experience a drag on value creation – in fact, quite the opposite. A strong ESG proposition correlates with higher equity returns from both a tilt and momentum perspective. Better performance in ESG also corresponds with a reduction in downside risk, as evidenced, among other ways, by lower loan and credit default swap spreads and higher credit ratings' [15].

## Materials and Methods

To select the best CSR practices and assess their interplay with the financial results of a company, the following algorithm was proposed. The algorithm is shown in Figure 1.

1. According to GRI standard, the ESG factors of the oil and gas sector were selected provided they had been included in reports for several years.
2. An endogenous indicator is selected: profit as the resulting indicator of a company's overall activity.
3. The presence of a relationship between the resulting indicator and the selected ESG factors was evaluated using correlation and regression analysis.
4. According to the modelling, the factors that are most closely functionally related to the outcome were selected and used as input variables for the Data Envelopment Analysis (DEA).
5. The DEA method was used to select companies with the most effective practices and the least effective ones. Thereby, companies whose practices should be followed to improve the efficiency of other companies are determined.
6. A comparative analysis was carried out to identify the specific practices for borrowing.

According to the specifics of the study, a company's profit was chosen as the resulting indicator. So,



Developed by the authors

Fig. 1. Algorithm of companies' CSR practices efficiency analysis

Разработано авторами

Рис. 1. Алгоритм анализа эффективности практик КСО

in DEA models, a firm's revenue is considered as outputs because revenue or income generation is a major objective criterion for a firm [16]. The authors note that all activities aimed at developing CSR in the company in the long run will primarily affect profit as the initial main result of business activity [17–19]. Return on assets is a more effective relative indicator when several companies with the same profit are compared [20], while profit is an absolute indicator and can be included in econometric models to determine the influence

of factors [21]. In addition, this indicator is chosen due to the availability of data.

Stata was used for modelling and DEA.

## Results

The following Russian oil and gas companies were chosen as the objects of research:

- 1) PJSC Gazprom,
- 2) PJSC Transneft,

- 3) PJSC Tatneft,  
4) PJSC Rosneft.

Based on the ESG identifiers, described according to the GRI standard and published by the companies, it can be assumed that the following factors influence the profit of an oil and gas company on the part of CSR:

- Gross emissions of pollutants, million tons (EN19) – Grossemissions,
- Direct energy emissions of greenhouse gases, billion tons CO<sub>2</sub>-equiv. (EN20) – Directenergyemission,

- Environmental costs, billion rub. (EN14) – EnvCost,
- Social investments, billion rub. (EC8) – Socialinvest.

Before an econometric model is built, a preliminary analysis of the data has to be carried out. Panel data on the four largest oil and gas companies of the Russian Federation for nine years were considered, from 2012 to 2023.

Let us evaluate the presence of relationships between the indicators. To do this, we have built a correlation matrix as shown in Table 1.

Table 1

Matrix of correlations

Таблица 1

Корреляционная матрица

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Profit	1.000				
(2) Grossemissions	0.613	1.000			
(3) Directenergyem~n	0.571	0.837	1.000		
(4) EnvCosts	0.483	0.818	0.607	1.000	
(5) Socialinvest	0.351	0.560	0.483	0.640	1.000

Developed by the authors according to the data posted on the websites of Gazprom, Transneft, Tatneft, Rosneft.

Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Татнефть», «Роснефть».

The correlation of all factors can be recognized as weak. However, the presence of concealed connections cannot be ruled out.

Let us conduct a regression analysis and build a basic regression model with the factors selected (OLS1). According to this regression model, the following conclusions can be drawn: the model as a whole is significant; the coefficient of determination is 38.69; the standard error of the model is 421.36; the model has no one significant factor. The verification of the model shows the absence of multicollinearity and presence of heteroscedasticity of the remainders. Non-linearity can be assumed for a number of factors.

To resolve the problems, it was decided to change the functional form of the model. As a result, the logarithm of the resulting indicator and the factors of the model were taken in order to turn to the profit elasticity coefficients for the selected CSR indicators.

A new regression model (OLS2) was built. According to this regression model, the following conclusions can be drawn: the model as a whole is significant; the coefficient of determination has increased to 56.78; the standard error of the model has decreased to 0.68; the model has two insignificant factors (environmental costs [EnvCosts] and Direct energy emissions of greenhouse gases [Directenergyemission]).

Multicollinearity is not tested, and heteroskedasticity has been corrected using robust standard errors of coefficients.

In the next step, an insignificant factor was removed (Direct energy emissions of greenhouse gases [Directenergyemission]). This led to a change in the model parameters and to the insignificance of the environmental costs (EnvCosts) factor. After this factor was removed, the model acquired its final form (OLS3). According to this regression model, the following conclusions can be drawn: the model as a whole is significant; the coefficient of determination is 54.66; the standard error of the model is 0.68; all factors in the model are significant. There is no multicollinearity. Heteroskedasticity is not tested: according to the Breusch–Pagan test ( $\chi^2 = 4.08$ ;  $P > \chi^2 = 0.043$ ) and the Cameron and Trivedi test ( $\chi^2 = 10.64$ ;  $P > \chi^2 = 0.06$ ). Testing for normality shows a normal distribution of remainders according to the Shapiro–Wilk test ( $z = 1.37$ ;  $p = 0.085$ ).

To check for the presence of unobservable effects related to the company's specifics, additional models were built: a model with fixed effects and a model with random effects. The analysis revealed no significant regressors in the model with fixed effects. In the model with random effects, both regressors are significant and the quality of the model is satisfactory. Based

on the Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects ( $\chi^2 = 0$ ;  $\text{Prob} > \chi^2 = 1.00$ ), a choice was made between the OLS3 model and the model with random effects. Table 2 shows

the null hypothesis in the LM test that is there is no significant difference between the companies, so we have to accept this hypothesis and choose the linear regression without considering the effects (OLS3).

Comparison of models

Table 2

Таблица 2

## Сравнение моделей

Variable	OLS1	OLS2	OLS3	FE	RE
Grossemis~s	206.391				
Directener~n	1076.732				
EnvCosts	-0.385				
Socialinvest	0.381				
lnGrossemi~s		.4494**	.308***	-.013	.308***
lnDirecten~n		-0.060			
lnEnvCosts		-0.147			
lnSocialin~t		.314**	.251**	.222*	.251**
_cons	105.710	5.295***	5.219***	5.048***	5.219***
R2	.387	.568	.547	.145	
RMSE	421.364	.681	.680	.606	.680
AIC	691.251	97.790	95.950	82.232	
BIC	700.394	106.823	101.370	87.652	

legend: \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

Developed by the authors

Разработано авторами

As a result, the final equation takes the following form:

$$\ln\text{Profit} = 5.219 + 0.308\ln\text{Grossemissions} + 0.251\ln\text{Socialinvest} + \varepsilon. \quad (1)$$

According to the model, the following conclusions can be drawn:

- 1) An increase in the indicator of gross emissions of pollutants positively affects the changing profit indicator. This is consistent with the fact that the increase impact on the environment is usually connected with the increasing of production and as a result – increasing in profit.
- 2) The social investment indicator has a positive relationship with the profit indicator. This is consistent with the fact that the impact of the social costs, which are an important components of CSR policy, will have a positive effect on the company's well-being.

It should also be noted that the factors in this regression model alone cannot fully describe the dynamics of profit, which is obvious and confirms the relatively low coefficient of determination of the model.

To evaluate the effectiveness of the CSR practices aimed at improving the environmental component

across the industry, it is advisable to use a DEA model. In this type of analysis, a model is built based on benchmarking – that is, determining the industry leaders in the sphere of application, in this case, environmental practices that have an impact on the company's profit. The DEA model is designed to compare the CSR practices of companies and evaluate the effectiveness of a decision-making unit (DMU).

To assess the effectiveness of the CSR practices adopted by oil and gas companies the following input parameters were selected, according to the results of the regression model:

- 1) Gross emissions of pollutants (GEP),
- 2) Social investments.

The profit of the oil and gas company was taken as an output parameter.

The model was built for 2017, 2019, 2021 and 2023. But it is important to note that recent years have been unstable for all Russian sectors.

Thus, the model has two input and one output parameters.

The initial data for the companies used for calculating the indicators of the model are presented below in Table 3, Table 4, Table 5 and Table 6.

DEA initial data, 2017  
Исходные данные DEA за 2017 г.

Company	Input 1 GEP	Input 2 SocialInvest	Output 1 Profit
Gazprom	2.796	27.297	767
Rosneft	1.929	37.435	222
Tatneft	0.086	57.4	100
Transneft	0.0782	5.4	191.8

Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Tatneft, Rosneft.

Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Татнефть», «Роснефть».

In our case, it is necessary to understand which variant of the CSR indicators allows us to conclude the optimal value of profit and, accordingly, build an output-oriented model (CCR model). The CSR indicators are shown in Table 7, Table 8, Table 9 and Table 10.

Table 3

Таблица 3

DEA initial data, 2019  
Исходные данные DEA за 2019 г.

Table 4

Таблица 4

Company	Input 1 GEP	Input 2 SocialInvest	Output 1 Profit
Gazprom	2.86	27.72	1269
Rosneft	1.773	35.4	708
Tatneft	0.103	22.85	103.3
Transneft	0.073	10.2	179

Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Tatneft, Rosneft.

Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Татнефть», «Роснефть».

Table 5

Таблица 5

DEA initial data, 2021

Исходные данные DEA за 2021 г.

Company	Input 1 GEP	Input 2 SocialInvest	Output 1 Profit
Gazprom	2.506	39.5	2159
Rosneft	1.336	56	1057
Tatneft	0.104	22.268	198.4
Transneft	0.061	5.457	152

Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Tatneft, Rosneft.

Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Татнефть», «Роснефть».

As a result of the analysis, it can be concluded that the strategy of Transneft in terms of its CSR policy in 2017–2023 was the most effective. On the other hand, Tatneft, which has recently been at the top of ESG reporting ratings and rankings, demonstrates a lower relative efficiency of its CSR policy than other companies. Thus, it is necessary to conduct an in-depth analysis of CSR practices in relation to more successful companies. As the results of applying the algorithm, top 3 efficient CSR companies can be chosen: Transneft, Gazprom and Rosneft. The results of the analysis can be supplemented with a comparative analysis of the top 3 practices of oil and gas companies.

As a starting point for comparative analysis, we take the Sustainable Development Goals (SDGs). The 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted by all United Nations member states in 2015, is a comprehensive plan that ensures peace and prosperity for people and the planet today and tomorrow. It is based on 17 Sustainable Development Goals as shown in Figure 2.

Below is a detailed comparison of the companies' practices relative to each other. Rosneft<sup>1</sup> and Gazprom<sup>2</sup> were selected for comparison with Transneft<sup>3</sup>. These companies' practices are shown in Tables 11–12.

The analysis shows that despite the best results of the DEA, Transneft has additional opportunities for improvement compared to other companies in the sector. Today, Transneft is noticeably lagging behind according to the ESG Transparency Ranking of Russian

1 About the company. Rosneft. URL: <https://www.rosneft.ru/about/> (accessed 15.06.2024) (In Russ.)

2 Time to be together. The Gazprom Group's Social Impact Report 2023. URL: <https://www.gazprom.com/f/posts/15/716993/gazprom-sustainability-report-2023-en.pdf> (accessed 15.06.2024)

3 Avant-garde in detail. Sustainability Report 2020. Transneft. URL: <https://rspp.ru/upload/uf/747/ПАО%20«Транснефть»%20OYP%202020.pdf> (accessed 15.06.2024) (In Russ.)

DEA initial data, 2023

Table 6

Таблица 6

## Исходные данные DEA за 2023 г.

Company	Input 1 GEP	Input 2 SocialInvest	Output 1 Profit
Gazprom	2.213	54.88	-629
Rosneft	1.339	34.86	1267
Tatneft	0.102	31.745	286.3
Transneft	0.099	24.187	296.5

*Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Tatneft, Rosneft.*

*Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Татнефть», «Роснефть».*

CSR indicators, 2017

Table 7

Таблица 7

## Показатели КСО за 2017 г.

DMU	Rank	Theta	Ref: Gazprom	Ref: Rosneft	Ref: Tatneft	Ref: Transneft
Gazprom	2	0.791	.	.	.	3.999
Rosneft	4	0.167	.	.	.	1.157
Tatneft	3	0.474	.	.	.	0.521
Transneft	1	1	.	.	.	1

*Developed by the authors.*

*Разработано авторами.*

CSR indicators, 2019

Table 8

Таблица 8

## Показатели КСО за 2019 г.

DMU	Rank	Theta	Ref: Gazprom	Ref: Rosneft	Ref: Tatneft	Ref: Transneft
Gazprom	1	1	1	.	.	0
Rosneft	3	0.663	0.378	.	.	1.274
Tatneft	4	0.409	.	.	.	0.577
Transneft	1	1	.	.	.	1

*Developed by the authors.*

*Разработано авторами.*

CSR indicators, 2021

Table 9

Таблица 9

## Показатели КСО за 2021 г.

DMU	Rank	Theta	Ref: Gazprom	Ref: Rosneft	Ref: Tatneft	Ref: Transneft
Gazprom	1	1	1	.	.	0
Rosneft	4	0.549	0.190	.	.	4.260
Tatneft	3	0.764	.	.	.	1.305
Transneft	1	1	.	.	.	1

*Developed by the authors.*

*Разработано авторами.*

Companies and Banks (RA “Expert”) and ESG ranking of Russian companies. Tatneft has advanced further in terms of information disclosure, but the analysis of the relationship between CSR indicators and the company’s profit shows there is less efficiency. Gazprom has already covered all the Sustainable Development Goals, it includes them in its reporting. Additionally, it should be noted that both Rosneft and Gazprom, unlike Transneft, carry out actions to combat climate change, which is quite important in terms of the environmental aspect.

Table 10  
**CSR indicators, 2023**  
 Таблица 10  
 Показатели КСО за 2023 г.

DMU	Rank	Theta	Ref: Gazprom	Ref: Rosneft	Ref: Tatneft	Ref: Transneft
Gazprom	4	.	.	.	.	.
Rosneft	1	1	.	1	.	.
Tatneft	3	0.936	.	.	.	0.966
Transneft	1	1	.	.	.	1

Developed by the authors.

Разработано авторами.



Source: Sustainable Development Goals. United Nations. URL: <https://sdgs.un.org/goals> (accessed: 01.05.2024)

**Fig. 2. Sustainable Development Goals**

Источник: Sustainable Development Goals // United Nations. URL: <https://sdgs.un.org/goals> (дата обращения: 01.05.2024)

**Рис. 2. Цели устойчивого развития**

Table 11  
**Companies' practices by SDGs**  
 Таблица 11  
 Практика компаний по ЦУР

SDG No.	Transneft	Rosneft	Gazprom
1	2	3	4
1	+	-	+
2	-	-	+
3	+	-	+
4	+	+	+
5	-	+	+
6	+	+	+
7	+	+	+
8	+	+	+
9	+	+	+
10	-	-	+

End of table 11

Окончание таблицы 11

1	2	3	4
11	-	-	+
12	+	+	+
13	-	+	+
14	-	+	+
15	+		+
16	-	-	+
17	+	+	+
Total	10	11	17

Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Rosneft.

Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Роснефть».

Table 12

**Companies' activities in the sphere of SDGs**

Таблица 12

**Деятельность компаний в области ЦУР**

Name of the goal	Transneft	Rosneft	Gazprom
1	2	3	4
End poverty in all its forms everywhere	Provide further jobs. Support for indigenous peoples	-	Create jobs with a decent level of remuneration and social compensation. Pay all necessary taxes in due time. Carry gas to various regions of the Russian Federation, ensuring equal access to this service. Comply with the principles of transparency, minimization, and subsequent complete absence of discrimination
End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture	-	-	Supply gas supply to various settlements, including remote ones. Sensitive attitude to local communities and population in cases of required investment
Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages	Develop a healthy diet and lifestyle. Promote sports among the staff or in the regions of the company's operational activity	-	Provide the staff and their relatives with access to measures aimed at improving overall tone and reduce the risk of diseases. Provide medical care and insurance to employees and their family members. Implement system-type solutions to increase security at the enterprise. Reduce the overall possible impact on the environment and, as a result, reduce the negative impact on human health
Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all	Educational events for the company's staff	Cooperate with higher educational institutions that have faculties matching the company profile. Support schools, students, and teachers. The company's internal staff education programmes	Assist the young strata of society and adults in receiving education. Cooperate with educational institutions in running advanced training courses and vocational training. Prepare a talent pool
Achieve gender equality and empower all women and girls	-	Support the relatives of the company's employees	Ensure a respectful attitude towards women and their rights, including equal pay with men and equal access of women to managerial positions

Continuation of table 12  
Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all	Use water resources efficiently. Maximally reduce the possible impact on the bodies of water in the areas where the company operates. Constantly monitor the impact on the water environment and its inhabitants	A chain of environmental safety measures. Volunteer activities, including abroad. Environmental project competitions. Charity events for garbage collection near rivers	Reduce the amount of untreated water. Provide high-quality water supply for the premises of the enterprise. Provide water supply conforming to environmental principles. Restore and preserve ecosystems. Preserve rivers included in the Ramsar List
Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all	Increase the company's own electricity generation. Increase possible energy efficiency	Increase the amounts of renewable energy. Improve energy efficiency at the company's facilities	Provide gas services to the population. Promote the use of gas as a least carbon alternative, e.g. methane or propane. Improve energy efficiency and the amounts of renewable energy
Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all	Pay taxes in due time. Provide the highest possible decent salary for the company's staff to ensure a decent standard of living for all employees	Pay wages and social expenses in due time. Special programme on labour protection and improvement of the quality of working conditions	Open new vacancies, including in supply chains. Make contracts not only with big businesses. Provide market wages to the company's employees. Protect the interests and freedoms of the company's employees and minimize risks to the health of the staff
Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation	Introduce innovations, if possible, in the infrastructural scientific and production areas	A chain of events with a scientific focus. Improve the company's information technology level of the company	Development of energy and social infrastructure in the places where the organization operates. Integration of innovative products and new technologies into the organization's operations
Reduce inequality within and among countries	-	-	Conducting gas to various regions of the Russian Federation to ensure equal access to this service. Implementation of the principles of transparency, minimization and subsequent complete absence of discrimination
Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable	-	-	Ensure the preservation of people's and different cultures' heritage. Create opportunities for cultural exchange. Create opportunities for funding museums and other cultural organizations
Ensure sustainable consumption and production patterns	Form environmentally focused management. Increase the level of precaution at all company facilities	Take measures to ensure the environmental safety of waste	Install new equipment or focus on innovations that allow almost complete elimination of waste produced during the core activities of the company
Take urgent action to combat climate change and its impacts	-	Take measures to ensure the environmental safety of clean air. Optimally use associated gas	Reduce the level of greenhouse gases by ensuring maximum availability of gas in various parts of the country and switching vehicles to gas. Take actions aimed at making preparations for climate change
Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development	-	Continuous environmental monitoring. Emergency minimization programme; conserve biological diversity; land restoration, including in the Arctic zones	Optimally exploit coastal areas. Reduce the impact, including industrial impact, on the marine ecosystem. Obtain insurance in case of serious environmental risks
Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification,	Prevent negative impacts on soil and other components of the environment.		Maintain the ecological balance. Finance environmental measures and prevent possible accidents. Maximize programmes for conservation of rare species' habitats.

End of table 12

Окончание таблицы 12

1	2	3	4
and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss	Take protective measures aimed at restoring the environment		Continuous environmental monitoring. Obtain insurance in case of serious environmental risks
Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels	-	-	Open business practice. Exclude corruption within the company. Work on improving corporate culture and ethics
Strengthen the means of implementation and revitalize the Global Partnership for Sustainable Development	Participate in the discussions taking place in the world community concerning sustainable development	Member of the UN and the World Bank	Work together with various international and Russian organizations and the civil society

*Developed by the authors according to the materials posted on the websites of Gazprom, Transneft, Rosneft.*

*Разработано авторами на основе данных, представленных на официальных сайтах компаний «Газпром», «Транснефть», «Роснефть».*

### *Limitations and discussion*

This article is an example of using an algorithm for analyzing the CSR practices of a company given both environmental and financial aspects. Of course, this example has a number of objective limitations, and further research is required to confirm whether this approach can be applied to other industries and other countries [22, 23].

A number of limitations can be highlighted for this research:

1. Since CSR practices have been introduced in Russia only recently, it is difficult to find a sufficiently large sample of companies that collect the necessary information and disclose their non-financial reporting. Despite the fact that the oil and gas sector is a pioneer in these practices, not all companies even in this industry provide reporting equally and instead only use a limited number of indicators [24]. As a result, the sample used for modelling is not large enough. With the growth of CSR practices in Russia and the inclusion of more companies, the sample can be expanded both in terms of the number of companies and the number of indicators included in the analysis, which will potentially change the results of the analysis.
2. Since CSR practices have not yet been introduced everywhere in Russia, at the moment it is difficult to perform an analysis of other sectors or an analysis that includes companies operating in various

industries, which prevents us from making more general conclusions.

3. Profit was used as an output variable in the analysis. At the same time, there are many studies that suggest other financial indicators that can be used for similar modelling [25]. This research can be supplemented with an analysis using other indicators of a company's financial results and/or performance.
4. The analysis deliberately does not include other indicators of a company's performance, which explicitly affects the formation of profit, although the coefficient of determination is low. The target was to identify the relationships with CSR indicators, and the inclusion of 'stronger' factors in the model would most likely lead to the insignificance of the coefficients for the variables we are interested in.
5. Output-oriented models with variable returns on scale were built in the DEA as well [26]. The results for other calculation options confirmed the conclusions and were omitted.
6. As for further research, it is interesting to analyze separate models for social and environmental indicators.

### **Conclusions and Relevance**

The main scientific result of this study is the algorithm proposed to identify the best CSR practices, presented in the form of a diagram and sequential steps. At the first step, the regression analysis of the impact of the

practices on profit was carried out, so the factors related to the profit indicator were identified. At the second step, DEA model was built, which shows comparative efficiency of companies using CSR practices. As the result of algorithm work, top 3 CSR efficient Russian oil and gas companies was chosen.

The main practice result of this study is the in-depth comparative analysis of the best CSR practices of the top 3 Russian oil and gas companies in the context of Sustainable Development Goals.

Summing up the results of this study, four main recommendations can be put forward for improving the CSR policy of oil and gas companies.

#### 1. Obtain insurance for environmental risks.

Insurance is required because the main types of production activities entail the risks of environmental pollution. The impact on the environment is possible as a result of accidents in the course of production and economic activities, resulting in the pollution of land and water, or the disappearance of the habitat of rare species of plants and animals. Insurance will also help a company avoid possible serious financial consequences in the event of an emergency.

#### 2. Increase the transparency of information about environmental practices.

The first point worth highlighting is that in some situations the company simply does not reflect how a particular goal has been achieved. Either just the results are presented, or a very general description of the process is given. A comparison of the details of the described introductory level can be seen below. Thus, it is necessary to provide more detailed information about the activities that were carried out or to document information on the planned practices in the company's report. This way, it will be possible to track their implementation. Including this information in the company's policy also raises the company's rating in terms of information disclosure.

#### 3. Generate electricity from renewable energy sources.

One of the recommendations is to continue moving towards renewable energy sources, especially relevant given the current fluctuations in energy prices in the world. An obviously necessary improvement is to increase their amounts and reflect them not only in absolute values but also in relative ones for better information disclosure. One of the positive examples is Lukoil, where the amounts of renewable energy are immediately documented in the reporting.

#### 4. Develop a comprehensive program to reduce greenhouse gas emissions.

A coherent policy to reduce greenhouse gas emissions is needed, and it should not just be about development of recommendations. Such a policy will stipulate the company's goals and determine the steps that have to be taken to achieve them. Pursuing a comprehensive policy and stipulating it in the company's documents will also increase the company's overall sustainable development rating relative to its competitors in the sector. Moreover, reduction of greenhouse gas emissions is often attributed to Sustainable Development Goal 13, which will allow the company to mark this goal as being chased.

These recommendations will allow the company both to improve its image in the eyes of consumers, who are becoming increasingly sensitive to the environmental agenda of companies, and to improve its position in ratings, making itself more attractive to investors. One of the risks that should be mentioned is the significant political uncertainty associated with the special operation in Ukraine, which may affect the financing of environmental practices and shift the focus to minimizing the sanction risks. Nevertheless, if a longer-term perspective is considered, environmentally friendly production is an important component because most of the production facilities are located inside Russia and pollution of the country's environment can lead to irreversible consequences.

#### References / Список источников

1. Capon N., Farley J.U., Hoenig S. Determinants of financial performance: a meta-analysis. *Management Science*. 1990; 36(10):1143–1159. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.36.10.1143> (In Eng.)
2. Giannarakis G., Konteos G., Zafeiriou E., Partalidou X. The impact of corporate social responsibility on financial performance. *Investment Management and Financial Innovations*. 2016; 13(3):171–182. [https://doi.org/10.21511/imfi.13\(3-1\).2016.03](https://doi.org/10.21511/imfi.13(3-1).2016.03) (In Eng.)
3. Abbott W.F., Monsen R.J. On the measurement of corporate social responsibility: self-reported disclosures as a method of measuring corporate social involvement. *The Academy of Management Journal*. 1979; 22(3):501–515. <https://doi.org/10.5465/255740> (In Eng.)
4. Li Sh., Fetscherin M., Alon I., Lattemann C., Yeh K. Corporate social responsibility in emerging markets. *Management International Review*. 2010; 50:635–654. <https://doi.org/10.1007/s11575-010-0049-9> (In Eng.)

5. Yu Y., Choi Y. Corporate social responsibility and firm performance through the mediating effect of organizational trust in Chinese firms. *Chinese Management Studies*. 2014; 8(4):577–592. <https://doi.org/10.1108/cms-10-2013-0196> (In Eng.)
6. Fernandez-Feijoo B., Romero S., Ruiz S. Commitment to corporate social responsibility measured through global reporting initiative reporting: factors affecting the behavior of companies. *Journal of Cleaner Production*. 2014; 81:244–254. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.034> (In Eng.)
7. Orlitzky M., Schmidt F.L., Rynes S.L. Corporate social and financial performance: a meta-analysis. *Organization Studies*. 2003; 24(3):403–441. <https://doi.org/10.1177/0170840603024003910> (In Eng.)
8. De Lucia C., Pazienza P., Bartlett M. Does good ESG lead to better financial performances by firms? Machine learning and logistic regression models of public enterprises in Europe. *Sustainability*. 2020; 12(13):5317. <https://doi.org/10.3390/su12135317> (In Eng.)
9. Thuy C.T.M., Khuong N.V., Liem N.T. Corporate social responsibility disclosure and its effect on firm risk: an empirical research on Vietnamese firms. *Sustainability*. 2021; 13(22):12933. <https://doi.org/10.3390/su132212933> (In Eng.)
10. Freeman R.E. Part I – The stakeholder approach. In: *Strategic management: a stakeholder approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. P. 1-2. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139192675.003> (In Eng.)
11. Sinkov L.S., Stepuk E.I. Role of non-financial reporting in express stability assessment of mining enterprises. *The Eurasian Scientific Journal*. 2015; (3(28)):65. EDN: <https://elibrary.ru/umfwyl>. <http://dx.doi.org/10.15862/14EVN315> (In Russ.)
12. Bebbington J., Larrinaga C., Moneva J.M. Corporate social reporting and reputation risk management. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*. 2008; 21(3):337–361. <https://doi.org/10.1108/09513570810863932> (In Eng.)
13. Lin W.L. The role of corporate social responsibility and corporate social irresponsibility in shaping corporate reputation: an analysis of competitive action and innovation strategies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2024; 31(2):1451–1468. <https://doi.org/10.1002/csr.2640> (In Eng.)
14. Pinelli M., Debelle F., De Massis A. Long-term orientation, family-intensive governance arrangements, and firm performance: an institutional economics perspective. *Small Business Economics*. 2024; 63:731–754. <https://doi.org/10.1007/s11187-024-00877-4> (In Eng.)
15. Diwan H., Amarayil Sreeraman B. From financial reporting to ESG reporting: a bibliometric analysis of the evolution in corporate sustainability disclosures. *Environment, development and sustainability*. 2024; 26:13769–13805. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03249-2> (In Eng.)
16. Mohseny-Tonekabony N., Sadjadi S.J., Mohammadi E., Tamiz M., Jones D.F. Robust, extended goal programming with uncertainty sets: an application to a multi-objective portfolio selection problem leveraging DEA. *Annals of operations research*. 2024; 346:1497–1552. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05811-7> (In Eng.)
17. Fosu E., Yi K., Asiedu D. The effect of CSR on corporate social performance: Mediating role of corporate image, green innovation and moderating role of corporate identity. *Corporate social responsibility and environmental management*. 2024; 31(1):69–88. <https://doi.org/10.1002/csr.2553> (In Eng.)
18. Tsatsaronis M., Syriopoulos T., Gavalas D., Boura G., Trakadas P., Gkorila M. The impact of corporate social responsibility on corporate financial performance: an empirical study on shipping. *Maritime Policy and Management*. 2024; 51(2):226–239. <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2116658> (In Eng.)
19. Rohi A.F., Johansson J., Blomkvist M., Hartwig F. Corporate sustainability and financial performance: a hybrid literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2024; 31(2):801–815. <https://doi.org/10.1002/csr.2600> (In Eng.)
20. Al-Ali A.H.H., Al-Shabeeb S.K.I. Relationship between profitability indicators and maximization market value added and intrinsic for the industrial companies. *Global Business and Finance Review (GBFR)*. 2024; 29(2):71–84. <https://doi.org/10.17549/gbfr.2024.29.2.71> (In Eng.)
21. Zhang Zh., Zhang G., Su B. The spatial impacts of air pollution and socio-economic status on public health: empirical evidence from China. *Socio-Economic Planning Sciences*. 2022; 83:101167. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101167> (In Eng.)
22. Rodionov D., Gataullin M., Smirnova I., Konnikov E., Kryzhko D., Shmatko A. Risk modeling in the oil and gas industry. *International Journal of Technology*. 2023; 14(8):1663–1674. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i8.6852> (In Eng.)

23. Rodionov D., Smirnova I., Kryzhko D., Konnikova O., Konnikov E. The influence of the social environment on the development of the labor market in the field of information and communication technologies (ICT). In: *Digital Transformation: What is the Impact on Workers Today?* Springer Nature Switzerland, 2023. P. 167–180. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-47694-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-47694-5_13) (In Eng.)
24. Eremina I., Rodionov D. The special aspects of devising a methodology for predicting economic indicators in the context of situational response to digital transformation. *International Journal of Technology*. 2023; 14(8):1653–1662. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i8.6839> (In Eng.)
25. Camanho A.S., Silva M.C., Piran F.S., Lacerda D.P. A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*. 2024; 315(1):1–18. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.07.027> (In Eng.)
26. Manuylenko V., Rodionov D., Shebzukhova M., Galasova M., Roshchupkina V. Development of system toolkit for financial control in corporations: theoretical, methodological and practical aspects. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*. 2024; 22(2):2890–2911. <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00212> (In Eng.)

The article was submitted 03.10.2024; approved after reviewing 04.05.2025; accepted for publication 23.06.2025

*About the authors:*

**Elena V. Rytova**, Candidate of Economic Sciences; Associate Professor at the Graduate School of Industrial Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade; SPIN: 6399-0228, Researcher ID: U-4318-2019, Scopus ID: 56958439500

**Svetlana S. Gutman**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Graduate School of Industrial Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade; SPIN: 1028-3558, Researcher ID: H-7920-2016, Scopus ID: 56957907300

**Viktoria V. Brazovskaia**, Candidate of Economic Sciences, assistant at the Graduate School of Industrial Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade; SPIN: 3404-5530, Researcher ID: GRE-8086-2022, Scopus ID: 57222508001

**Nikita A. Blagoi**, Postgraduate student at the Graduate School of Industrial Economics, Institute of Industrial Management, Economics and Trade; SPIN: 7510-2301, Researcher ID: JXY-8057-2024, Scopus ID: 57215671010

*Contribution of the Authors:*

Gutman S. S. – scientific guidance, provision of resources.

Rytova E. V. – conducting experiments, developing methodology.

Brazovskaia V. V. – conducting a critical analysis of materials, drawing conclusions.

Blagoi N. A. – preparing the initial version of the text.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*

Статья поступила в редакцию 03.10.2024; одобрена после рецензирования 04.05.2025; принята к публикации 23.06.2025

*Об авторах:*

**Рытова Елена Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли; SPIN-код: 6399-0228, Researcher ID: U-4318-2019, Scopus ID: 56958439500

**Гутман Светлана Семеновна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли; SPIN-код: 1028-3558, Researcher ID: H-7920-2016, Scopus ID: 56957907300

**Бразовская Виктория Владимировна**, кандидат экономических наук, ассистент Высшей инженерно-экономической школы, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли; SPIN-код: 3404-5530, Researcher ID: GRE-8086-2022, Scopus ID: 57222508001

**Благой Никита Арсеньевич**, аспирант Высшей инженерно-экономической школы, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли; SPIN-код: 7510-2301, Researcher ID: JXY-8057-2024, Scopus ID: 57215671010

*Вклад авторов:*

Гутман С. С. – научное руководство, обеспечение ресурсами.

Рытова Е. В. – проведение экспериментов, развитие методологии.

Бразовская В. В. – проведение критического анализа материалов, формирование выводов.

Благой Н. А. – подготовка начального варианта текста.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Правила для авторов журнала МИР (Модернизация. Инновации. Развитие) составлены на основе «Белой книги Совета научных редакторов о соблюдении принципов целостности публикаций в научных журналах. Обновленная версия 2012 г.», представленной на ресурсах Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ).

Все статьи журнала «МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)» находятся в открытом доступе – на сайте издания (<http://www.mir-nayka.com>), в Научной электронной библиотеке (<http://elibrary.ru>) и прочих научометрических ресурсах. Допускается свободное воспроизведение материалов журнала в личных целях и свободное использование в информационных, научных, учебных или культурных целях в соответствии со ст. 1273 и 1274 гл. 70 ч. IV Гражданского кодекса РФ. Иные виды использования возможны только после заключения соответствующих письменных соглашений с правообладателем.

Редакционная политика журнала базируется на современных юридических требованиях в отношении авторского права, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций (COPE), строится с учетом Декларации Сараева по целостности и видимости научных публикаций и Декларации «Этические принципы научных публикаций», принятой Ассоциацией научных редакторов и издателей (АНРИ). Требования соблюдения публикационной этики при подготовке и издании Журнала касаются всех участников редакционно-издательского процесса – авторов, редакторов, рецензентов, членов редколлегии, учредителя и издателя.

Все статьи проверяются на плагиат. В случае обнаружения заимствований редакция действует в соответствии с правилами COPE.

Рукописи, поступившие в редакцию журнала, проходят обязательное двустороннее анонимное («двойное слепое») рецензирование (рецензент и автор не знают имен друг друга). При принятии решения о публикации единственным критерием является качество работы – оригинальность, важность и обоснованность результатов, ясность изложения. На основании анализа статьи принимается решение о рекомендации ее к публикации (без доработки или с доработкой), либо об отклонении. В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензентов его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

Статьи в журнале могут быть опубликованы только после получения положительных рецензий и принятия редакционной коллегией журнала решения о допуске к публикации.

Статьи публикуются бесплатно.

**Общие правила публикации** (подробнее см. <http://www.mir-nayka.com>):

При подаче рукописи в журнал все авторы:

- гарантируют, что представленная ими статья является оригинальным произведением, и они обладают исключительными авторскими правами на нее;
- обязаны раскрывать в своих рукописях финансовые или другие существующие конфликты интересов, которые могут быть восприняты как оказавшие влияние на результаты или выводы, представленные в работе;
- несут ответственность за подбор и достоверность приведенных фактов, цитат, статистических и социологических данных, имен собственных, географических названий и прочих сведений;
- соглашаются с положениями предоставляемого редакцией Авторского договора.

Для публикации научной статьи Авторы должны надлежащим образом оформить и представить в электронном виде необходимые материалы: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Рукописи должны быть оформлены строго в соответствии с «Правилами оформления рукописи научной статьи», представленными на сайте журнала, тщательно структурированы, выверены и отредактированы Авторами.

**Структура статьи** (подробнее см. <http://www.mir-nayka.com>):

- 1) Коды УДК и международного классификатора JEL;
- 2) ФИО авторов (на русском и английском языках);
- 3) Информация об авторах (на русском и английском языках);
- 4) Название статьи – не более 10-ти слов (на русском и английском языках);
- 5) Аннотация – 200–250 слов; структурированная по разделам: Цель (Purpose), Методы (Methods), Результаты работы (Results), Выводы (Conclusions and Relevance) (на русском и английском языках);
- 6) Ключевые слова – 5–7 слов (на русском и английском языках);
- 7) Благодарность (на русском и английском языках);
- 8) Конфликт интересов (на русском и английском языках);
- 9) Основной текст статьи – структурированный по разделам: Введение, Обзор литературы и исследований, Материалы и методы, Результаты исследования, Выводы (на русском либо английском языке);
- 10) Список источников – для оригинальной научной статьи не менее 25–30 источников, для научного обзора не менее 50–80 источников (на русском и английском языках);
- 11) Вклад соавторов (на русском и английском языках).

В журнале принят Ванкуверский стиль цитирования, который подразумевает оформление:

- внутритекстовых ссылок (отсылок на источники из текста) арабскими цифрами в квадратных скобках;
- затекстовых библиографических ссылок (в Списке источников / References), которые нумеруются и приводятся именно в том порядке, в котором они были упомянуты / процитированы в тексте.

**Более подробная информация о журнале для авторов и читателей:**

<http://www.mir-nayka.com>

