

ISSN 2713-1874

№ 3
2024

Научный журнал

ЭПЦ

Экономика
Право
ИННОВАЦИИ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

EDITORIAL BOARD

Максимова Татьяна Геннадьевна, д-р экон. наук, канд. техн. наук, профессор, профессор факультета инфокоммуникационных технологий, факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО – **главный редактор**

Антипов Антон Александрович, канд. филол. наук, доцент, доцент факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО

Бессмертный Игорь Александрович, д-р техн. наук, профессор, профессор факультета программной инженерии и компьютерной техники; сотрудник Международного научного центра «Нелинейные и адаптивные системы управления», Университет ИТМО

Берестнева Ольга Григорьевна, д-р техн. наук, профессор, отделение информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники, Томский политехнический университет

Будрин Александр Германович, д-р экон. наук, профессор, профессор факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО

Ватян Александра Сергеевна, канд. техн. наук, доцент факультета инфокоммуникационных технологий; сотрудник Международной лаборатории «Компьютерные технологии»; ст. науч. сотр. исследовательского центра в сфере искусственного интеллекта «Сильный искусственный интеллект в промышленности», Университет ИТМО

Верзилин Дмитрий Николаевич, д-р экон. наук, канд. техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук; заведующий кафедрой менеджмента и экономики спорта, НГУ имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Горбашко Елена Анатольевна, д-р экон. наук, профессор, проректор по научной работе, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Горлушкина Наталия Николаевна, канд. техн. наук, доцент, доцент факультета инфокоммуникационных технологий, Университет ИТМО

Горовой Александр Андреевич, д-р экон. наук, доцент, профессор факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО

Ена Олег Валерьевич, советник директора, руководитель проектного офиса, Федеральный институт промышленной собственности

Зайченко Кирилл Вадимович, д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией радио- и оптоэлектронных приборов биоинформационных и геномных технологий ранней диагностики патологий живых систем, Институт аналитического приборостроения Российской академии наук

Кравец Алла Григорьевна, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», руководитель проектной лаборатории «Киберфизические системы», Волгоградский государственный технический университет

Кузнецова Татьяна Викторовна, д-р пед. наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования, Федеральный институт промышленной собственности, заведующий Всероссийской патентно-технической библиотекой

Мурашова Светлана Витальевна, канд. экон. наук, доцент, начальник отдела управления интеллектуальной собственностью, ФГУП «Крыловский государственный научный центр»; доцент факультета технологического менеджмента и инноваций, Университет ИТМО

Николаев Андрей Сергеевич, канд. экон. наук, доцент факультета технологического менеджмента и инноваций, директор центра развития института интеллектуальной собственности, Университет ИТМО

Павлов Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, профессор ВКА им. А.Ф. Можайского; ведущий научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Соколов Борис Владимирович, д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, руководитель лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Трофимов Валерий Владимирович, д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры информатики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Туккель Иосиф Львович, д-р техн. наук, профессор, профессор высшей школы киберфизических систем и управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Харламова Татьяна Львовна, д-р экон. наук, профессор, профессор Высшей школы производственного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Хоружников Сергей Эдуардович, канд. физ.-мат. наук, доцент, директор национального центра квантового интернета, директор центра авторизованного обучения информационным технологиям; руководитель Международной лаборатории сетевых технологий в распределенных компьютерных системах, Университет ИТМО

Черешнев Валерий Александрович, академик РАН и РАМН, д-р мед. наук, профессор, научный руководитель Института иммунологии и физиологии УрО РАН, заведующий кафедрой иммунохимии, Уральский федеральный университет; президент Евразийского научно-исследовательского института человека, Уральский государственный экономический университет

Шаныгин Сергей Иванович, д-р экон. наук, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры статистики, учёта и аудита экономического факультета, Санкт-Петербургский государственный университет

Шульгин Дмитрий Борисович, д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент, директор Центра интеллектуальной собственности, заведующий кафедрой инноватики и интеллектуальной собственности, Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина

Юрьева Лариса Владимировна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры учета, анализа и аудита, Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина

Удалова Александра Леонидовна, инженер факультета инфокоммуникационных технологий Университета ИТМО – **ответственный секретарь редакции**

Tatiana G. Maximova, D.Sc, PhD, Professor, Faculty of Infocommunication Technologies, Faculty of Technology Management and Innovation, ITMO University – **Editor-in-chief**

Anton A. Antipov, PhD, Associate Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, ITMO University

Igor A. Bessmertny, D.Sc, Professor, Faculty of Software Engineering and Computer Technology; Employee of the International Scientific Center «Nonlinear and Adaptive Control Systems», ITMO University

Olga G. Berestneva, D.Sc, Professor, Department of Information Technology, School of Information Technology and Robotics Engineering, Tomsk Polytechnic University

Aleksandr G. Budrin, D.Sc, Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, ITMO University

Aleksandra S. Vatian, PhD, Associate Professor, Faculty of Infocommunication Technologies; Employee of the International laboratory «Computer technologies»; Senior Researcher in Research Center in the Field of Artificial Intelligence «Strong Artificial Intelligence in Industry», ITMO University

Dmitriy N. Verzilin, D.Sc, PhD, Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Information Technologies in System Analysis and Modeling, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences; Head of the Department of Management and Economics of Sports, Lesgaft NSU, St. Petersburg

Elena A. Gorbashko, D.Sc, Professor, Vice-Rector for Research, St. Petersburg State University of Economics

Natalia N. Gorlushkina, PhD, Associate Professor, Faculty of Infocommunication Technologies, ITMO University

Alexandr A. Gorovoi, D.Sc, Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, ITMO University

Oleg V. Ena, Advisor to the Director, Head of the Project office, Federal Institute of Industrial Property

Kirill V. Zaichenko, D.Sc, Professor, Head of the Laboratory of Radio- and Optoelectronic Devices for Bioinformational and Genomic Technologies for Early Diagnosis of Pathologies of Living Systems, Institute of Analytical Instrumentation of the Russian Academy of Sciences

Alla G. Kravets, D.Sc, Professor, Professor of the Department of Computer-Aided Design and Search Design, Head of the Cyber-Physical Systems Design Laboratory, Volgograd State Technical University

Tatyana V. Kuznetsova, D.Sc, Professor, Honorary Worker of Higher Education, Federal Institute of Industrial Property, Head of the All-Russian Patent and Technical Library

Svetlana V. Murashova, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Intellectual Property Management, FSUE «Krylovsky State Scientific Center»; Associate Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, ITMO University

Andrei S. Nikolaev, PhD, Associate Professor, Faculty of Technology Management and Innovation, Director of the Development Center of the Institute of Intellectual Property, ITMO University

Alexander N. Pavlov, D.Sc, Professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky; Leading Researcher of Laboratory of Information Technologies in System Analysis and Modeling, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Boris V. Sokolov, D.Sc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Laboratory of Information Technologies in System Analysis and Modeling, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Valeriy V. Trofimov, D.Sc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Saint Petersburg State University of Economics

Iosif L. Tukkel, D.Sc, Professor, Professor of the Higher School of Cyberphysical Systems and Control, Saint-Petersburg Peter the Great Polytechnic University

Tatiana L. Kharlamova, D.Sc, Professor, Graduate School of Industrial Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Sergey E. Khoruzhnikov, PhD, Associate Professor, Director of the National Center for Quantum Internet; Director of the Center for Authorized Information Technology Training; Head of the International Laboratory for Network Technologies in Distributed Computer Systems, ITMO University

Valeriy A. Chereshevnev, Academician of RAS and RAMS, D.Sc, Professor, Scientific Director of the Institute of Immunology and Physiology Ural branch of RAS, Head of Immunochemistry Department, Ural Federal University; President of the Eurasian Human Research Institute, Ural State University of Economics

Sergei I. Shanygin, D.Sc, PhD, Associate Professor, Professor, Department of Statistics, Accounting and Auditing of the Faculty of Economics, St. Petersburg State University

Dmitry B. Shulgin, D.Sc, PhD, Associate Professor, Head of the Intellectual Property Center, Head of Innovation and Intellectual Property Department, Ural Federal University of the First President of Russia B. N. Yeltsin

Larisa V. Iurieva, D.Sc, Professor, Accounting, Analysis and Audit Department, Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin

Aleksandra L. Udalova, Engineer, Faculty of Infocommunication Technologies, ITMO University – **executive secretary**

Журнал «Экономика. Право. Инновации» является периодическим научным печатным изданием.

Журнал публикует результаты научных исследований в области отраслевой и региональной экономики, управления в организационных системах.

Тематика статей связана с вопросами:

- выявления, анализа, прогнозирования и решения проблем экономики регионов, отраслей, предприятий;
- инновационного развития национальной экономики, коммерциализации инноваций и трансферта технологий;
- оценки роли интеллектуальной собственности в инновационной деятельности и в обеспечении качества продукции;
- выявления закономерностей влияния экономики на рынок труда и демографические процессы;
- обеспечения экономической безопасности, совершенствования институциональных и инфраструктурных аспектов развития и экологизации экономических систем;
- совершенствования экономической деятельности и повышения конкурентоспособности на основе применения современных маркетинговых технологий, информационно-коммуникационных технологий и технологий искусственного интеллекта;
- специфики применения современных информационных и коммуникационных технологий в различных областях экономической деятельности;
- экономического анализа финансово-хозяйственной деятельности, прикладных статистических исследований и статистической поддержки управленческих решений;
- оценивания и прогнозирования развития социально-экономических и организационных систем на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации;
- разработки теоретических основ, методов, алгоритмов и механизмов принятия решений в организационных системах;
- использования и разработки информационных технологий, методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений;
- информационного и программного обеспечения управления организационными системами.

Приветствуются междисциплинарные статьи, посвященные изучению организационных систем в качестве объектов управления; исследованиям закономерностей цифровой трансформации экономической деятельности; формированию механизмов устойчивого развития регионов, отраслей, комплексов, предприятий; анализу и осмыслению отраслевых и региональных особенностей инновационной деятельности и коммерциализации инноваций; разработке методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений; обоснованию практико-ориентированных технологий управления организационными системами и проектами.

Учредитель и издатель журнала –
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Университет ИТМО
телефон: (812) 480-04-96 ecinn@itmo.ru
<https://ecinn.itmo.ru/>

eLibrary: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62275
Англоязычное название: «Economics. Law. Innovation»
Транслитерированное название:
«Ekonomika. Pravo. Innovacii»

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации № ФС77-48173 выдано 19.01.2012
ISSN 2713-1874

Язык журнала – русский
Периодичность выхода издания – 4 номера в год

Плата за публикации и редактирование не взимается

Founder and publisher – ITMO University

49 Kronverksky pr., St. Petersburg, 197101, Russia
ITMO University
phone: (812) 480-04-96 ecinn@itmo.ru
<https://ecinn.itmo.ru/>

eLibrary: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62275
The English title is «Economics. Law. Innovation»
Transliterated title is «Ekonomika. Pravo. Innovacii»

Certificate of registration of mass media
№ ФС77-48173 dated 19.01.2012
ISSN 2713-1874

Language of the journal: Russian
Publication frequency is 4 times a year

Publication and editing are free of charge

Подписано в печать 30.09.2024 г. Формат 60x90 1/8. Гарнитура TimesNewRoman.

Отпечатано: Учреждение «Университетские телекоммуникации» Типография на Биржевой
199034, Санкт-Петербург, В.О., Биржевая линия, д. 16
Тел.: +7 (812) 915-14-54 e-mail: zakaz@TiBir.ru

**Региональная и отраслевая экономика /
Regional and branch economics**

- Курочкина А. А., Головкин П. Н.* Ресурсный потенциал сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах: сравнительная оценка 4
Kurochkina A. A., Golovkin P. N. Resource Potential of the Cloud Infocommunication Services Sphere in Russian Regions: Comparative Assessment (In Russ.)
- Савченков С. А., Александрова Д. Д.* Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности через создание малых инновационных предприятий в российских университетах 12
Savchenkov S. A., Alexandrova D. D. Commercialization of The Results of Intellectual Activity Through the Creation of Small Innovative Enterprises in Russian Universities (In Russ.)
- Смердова Д. В., Бурцев Д. С.* Методика оценки уровня готовности розничной торговли в России к процессу цифровой трансформации 19
Smerdova D. V., Burtsev D. S. Methodology for Assessing the Level of Readiness of Retail Trade in Russia for the Digital Transformation Process (In Russ.)
- Кан Е. Н., Хазима МХД Ваел.* Исследование текущего состояния цифровой экономики в Королевстве Саудовская Аравия (на английском языке) 30
Kan E. N., Hazima MHD Wael. Examining the Current State of the Digital Economy in the Kingdom of Saudi Arabia

**Управление в организационных системах /
Management in organizational systems**

- Ивлев М. А., Рябов Д. Е.* Формализованные схемы механизма управления организационной системой, реализующей циклы производства как совокупность разнородных бизнес-процессов 38
Ivlev M. A., Ryabov D. E. Formalized Management Mechanism Schemes of the Organizational System Implementing Production Cycles as a Set of Heterogeneous Business Processes (In Russ.)
- Добренко Н. В., Добренко Д. А., Улизько М. В.* Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в mes-системах с использованием больших языковых моделей 47
Dobrenko N. V., Dobrenko D. A., Ulizko M. V. Intelligent Management Decision Support in Mes Systems Using Large Language Models (In Russ.)
- Готская И. Б., Атеев К. О.* Исследование распределения контроля и метрик разнообразия в децентрализованных автономных организациях 60
Gotskaya I. B., Ateev K. O. A Study of Voting Power Distribution and Diversity Metrics in Decentralized Autonomous Organizations (In Russ.)
- Сведения об авторах* 68
Information about the authors

Научная статья
УДК 338.46
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-4-11

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СФЕРЫ ОБЛАЧНЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА

Анна Александровна Курочкина¹, Павел Николаевич Головкин²

^{1,2}Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

¹kurochkina_aa@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7973-5987>

²golovkinpn@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9378-5018>

Язык статьи – русский

Аннотация: Цель исследования – разработка методического подхода к сравнительному оцениванию ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах в интересах определения состояния и перспектив развития региональных ресурсов. Основу подхода составляет построение интегральных индексов кадровых и инфраструктурных ресурсов регионов. Обоснован выбор статистических показателей, входящих в состав названных индексов. Построены оценки уровня развития ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах по актуальным данным Росстата за 2022 и 2023 годы. Выполнена группировка регионов с учетом методологических принципов группировок объектов в матрице BCG и квадранте Гартнера. Каждый регион оценен по двум индексам: «кадровые ресурсы» и «инфраструктурные ресурсы». Определены четыре группы регионов, соответствующие четырём квадрантам: с высокими оценками по обоим индексам; с высокими оценками только по индикатору инфраструктурных ресурсов; с высокими оценками только по индикатору кадровых ресурсов; с низкими оценками по обоим индикаторам. Определены перспективы развития региональных ресурсов, учитывающие выявленную специфику региональных ресурсов и долю затрат на внедрение и использование цифровых технологий в валовом региональном продукте. Результаты могут быть использованы в интересах обоснования стратегических направлений развития ресурсного потенциала инфокоммуникационной сферы российских регионов.

Ключевые слова: интегральный индикатор, инфраструктура облачных сервисов, кадровые ресурсы, квадрант Гартнера, матрица BCG

Ссылка для цитирования: Курочкина А. А., Головкин П. Н. Ресурсный потенциал сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах: сравнительная оценка // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 4–11. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-4-11>.

RESOURCE POTENTIAL OF THE CLOUD INFOCOMMUNICATION SERVICES SPHERE IN RUSSIAN REGIONS: COMPARATIVE ASSESSMENT

Anna A. Kurochkina¹, Pavel N. Golovkin²

^{1,2}Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

¹kurochkina_aa@spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7973-5987>

²golovkinpn@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9378-5018>

Article in Russian

Abstract: The purpose of the study is to develop a methodological approach to comparative assessment of the resource potential of the cloud infocommunication services sphere in Russian regions in order to determine the state and development prospects of regional resources. The approach is based on the construction of integral indices of human and infrastructure resources of the regions. The choice of statistical indicators included in the named indices was substantiated. The assessments of the level of development of the resource potential of the cloud infocommunication services sphere in Russian regions were constructed based on the current Rosstat data for 2022 and 2023. The regions were grouped by analogy with the groupings of the BCG matrix and the Gartner quadrant. Each region is assessed by two indices: «human resources» and «infrastructure resources». Four groups of regions were defined, corresponding to the four quadrants: with high scores for both indices; with high scores only for the infrastructure resources indicator; with high scores only for the human resources indicator; with low scores for both indicators. The prospects for the development of regional resources were determined, taking into account the identified specificity of regional resources and the share of costs for the

implementation and use of digital technologies in the gross regional product. The results can be used to justify strategic directions for the development of the resource potential of the infocommunication sphere of Russian regions.

Keywords: BCG matrix, cloud services infrastructure, Gartner quadrant, integral indicator, human resources

For citation: Kurochkina A. A., Golovkin P. N. Resource Potential of the Cloud Infocommunication Services Sphere in Russian Regions: Comparative Assessment. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 4–11. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-4-11>.

Введение. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» ориентирована на «увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников (по доле в валовом внутреннем продукте страны)» [1]. Увеличение затрат должно быть направлено на расширение спектра предложений инфокоммуникационных услуг на российском рынке, совершенствование существующих создание новых облачных сервисов, способствующие возникновению новых бизнес-моделей [2–4]. Разработаны методики исчисления статистических показателей для оценивания цифровой экономики [1, 5], в составе показателей – затраты организаций на развитие цифровых технологий, показатели региональной инфраструктуры цифровой экономики, ее доступности для населения, показатели использования цифровых технологий.

Однако многими авторами [3, 6–9] отмечается, что развитие сферы облачных инфокоммуникационных услуг на сегодняшний день опережает их статистическое измерение, необходимое для корректного обоснования управленческих решений по развитию цифровой экономики в регионах России.

Гипотеза исследования состояла в том, что возможна разработка методического подхода к многоаспектному оцениванию ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах с использованием официальных статистических показателей, представляемых в ежегодных отчетах Федеральной службы государственной статистики. Результаты оценивания могут быть основой для группировки регионов и определения состояния и перспектив развития ресурсов сферы облачных инфокоммуникационных услуг в выделенных группах регионов.

Цель исследования – разработка методического подхода к сравнительному оцениванию ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах в интересах определения

состояния и перспектив развития региональных ресурсов.

Литературный обзор. Достаточно детальный критический обзор подходов к измерению уровня развития цифровой экономики в целом, в том числе к статистическому измерению уровня развития сферы инфокоммуникационных услуг, представлен в работе [7]. Отмечено, что несмотря на то, что в настоящий момент утверждены методики для расчета показателей национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», официальный статистический подход к описанию цифровой экономики требует переосмысления.

Альтернативным является подход, предложенный Институтом развития информационного общества [8], согласно которому следует измерять: 1) цифровой сектор; 2) цифровые сервисы, цифровые платформы и новые цифровые технологии; 3) влияние цифровых технологий на экономику и общество.

Национальный индекс развития цифровой экономики [10], базирующийся на представленном выше концептуальном подходе, определяет три субиндекса: инфраструктура, использование технологий и результаты цифровой трансформации. Субиндексы определяются с использованием почти двухсот статистических показателей [10]. Однако на наш взгляд, разветвленная структура индекса нивелирует возможность оценки отдельных аспектов развития цифровой экономики, в частности, ресурсного потенциала этой сферы в регионах.

Подход к оцениванию сравнительной готовности стран к использованию облачных сервисов предлагается в исследовании компании CISCO [11]. Обоснование выбора показателей проведено из общих логических соображений и результатов исследований о том, насколько хорошо каждый из показателей характеризует оцениваемый фактор. Также учитывается, доступны ли статистические данные для большинства стран.

Статистические показатели, определяющие фактор инфраструктурных условий использования облачных сервисов, используют в различных комбинациях для характеристики уровня развития цифровой экономики. Так, в работе [9] показано, что нормализованные показатели развития сферы инфокоммуникационных технологий, входящие в состав глобального инновационного индекса [12], могут быть использованы при межстрановом сопоставлении уровня развития доступности для населения инфраструктуры инфокоммуникационных услуг и интенсивности ее использования.

Многие из используемых для оценки различных аспектов цифровой экономики показателей имеют аналоги для регионального уровня в официальных статистических сборниках и базах статистических данных Росстата. Однако на сегодняшний день нет обособленной методики, которая бы на основе доступных для анализа статистических показателей позволяла получить многоаспектную количественную оценку ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах.

Материалы и методы исследования.

Исследование основано на данных «Сведения об использовании цифровых технологий и

производстве связанных с ними товаров и услуг (форма N 3-информ)» [13, 14]. Актуальные данные на момент проведения исследования представлены на сайте Росстата за 2022 и частично за 2023 годы [14]. Кроме того, использованы данные Росстата об объемах валового регионального продукта за аналогичные периоды. При анализе статистических показателей из состава областей, включающих автономные округа (Архангельская, Тюменская) выделялись собственно области без автономных округов и отдельные автономные округа; всего 85 регионов. Концептуальную основу выбора статистических показателей составил описанный выше подход компании CISCO [11].

Статистические показатели выбраны из числа регистрируемых для регионального уровня. Сформировано два индикатора для оценивания ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг: индикатор кадровых и индикатор инфраструктурных ресурсов (рисунок 1). Дополнительно рассматривался индикатор финансового потенциала, выраженный показателем «затраты организации на внедрение и использование цифровых технологий» в процентах от валового регионального продукта (ВРП).

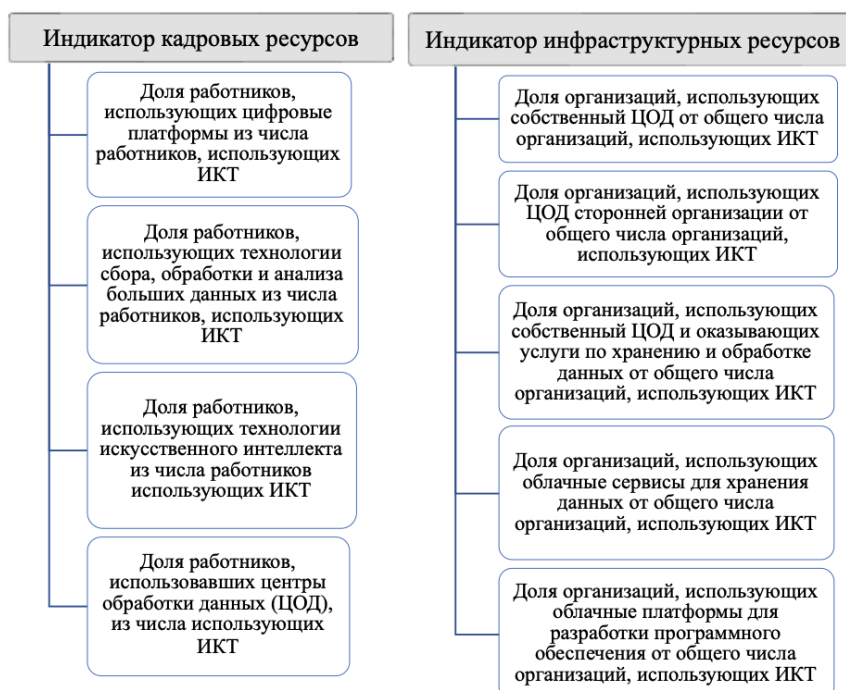


Рисунок 1 – Статистические показатели в составе индикаторов кадровых и инфраструктурных ресурсов сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах

Источник: составлено авторами

Методической основой построения составных индексов являются статистические рекомендации ОЭСР [15], апробированные, в частности, при построении таких субиндексов глобального индекса инноваций, как «индекс доступа к ИКТ», «интегральный индекс развития ИКТ», «индекс использования ИКТ», «индекс электронного участия», «индекс развития онлайн-сервисов правительства» [12]. К основным достоинствам сводных индикаторов относят то, что они позволяют в простой форме количественно оценивать сложные и многоаспектные проблемы с целью поддержки лиц, принимающих решения, и ранжировать оцениваемые объекты. В то же время следует отдавать себе отчет в

том, что суммирование нормализованных значений статистических показателей может нивелировать для отдельных объектов их существенное превосходство по отдельно взятым показателям и существенное отставание по другим. Для предотвращения возможных ошибок следует при обосновании решений сравнивать не только сводные показатели, но и составляющие их первичные.

Вычисления сводных индикаторов, в соответствии с рекомендациями [15], состоит из этапов нормализации значений и линейной свертки. Так как все показатели имеют смысл «чем больше значение, тем выше готовность регионов», нормализованное значение определено по формуле:

$$X_{norm} = (X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min}) * 100 \quad (1),$$

где X_{norm} – нормализованное значение; X_{max} – максимальное значение; X_i – текущее значение; X_{min} – минимальное значение.

Процедура нормализации преобразовывает набор исходных статистических показателей, имеющих разную размерность, в набор шкалированных показателей, принимающих значения от 0 до 100. Это позволяет на следующем этапе суммировать значения показателей для каждого региона для вычисления сводного индикатора. Сводный индикатор определен как линейная свертка (в нашем случае – среднее значение) всех составляющих его нормализованных показателей.

Для сравнения регионов по индикаторам кадровых и инфраструктурных ресурсов выполнена группировка регионов по аналогии с общими методологическими принципами, используемыми при построении как матрицы Boston Consulting Group (BCG) [16], так и квадранта Гартнера [17]. Каждый регион оценивается по двум индикаторам, значения которых откладываются на координатной плоскости: «индикатор кадровых ресурсов» (ось абсцисс), и «индикатор инфраструктурных ресурсов» (ось ординат). Для деления плоскости на четыре части использованы медианные значения каждого показателя. Такой подход позволяет выделить четыре группы регионов, соответствующие четырём квадрантам:

1) регионы с выше медианных оценками как по кадровому, так и по инфраструктурному индикатору;

2) регионы с выше медианной оценками только по инфраструктурному индикатору;

3) регионы с выше медианной оценками только по кадровому индикатору;

4) регионы с ниже медианных оценками как по кадровому, так и по инфраструктурному индикатору.

При определении состояния и перспектив развития ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах учтена построенная группировка регионов, и значения показателя «затраты организаций на внедрение и использование цифровых технологий» в процентах от ВРП.

Результаты исследования.

Группировка регионов по уровню ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг. Значения сводных индикаторов кадровых и инфраструктурных ресурсов сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах и индикатора финансовых ресурсов определены с использованием актуальных на момент исследования данных Росстата за 2022 и 2023 годы. Состав первичных показателей был представлен выше на рисунке 1. Медианные значения индикаторов составили 51 и 18 для индикаторов кадровых и инфраструктурных условий соответственно, 1,12% для индикатора финансовых ресурсов – доля затрат организаций на внедрение и использование цифровых технологий в ВРП в 2023 году.

Определены четыре группы регионов, соответствующие четырём квадрантам: «лидеры» – регионы с высокими оценками как по кадровым, так и по инфраструктурным ресурсам (правый верхний квадрант), «слабые кадры» – с высокими оценками только по инфраструктурным ресурсам (левый верхний

квадрант), «с потенциалом роста» – с высокими оценками только по кадровым ресурсам (правый нижний квадрант), «аутсайдеры» – с низкими оценками по кадровым и инфраструктурным ресурсам (левый нижний квадрант). Квадрант российских регионов представлен на рисунке 2.

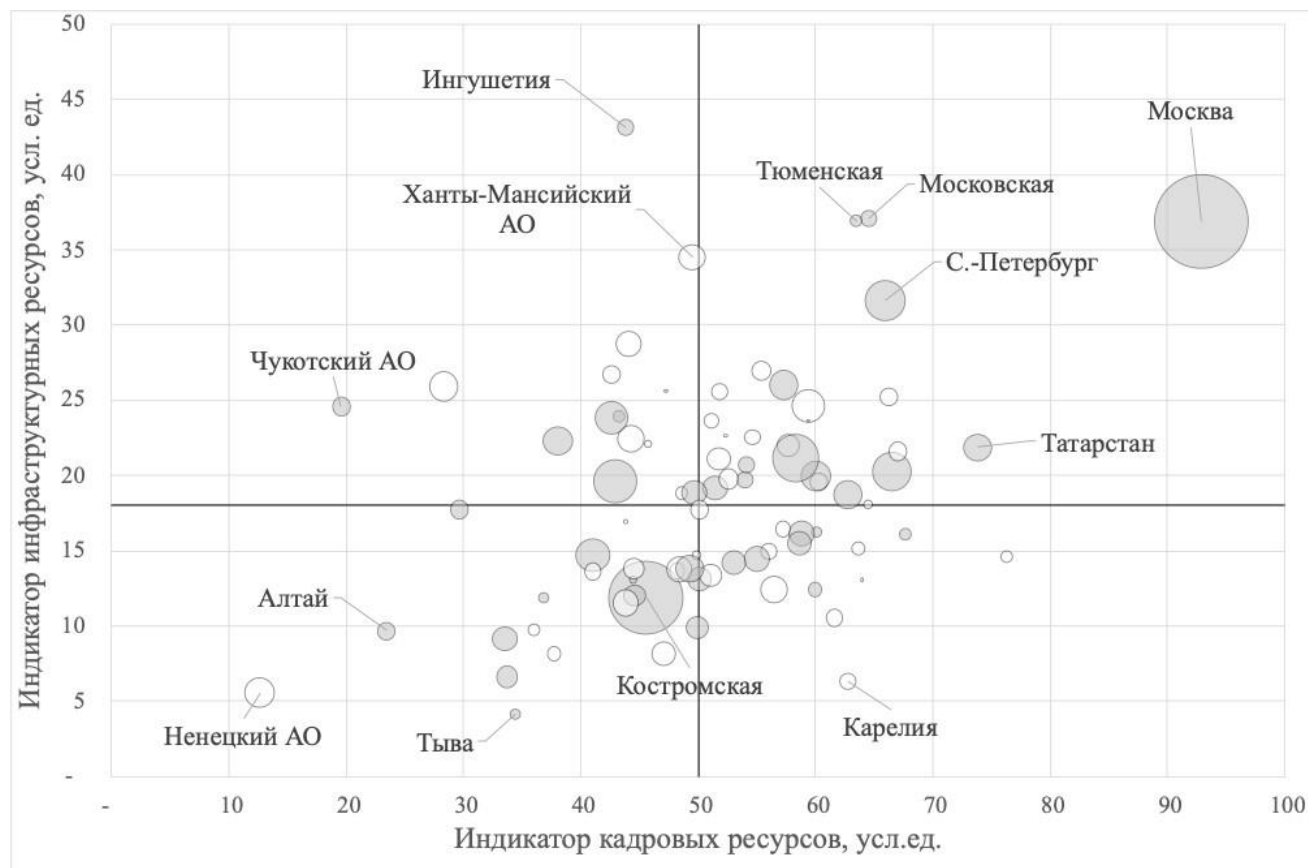


Рисунок 2 – Квадрант российских регионов, сгруппированных по индикаторам кадровых и инфраструктурных ресурсов сферы облачных инфокоммуникационных услуг (величина пузырька = финансовые ресурсы = (доля затрат организаций на внедрение и использование цифровых технологий в ВРП – медианное значение доли затрат); серый цвет – положительные значения, прозрачный – отрицательные)

Источник: построено авторами по данным Росстат

В верхней половине квадранта (индикатор инфраструктурных условий выше медианного значения) 43 региона, из них 26 регионов – «лидеров» и 17 регионов – «слабые кадры». Среди лидеров только для 14 регионов индикатор финансовых ресурсов выше медианного значения, для 12 регионов – ниже, несмотря на достаточно хорошие кадровые и инфраструктурные показатели. ТОП-5 регионов – «лидеров» по значениям всех трех индикаторов (в порядке убывания значений индикатора финансовых ресурсов): Москва, Новосибирская область, Санкт-

Петербург, Нижегородская область, Пермский край. В нижней половине квадранта, для которой характерны ниже медианных значения индикатора инфраструктурных ресурсов сферы облачных услуг, расположены 40 регионов. Из них для 15 регионов индикатор кадровых ресурсов выше медианного значения – регионы «с потенциалом роста». В их составе только у 8 регионов индикатор финансовых ресурсов больше медианного значения. Наиболее проблемной с точки зрения инфраструктурных и финансовых ресурсов является Республика Карелия.

Группа «аутсайдеров» состоит из 25 регионов, однако среди них есть 13 регионов, у которых индикатор финансовых ресурсов больше медианного значения. С учетом того, что рассматриваемый индикатор финансовых ресурсов – это затраты на ИКТ в одном текущем году, можно ожидать изменение позиций регионов внутри квадранта (пример – Костромская область). ТОП-5 аутсайдеров (по возрастанию значений индикатора финансовых ресурсов) составляют Республика Калмыкия, Мурманская, Тамбовская области, Республика Мордовия, Воронежская область.

Оценка ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг российских регионов. Группировка регионов (рисунок 2) позволяет сделать выводы о состоянии и перспективах развития ресурсов сферы облачных услуг в региональных организациях, использующих ИКТ.

Регионы, расположенные левее вертикальной оси, характеризуются недостаточной долей квалифицированных кадров, способных использовать современные облачные сервисы. В таких регионах целесообразно развивать программы подготовки и переподготовки кадров, в том числе в партнерстве с ведущими образовательными учреждениями других регионов.

Регионы, расположенные в левом нижнем квадранте, оцениваются как аутсайдеры.

Регионы, которые на рисунке расположены правее вертикальной оси, обладают потенциалом широкого использования облачных услуг даже в том случае, если они расположены ниже горизонтальной оси, то есть имеют относительно низкий уровень развития инфраструктурных ресурсов. Такие регионы могут удаленно использовать инфраструктурные ресурсы других регионов. Регионы, расположенные в правом верхнем квадранте, являются лидерами по обоим ресурсным индикаторам развития сферы ИКТ.

От регионов, для которых сравнительно высока доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отчетном году в общем объеме ВРП (например, Костромская область), можно ожидать изменения позиции на диаграмме в сторону увеличения ресурсных показателей.

Выводы и направления дальнейших исследований. Разработан методический

подход к сравнительному оцениванию ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах в интересах определения состояния и перспектив развития региональных ресурсов. Основу подхода составляет построение интегральных индексов кадровых и инфраструктурных ресурсов регионов.

Обоснован выбор статистических показателей, входящих в состав названных индексов.

Построены оценки уровня развития ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг в российских регионах по актуальным данным Росстата за 2022 и 2023 годы.

Выполнена группировка регионов с учетом методологических принципов группировки объектов в матрице BCG и квадранте Гартнера. Каждый регион оценен по двум индексам: «кадровые ресурсы» (ось абсцисс), и «инфраструктурные ресурсы» (ось ординат).

Определены четыре группы регионов, соответствующие четырём квадрантам: с высокими оценками по обоим индексам; с высокими оценками только по индикатору инфраструктурных ресурсов; с высокими оценками только по индикатору кадровых ресурсов; с низкими оценками по обоим индикаторам.

Установлено, что российские регионы существенно отличаются по кадровым и инфраструктурным ресурсам сферы облачных услуг. Во многих регионах нужно развивать программы подготовки и переподготовки кадров, в том числе при взаимодействии с образовательными организациями других регионов (дистанционное и целевое обучение).

Фактически предложенный подход к сравнительному оцениванию ресурсного потенциала сферы облачных инфокоммуникационных услуг позволяет оценить и эффективность затрат на внедрение, и использование цифровых технологий. Если относительные затраты организаций региона в текущем году существенно превышали медианный уровень, то в последующие годы следует ожидать повышения значений индикаторов ресурсного потенциала.

Впервые предложенные подходы к сравнительному оцениванию кадровых и

инфраструктурных ресурсов сферы облачных инфокоммуникационных услуг базируются на официальных статистических данных, собираемых Росстатом по форме N 3-информ. Это обеспечивает воспроизводимость полученных результатов и возможность

анализировать динамику состояния ресурсов и результативность затрат на ИКТ на уровне регионов. Именно анализ динамики предложенных индикаторов будет перспективным направлением исследований.

Список источников

1. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7) // СПС «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/?ysclid=lqb0ypl42c75389735
2. Соколов Б. В., Верзилин Д. Н., Максимова Т. Г., Чжан М. Взаимное влияние интеллектуального капитала и информационных технологий управления // Информатика и автоматизация. 2023. Т. 22. № 5. С. 968–1003.
3. Парушина Н. В., Сучкова Н. А., Сотников В. В. Устойчивое развитие малого бизнеса в регионах на основе стейкхолдерского подхода: информационно-аналитическое и учетное обеспечение // Экономика. Право. Инновации. 2023. № 2. С. 17–28. DOI: 10.17586/2713-1874-2023-2-17-28.
4. Altmann J., Bañares J. A., Tserpes K. Economics of Computing Services: An Overview of Economic Motivated Solutions to Cloud Computing // Future Generation Computer Systems. 2020. Т. 111. С. 931–933. (In Eng.). DOI: 10.1016/j.future.2020.02.038.
5. Абашкин В. Л., Абдрахманова Г. И., Вишнеvский К. О., Гохберг Л. М. и др. Цифровая экономика: 2024: краткий статистический сборник // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 124 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_cifrovaya_ekonomika_kratkiy_statisticheskiy_sbornik_2024_vshe/
6. Леднева О. В. Статистическое изучение уровня цифровизации экономики России: проблемы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. 2021. Том 11. № 2. С. 455–470. DOI: 10.18334/vinec.11.2.111963.
7. Развитие измерений цифровой экономики. Международные тенденции и рекомендации: Аналитический доклад. – М.: Координационный центр доменов .RU/.РФ, 2022. – 98 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cctld.ru/upload/iblock/1d8/s4m3sk3mlgqwyr9hmomzpjcu60oru1d/digec.pdf?ysclid=lqb284jhzg602120865>
8. Анализ текущего состояния развития цифровой экономики в России. – М.: Институт развития информационного общества, 2018. – 166 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iis.ru/deca/>
9. Головкин П. Н. Статистическое измерение использования инфокоммуникационных услуг населением России и мира // Измерение и анализ благосостояния: тезисы докладов Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Санкт-

References

1. Passport of the National Project «National Program «Digital Economy of the Russian Federation» (Approved by the Presidium of the Presidential Council of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects, minutes of 04.06.2019 N 7). SPS «KonsultantPlus». Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/?ysclid=lqb0ypl42c75389735 (In Russ.).
2. Sokolov B. V., Verzilin D. N., Maksimova T. G., Zhang M. Mutual Influence of Intellectual Capital and Information Management Technologies. *Informatika i Avtomatizaciya*. 2023. Vol. 22. No. 5. pp. 968–1003. (In Russ.).
3. Parushina N. V., Suchkova N. A., Sotnikov V. V. Sustainable Development of Small Business in the Regions Based on the Stakeholder Approach: Information, Analytical and Accounting Support. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2023. No. 2. pp. 17–28. (In Russ.). DOI: 10.17586/2713-1874-2023-2-17-28.
4. Altmann, J., Bañares, J.A., Tserpes K. Economics of Computing Services: An Overview of Economic Motivated Solutions to Cloud Computing. *Future Generation Computer Systems*. 2020. Vol. 111. pp. 931–933. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.02.038>.
5. Abashkin V. L., Abdrakhmanova G. I., Vishnevsky K. O., Gokhberg L. M. et al. Digital Economy: 2024: A Brief Statistical Digest. *Nat. Research. University «Higher School of Economics»*. M.: ISSEK HSE, 2024. 124 p. Available at: https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2024_cifrovaya_ekonomika_kratkiy_statisticheskiy_sbornik_2024_vshe/ (In Russ.).
6. Ledneva O. V. Statistical Study of the Level of Digitalization of the Russian Economy: Problems and Prospects. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*. 2021. Vol. 11. No. 2. pp. 455–470. (In Russ.). DOI: 10.18334/vinec.11.2.111963.
7. Development of Digital Economy Measurements. International Trends and Recommendations: Analytical Report. *Moscow: Coordination center for domains .RU/.RF*. 2022. 98 p. Available at: <https://cctld.ru/upload/iblock/1d8/s4m3sk3mlgqwyr9hmomzpjcu60oru1d/digec.pdf?ysclid=lqb284jhzg602120865> (In Russ.).
8. Analysis of the Current State of Development of the Digital Economy in Russia. *Moscow: Institut rasvitiya informatsionnogo obshchestva*. 2018. 166 p. Available at: <https://iis.ru/deca/> (In Russ.).
9. Golovkin P. N. Statistical Measurement of the Use of Infocommunication Services by the Population of Russia and the World. *Measurement and Analysis of Well-Being: Abstracts of Reports of the All-Russian (with International Participation) Scientific and Practical Conference*. St.

Петербург, 25–27 января 2024 г. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2024. – С.114–116.

10. Национальный индекс развития цифровой экономики: Пилотная реализация. – М., Госкорпорация «Росатом», 2018. – 92 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.msu.ru/wp-content/uploads/National-DE-Development-Index.pdf>

11. Cisco Global Cloud Index Supplement: Cloud Readiness Regional Details [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cloud.report/Resources/Whitepapers/1955bcab-b388-4b97-abd7-86cc6679aaab_cisco.pdf (In Eng.).

12. Global Innovation Index 2023. Innovation in the face of uncertainty // WIPO. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/ (In Eng.).

13. Приказ Росстата от 31.07.2023 N 363 (ред. от 31.07.2024) «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки и инноваций». Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (форма № 3-информ) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_454629/?ysclid=m00wap0d9f545552784

14. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг // Росстат. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

15. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide // OECD Statistics Working Paper. 2005. 108 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_9789264043466-en (In Eng.).

16. What Is the Growth Share Matrix? // BCG Boston Consulting Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bcg.com/about/overview/our-history/growth-share-matrix> (In Eng.).

17. Gartner Magic Quadrant // Gartner, Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research> (In Eng.).

Petersburg, January 25–27. 2024. SPb. Publishing House of SPbGEU. 2024. pp.114–116. (In Russ.).

10. National Index of Digital Economy Development: Pilot Implementation. *Moscow. Rosatom State Corporation. 2018. 92 p. Available at: <https://digital.msu.ru/wp-content/uploads/National-DE-Development-Index.pdf> (In Russ.).*

11. Cisco Global Cloud Index Supplement: Cloud Readiness Regional Details. Available at: https://cloud.report/Resources/Whitepapers/1955bcab-b388-4b97-abd7-86cc6679aaab_cisco.pdf.

12. Global Innovation Index 2023. Innovation in the Face of Uncertainty. *WIPO. Official website.* https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/

13. Rosstat Order of 31.07.2023 N 363 (as amended on 31.07.2024) «On Approval of the Forms of Federal Statistical Observation for the Organization of Federal Statistical Observation of Activities in the Field of Education, Science and Innovation». Information on the Use of Digital Technologies and the Production of Related Goods and Services (Form No. 3-inform). *SPS «KonsultantPlus».* Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_454629/?ysclid=m00wap0d9f545552784 (In Russ.).

14. Information on the Use of Digital Technologies and the Production of Related Goods and Services *Rosstat. Official website.* Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (In Russ.).

15. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. *OECD Statistics Working Paper. 2005. 108 p. Available at: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_9789264043466-en*

16. What Is the Growth Share Matrix? *BCG Boston Consulting Group.* Available at: <https://www.bcg.com/about/overview/our-history/growth-share-matrix>

17. Gartner Magic Quadrant. *Gartner, Inc.* Available at: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research>

Научная статья
УДК 338.45
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-12-18

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕЗ СОЗДАНИЕ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Сергей Анатольевич Савченков¹✉, Дарья Дмитриевна Александрова²

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский морской технический университет, Санкт-Петербург, Россия

¹savchenkov.tlc@bk.ru ✉

²Stella0700@yandex.ru

Язык статьи – русский

Аннотация: В статье проанализированы тренды создания результатов интеллектуальной деятельности университетов Российской Федерации. Доказано, что высшие учебные заведения обладают большим научным и коммерческим потенциалом, ежегодно демонстрируя положительную динамику подачи заявок на объекты интеллектуальной собственности и высокий уровень развития внутренней инновационной деятельности. Разработаны схемы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности через создание малых инновационных предприятий, рекомендуемые к использованию при различных исходных условиях и обеспечивающие возможность долгосрочного стратегического планирования на стадии создания малого инновационного предприятия.

Ключевые слова: инновации, коммерциализация, интеллектуальная собственность, малое инновационное предприятие, университеты

Ссылка для цитирования: Савченков С. А., Александрова Д. Д. Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности через создание малых инновационных предприятий в российских университетах // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 12–18. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-12-18>.

COMMERCIALIZATION OF THE RESULTS OF INTELLECTUAL ACTIVITY THROUGH THE CREATION OF SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES IN RUSSIAN UNIVERSITIES

Sergey A. Savchenkov¹✉, Daria D. Alexandrova²

¹ITMO University, Saint Petersburg, Russia

²SMTU, Saint Petersburg, Russia

¹savchenkov.tlc@bk.ru ✉

²Stella0700@yandex.ru

Article in Russian

Abstract: The article analyzes the trends in the creation of the results of intellectual activity of universities of the Russian Federation. It is proved that higher educational institutions have great scientific and commercial potential, annually demonstrating the positive dynamics of applications for intellectual property and a high level of development of internal innovation activities. Schemes of commercialization of the results of intellectual activity through the creation of small innovative enterprises have been developed, recommended for use under various initial conditions and providing the possibility of long-term strategic planning at the stage of creating a small innovative enterprise.

Keywords: innovation, commercialization, intellectual property, small innovative enterprise, universities

For citation: Savchenkov S. A., Alexandrova D. D. Commercialization of The Results of Intellectual Activity Through the Creation of Small Innovative Enterprises in Russian Universities. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 12–18. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-12-18>.

Введение. Процесс коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности является одним из основных этапов развития современной экономики, при этом практическое применение результатов НИР и НИОКР, выраженных в виде объектов интеллектуальной собственности, является необходимым и неотъемлемым фактором экономического развития страны [1, 2]. Однако на сегодняшний день можно отметить недостаточную конкурентоспособность российского сектора НИОКР и низкий уровень коммерциализации РИД, причиной которой являются экономические, правовые, организационные и научно-технические проблемы [3]. Установлено, что в вузах наибольшее число трудностей, с которыми сталкиваются разработчики инновационных технологий и продуктов, заключается не на этапе выполнения НИОКР, а на этапе коммерциализации полученных РИД и выведения разработок на реальный рынок. В связи с чем вопрос усовершенствования механизмов взаимодействия между вузами, бизнес-сообществом и государственными органами с целью переноса технологий из научной сферы в промышленность на сегодняшний день является особенно важным [4–7]. В этой связи представляется актуальным разработать рекомендации по совершенствованию системы коммерциализации РИД высших учебных заведений.

Актуальность темы исследования подтверждается стратегией научно-технического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145, в соответствии с которой определена задача по формированию эффективной системы взаимодействия науки, технологий и производства, развитие наукоемкого предпринимательства, осуществляемого путем организации системы трансфера технологий и управления интеллектуальной собственностью, а также путем вовлечения образовательных организаций в технологическое обновление отраслей экономики [8].

Исследовательская проблема. Целью исследования является разработка рекомендаций по совершенствованию системы коммерциализации РИД высших учебных заведений, выраженных в универсальных схемах коммерциализации РИД через создание малых инновационных предприятий, которые

могут быть рекомендованы к использованию вузами при различных исходных условиях.

Литературный обзор. На основе информации, представленной в годовом отчете Роспатента за 2023 год [9], можно отследить общую динамику создания результатов интеллектуальной деятельности в ходе ведения вузами научно-исследовательской деятельности. На сегодняшний день можно наблюдать стабильный общий рост числа отечественных заявок на изобретения за последние три года, в частности, 20 623 заявки от Российских заявителей подано в 2023 году, среди которых 33,8% принадлежат университетам, что является крупнейшей долей от общего числа поданных заявок. Анализ данных по заявкам на полезные модели, также как и в случае с изобретениями, показывает общий прирост числа отечественных заявок за последний год, при этом доля вузов среди всех заявителей составляет 21,8%. По заявкам на программы для ЭВМ, базы данных и топологии интегральных микросхем общий прирост заявок за 2023 год составил 15%. Среди заявок на эти объекты вузам принадлежит крупнейшая доля, составляющая 34,6% от общего числа заявок за 2023 год.

Основываясь на приведенных данных, можно отметить, что вузы являются одним из крупнейших производителей инновационных решений на территории Российской Федерации, что говорит об их большом потенциале и влиянии на общую динамику развития новых технологий в различных отраслях промышленности. При этом известные механизмы трансфера технологий вузов в реальный сектор экономики заключаются в:

- использовании РИД в собственном производстве высокотехнологичной продукции;
- передаче права использования РИД промышленным предприятиям по лицензионному договору;
- отчуждении исключительного права на РИД в пользу промышленного предприятия;
- создании малого инновационного предприятия (МИП) [3, 10].

В рамках данного исследования будет рассмотрен способ коммерциализации РИД, заключающийся в создании малых инновационных предприятий на базе университетов, который является наиболее сложным, на сегодняшний день наименее используемым, но

в тоже время, по мнению авторов, наиболее перспективным способом коммерциализации.

Так, практика создания МИП в Российской Федерации берет начало в 2009 году с момента принятия Федерального закона № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» от 02.09.2009 г. [11], который закрепил право университетов выступать учредителями хозяйственных обществ, вкладывая в их уставный капитал право использования РИД и другие ресурсы по необходимости, например, денежные или материально-технические. За период с 2011 по конец 2022 гг. в Реестре учета уведомлений о создании хозяйственных обществ и хозяйственных партнерств, созданных бюджетными научными и автономными научными учреждениями либо образовательными организациями высшего образования, насчитывается 3112 принятых уведомлений [12].

При этом существуют примеры успешной коммерциализации РИД университетов РФ через создание МИП, например:

1) МИП «Инноколлоид», основанное сотрудниками химико-биологического кластера ИТМО в 2017 году, которое за период 2017–2019 гг. заключило ряд сделок с крупными представителями реального бизнеса, выпустив на рынок 8 инновационных продуктов [13].

2) МИП «Научно-исследовательский центр информационных технологий» (СПбГУ), занимающийся разработкой программных продуктов, аппаратных ускорителей программного обеспечения на базе специализированных кристаллов, а также графическим проектированием [14].

Положительный опыт создания МИП на базе гуманитарных вузов, зарегистрировавших МИП в общем реестре Министерства образования и науки, описан в статье [15]. Также отмечены сложности, заключающиеся в управлении МИП после его создания.

Однако несмотря на имеющийся положительный опыт коммерциализации РИД через МИП, многие авторы отмечают проблемы

коммерциализации посредством данного инструмента. Так, в работе [16] раскрыты проблемы создания МИП в вузах, в частности, проблемы коммерциализации РИД через МИП, связанные с недостаточной разработкой экспертной оценки РИД работников университета. Автором также отмечено, что по статистике большое количество МИП ликвидируются после выполнения краткосрочных поставленных целей и задач или из-за отсутствия спроса на их товары и услуги.

В работе [17] сделан вывод, что наиболее значимые проблемы коммерциализации ИС в рамках МИП являются финансовые и организационные, связанные с участием государства. При этом отмечено, что коммерциализация ИС через МИП обладает рядом преимуществ перед другими способами, например, нацеленность на быстрый рост, высокая гибкость, адаптивность к требованиям рынка и высокая инновационная восприимчивость.

В работе [18] выделен ряд проблем функционирования инновационной инфраструктуры, характерных для многих российских университетов, организовавших на своей базе МИП: неэффективность или отсутствие маркетинга технологий и компетенций, поиска коммерческих заказчиков; неактивный поиск решений по использованию и коммерциализации РИД; слабое взаимодействие между подразделениями научных исследований и разработок и подразделениями, занимающимися стимулированием коммерциализации РИД.

В результате анализа перечисленных источников установлено, что основной проблемой коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности через создание МИП в российских университетах является отсутствие долгосрочной стратегии их развития, выраженной в выстраивании эффективной системы взаимодействия между вузом и промышленными предприятиями.

Методика исследования заключается в системном подходе методов обобщения и сравнения, анализа и синтеза, методов исторического и логического анализа теоретического и практического материала.

Научная новизна исследования заключается в разработке схем коммерциализации РИД через МИП, которые могут быть рекомендованы к использованию вузами при

различных исходных условиях при планировании долгосрочной стратегии их развития.

Полученные результаты. По мнению авторов данной статьи, долгосрочная стратегия развития МИП, выраженная в выстраивании эффективной системы взаимодействия между вузом и промышленными предприятиями, может базироваться на одном из трех вариантов.

1) Самостоятельная деятельность и развитие МИП.

2) Развитие МИП при участии промышленного партнера.

3) Развитие МИП как совместного предприятия вуза и промышленного партнера.

На рисунке 1 представлено схематичное изображение самостоятельной деятельности и развития МИП, где вуз, выступая в роли соучредителя, может передавать малому инновационному предприятию право использования на РИД, материально-технические ресурсы, а также оказывать дополнительную рекламную, финансовую и методическую поддержку, после чего МИП самостоятельно способен выходить на рынок и заниматься привлечением сторонних инвестиций.

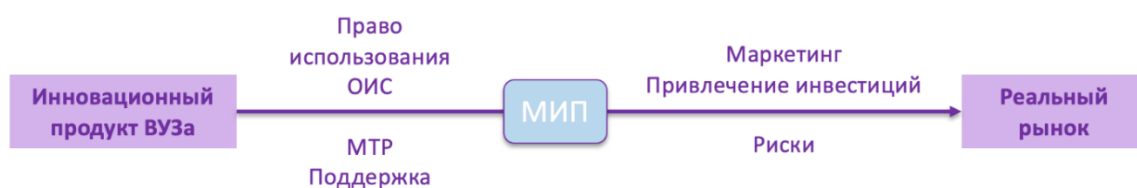


Рисунок 1 – Схема коммерциализации РИД университетов через создание МИП

Источник: разработано авторами

При реализации упомянутой схемы взаимодействия вуз и МИП берут на себя все риски, связанные с коммерческой деятельностью, и получают прибыль, разделяя ее в установленных процентных долях. Реализация такой схемы возможна при условии наличия у вуза собственных производственных мощностей, достаточных для осуществления необходимой серийности продукции, а также денежных средств, достаточных для поддержки малого инновационного предприятия на стадии становления до получения дополнительных финансовых ресурсов от инвесторов или грантодателей. Такая же схема может быть реализована при оказании услуг, основанных на той или иной инновационной разработке вуза, например, специализированное программное обеспечение. В этом случае вуз может создать МИП как более гибкого посредника, передав в уставной капитал право использования на ОИС, лежащих в основе предлагаемых услуг, и оказывать

обозначенные услуги через малое инновационное предприятие, ускоряя тем самым все сопутствующие закупкам процессы.

Следующая разработанная схема представлена на рисунке 2. В данном случае вуз, выступая в качестве соучредителя, может передать малому инновационному предприятию право использования на ОИС, при этом большую часть финансирования может взять на себя представитель бизнеса (привлеченный промышленный партнер), выполняя роль инвестора. В свою очередь, на МИП ложатся все риски, связанные с производством продукции или качеством оказания услуг, производство MVP, исследование рынка и вывод на него инновационного продукта/услуги. После чего, в случае успеха, представитель бизнеса может целиком выкупить компанию и права на ОИС, встроив отработанные процессы в собственное производство и далее реализовывать продукцию под своим брендом.



Рисунок 2 – Схема коммерциализации РИД университетов через создание МИП

Источник: составлено авторами

Такой вариант сотрудничества является наиболее интересным для обеих сторон, поскольку индустриальный партнер в этом случае покупает уже гарантированно коммерчески выгодный инновационный продукт, готовый к тиражированию, а университет, в свою очередь, имеет возможность оценить его коммерческий потенциал и запросить актуальную цену или же, в случае заключения лицензионного договора, установить порядок выплат, предусматривающий получение роялти, тем самым получая прибыль на введении продукта в гражданский оборот и на последующем его жизненном цикле. Необходимым условием для реализации разработанной схемы является наличие у вуза индустриального партнера, под задачи и вызовы которого возможно выстроить НИОКР, в результате которого создается РИД, на основе которого и будет создаваться МИП.

Схема, представляющая собой сценарий взаимодействия вуза с бизнесом через малое

инновационное предприятие, основанное не на инновационной разработке университета, в которой заинтересован бизнес, а на его экспертизе в той или иной области, представлена на рисунке 3. При таком варианте взаимодействия представитель заказчика (индустриальный партнер) может обладать исключительным правом на инновационную технологию, выраженную в объектах интеллектуальной собственности, которая планируется к выводу на рынок, но при этом не обладает достаточным уровнем экспертизы и компетенциями для обеспечения стабильного высокого качества продукции, создаваемой на основе этих ОИС. В свою очередь вуз, имеющий необходимый уровень экспертизы, может создать для этих целей МИП, а при отсутствии у него промышленных мощностей в схему также может быть включено третье лицо – контрактное производство, выпускающее конечный продукт под торговой маркой индустриального партнера.

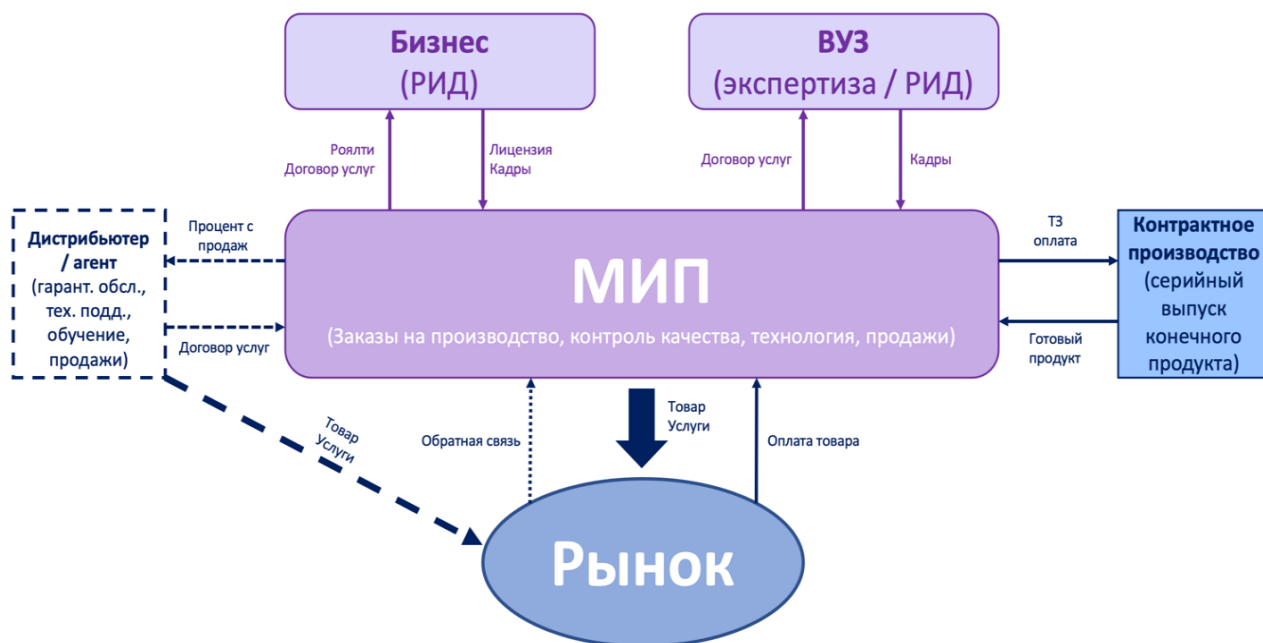


Рисунок 3 – Схема коммерциализации РИД университетов через создание совместной структуры с представителем бизнеса

Источник: составлено авторами

Таким образом, у университета и индустриального партнера появляется совместная структура в форме МИП, занимающаяся коммерциализацией инновационного продукта. На схеме можно увидеть, что предложенная структура может контролировать контрактное производство, а также может

самостоятельно заниматься мелкосерийным выпуском продукции, осуществляя при этом контроль качества и выводя готовый продукт на рынок. В схему также дополнительно может быть включен дистрибьютер или агент, отвечающий за маркетинг и поиск клиентов, готовых приобрести готовый продукт,

прошедший экспертизу, в таком варианте взаимодействия, на дистрибьютера также переносятся обязанности по гарантийному обслуживанию, осуществлению технической поддержки и обучению персонала. К преимуществам описанной схемы можно отнести прямое участие университета в распределении выручки от продаж, сохранность технологических особенностей процесса изготовления и контроля продукции, заключающаяся в отсутствие необходимости предоставления подробной технологии третьим лицам, прямая связь изготовителя с рынком, позволяющая динамично реагировать на изменение его запроса. Однако есть и недостатки, к ним относятся, например, сроки формирования МИП, учитывая специфику его создания этот процесс сопровождается большим количеством бюрократических сложностей, связанных в том числе и с передачей прав на РИД, а также вопросами их дальнейшего бухгалтерского учета.

Выводы. В результате проведенных исследований проанализированы тренды

Список источников

1. Геращенко Ю. И., Варфоломеева В. А. Роль интеллектуальной собственности в инновационной деятельности // Журнал прикладных исследований. 2022. № 12. С. 90–95.
2. Коробков Д. С., Филимонов С. Ю., Николаев А. С. «Зелёные» технические решения как один из показателей инновационной активности в сфере устойчивого развития // Экономика. Право. Инновации. 2022. № 4. С. 12–20.
DOI: 10.17586/2713-1874-2022-4-12-20.
3. Близнац И. А. Роль интеллектуальной собственности в предпринимательском праве // *Intellectus*. 2022. № 1. С. 72–78.
4. Кучерявенко С. А., Прядко С. Н. Маркетинговые инструменты коммерциализации инновационных разработок стартапов вуза // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2023. С. 89–96.
5. Угнич Е. А., Изотов М. А., Волощенко И. И. Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности в университетах: концепция инновационной экосистемы // Вестник евразийской науки. 2015. Т. 7. № 4 (29). С. 48.
6. Бганцева Я. В., Коваженков М. А. Инновационная стратегия управления коммерциализацией интеллектуальной собственности вуза // Экономические науки. 2009. № 9 (58). С. 385.
7. Мусатов А. А. Проблемы коммерциализации РИД в вузах // *Colloquium-Journal*. 2019. № 18-6 (42). С. 59.
8. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 04.06.2017 № 198-Ур.

создания и коммерциализации РИД университетов Российской Федерации. Доказано, что вузы обладают большим научным и коммерческим потенциалом, ежегодно демонстрируя положительную динамику подачи заявок на ОИС и высокий уровень развития внутренней инновационной деятельности, однако доля коммерциализации РИД не достигает высоких значений. Разработаны схемы коммерциализации РИД через создание малых инновационных предприятий, рекомендуемые к использованию при различных исходных условиях и обеспечивающие возможность долгосрочного стратегического планирования на стадии создания компании. В частности, предложены следующие схемы.

- 1) Схема самостоятельного развития МИП.
- 2) Схема развития МИП при участии индустриального партнера.
- 3) Схема развития МИП как совместного предприятия ВУЗа и индустриального партнера.

References

1. Gerashchenko Yu. I., Varfolomeeva V. A. The Role of Intellectual Property in Innovation. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy*. 2022. No. 12. pp. 90–95. (In Russ.).
2. Korobkov D. S., Filimonov S. Yu., Nikolaev A. S. «Green» Technical Solutions as One of the Indicators of Innovation Activity in the Field of Sustainable Development. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2022. No. 4. pp. 12–20. (In Russ.).
DOI: 10.17586/2713-1874-2022-4-12-20.
3. Bliznets I. A. The Role of Intellectual Property in Business Law. *Intellectus*. 2022. No. 1. pp. 72–78. (In Russ.).
4. Kucheryavenko S. A., Pryadko S. N. Marketing Tools for Commercialization of Innovative Developments of University Startups. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo*. 2023. pp. 89–96. (In Russ.).
5. Ugnich E. A., Izotov M. A., Voloshchenko I. I. Commercialization of Intellectual Activity Results in Universities: the Concept of an Innovative Ecosystem. *Vestnik yevraziyskoy nauki*. 2015. Vol. 7. No. 4 (29). pp. 48. (In Russ.).
6. Bgantseva Ya. V., Kovazhenkov M. A. Innovative Strategy for Managing the Commercialization of Intellectual Property of the University. *Ekonomicheskiye nauki*. 2009. No. 9 (58). P. 385. (In Russ.).
7. Musatov A. A. Problems of Commercialization of IP in Universities. *Colloquium-Journal*. 2019. No. 18-6 (42). P. 59. (In Russ.).
8. The Decree of the President of the Russian Federation «On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation» of 04.06.2017 No. 198-UR.

- Федерации» от 28.02.2024 № 145 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2024. № 10. Ст. 1373.
9. Годовой отчет Федеральной службы по интеллектуальной собственности за 2023 год / Под редакцией Ю. С. Зубова, О. П. Неретина. – Москва: ФИПС, 2023. – 180 с.
10. Кожитов Л. В., Каплунов И. А., Белоцерковский А. В., Попкова А. В., Алиев Р. А. Создание и деятельность малых инновационных предприятий по 217-ФЗ // *Инновации*. 2017. № 12 (230). С. 17–23.
11. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» от 02.09.2009 № 217-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009. № 31. Ст. 3923
12. Учет и мониторинг малых инновационных предприятий научно-образовательной сферы // ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://mip.extech.ru/index.php>
13. Малое инновационное предприятие «ИННОКОЛЛОИД» начало выплату дивидендов Университету ИТМО // ИТМО.News. Информационный портал [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://news.itmo.ru/ru/startups_and_business/business_success/news/8603/
14. Благодаря МИПу мы можем сконцентрироваться на науке даже в бизнесе // Официальный сайт СПбГУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://spbu.ru/news-events/krupnym-planom/blagodarya-mipu-my-mozhem-skonzentrirovatsya-na-nauke-dazhe-v-biznese>
15. Фурсов А. В., Чернопяттов А. М. Результаты интеллектуальной деятельности и малые инновационные предприятия: новые ресурсы научно-образовательной среды СурГПУ // *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. 2016. № 1 (40). С. 17–22.
16. Филиппова Л. Г. Проблемы создания малых инновационных предприятий в вузах // *Вестник Марийского государственного университета*. 2018. № 1 (29). С. 102–108.
17. Шалаев И. А., Авдеева Д. А., Кирсанова А. О. Малые инновационные предприятия в научно-образовательных учреждениях: интеграция науки и бизнеса // *Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки*. 2017. № 2-1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/malye-innovatsionnye-predpriyatiya-v-nauchno-obrazovatelnyh-uchrezhdeniyah-integratsiya-nauki-i-biznesa>
18. Сухинов А. И., Угнич Е. А. Малые инновационные предприятия при университетах: барьеры и возможности развития // *Университетское управление: практика и анализ*. 2017. № 4 (110). С. 98–105. DOI: 10.15826/umpa.2017.04.053.
- Development of the Russian Federation» dated 28.02.2024 No. 145. *Collection of legislation of the Russian Federation*. 2024. No. 10. Article 1373. (In Russ.).
9. Annual Report of the Federal Service for Intellectual Property for 2023. Edited by Y. S. Zubov, O. P. Neretin. *Moscow. FIPS*, 2023. 180 p. (In Russ.).
10. Kozhitov L.V., Kaplunov I. A., Belotserkovsky A. V., Popkova A. V., Aliyev R. A. Creation and Activity of Small Innovative Enterprises under 217-FZ. *Innovacii*. 2017. No. 12 (230). pp. 17–23.
11. Federal Law «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Establishment of Business Entities by Budgetary Scientific and Educational Institutions for the Purpose of Practical Application (Implementation) of the Results of Intellectual Activity» dated 02.09.2009 No. 217-FZ. *Collection of Legislation of the Russian Federation*. 2009. No. 31. Article 3923. (In Russ.).
12. Accounting and Monitoring of Small Innovative Enterprises in the Scientific and Educational Sphere. *FGBNU Research Institute of RINCCE*. Available at: <https://mip.extech.ru/index.php> (In Russ.).
13. Small Innovative Enterprise INNOCOLLOID has Started Paying Dividends to ITMO University. *ITMO.News. Information Portal*. Available at: https://news.itmo.ru/ru/startups_and_business/business_success/news/8603/ (In Russ.).
14. Thanks to MIPu, We Can Focus on Science Even in Business. *Official website of St. Petersburg State University*. Available at: <https://spbu.ru/news-events/krupnym-planom/blagodarya-mipu-my-mozhem-skonzentrirovatsya-na-nauke-dazhe-v-biznese> (In Russ.).
15. Fursov A. V., Chernopyatov A. M. The Results of Intellectual Activity and Small Innovative Enterprises: New Resources of the Scientific and Educational Environment of Surgut. *Bulletin of the Surgut State Pedagogical University*. 2016. No. 1 (40). pp. 17–22. (In Russ.).
16. Filippova L. G. Problems of Creating Small Innovative Enterprises in Universities. *Bulletin of the Mari State University*. 2018. No. 1 (29). pp. 102–108. (In Russ.).
17. Shalaev I. A., Avdeeva D. A., Kirsanova A. O. Small Innovative Enterprises in Scientific and Educational Institutions: Integration of Science and Business. *Izvestiya TulSU. Ekonomicheskiye i yuridicheskiye nauki*. 2017. No. 2-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/malye-innovatsionnye-predpriyatiya-v-nauchno-obrazovatelnyh-uchrezhdeniyah-integratsiya-nauki-i-biznesa> (In Russ.).
18. Sukhinov A. I., Ugnich E. A. Small Innovative Enterprises at Universities: Barriers and Development Opportunities. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2017. No. 4 (110). pp. 98–105. (In Russ.). DOI: 10.15826/umpa.2017.04.053.

Научная статья
УДК 339.37:339.137.22
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-19-29

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ГОТОВНОСТИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ В РОССИИ К ПРОЦЕССУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Дана Владимировна Смердова¹✉, Даниил Сергеевич Бурцев²

^{1,2}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
¹smerdova.dana@yandex.ru✉
²dsburtcev@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>
Язык статьи – русский

Аннотация: Цепочка событий 2019-2022 гг. (COVID-19, санкции, растущий уровень инфляции, политика импортозамещения и экономическая ситуация на рынке) оказали существенное влияние на потребительское поведение. Многие покупатели стали совершать покупки в формате онлайн чаще, чем в офлайн-магазинах. Потребительские предпочтения и активное внедрение лидерами рынка цифровых технологий задают вектор общей диджитализации и требуют от компаний отрасли адаптации по трем направлениям: клиентский сервис, бизнес-процессы и бизнес-модели. Чтобы разработать персонализированную стратегию цифровой трансформации с учетом сильных и слабых сторон компании, необходимо проводить оценку уровня цифровой зрелости. В ходе исследования был проведен анализ наиболее известных методик оценки цифровой трансформации, который выявил ряд недочетов, таких как отсутствие оценки инвестиционного потенциала и текущего уровня внедрения цифровых инструментов, а также недостаточное внимание к безопасности цифровой инфраструктуры. Авторами была разработана новая система оценки уровня цифровой трансформации. Предложенные критерии могут быть интерпретированы для принятия дальнейших стратегических, управленческих решений относительно внедрения цифровых технологий на предприятиях отрасли. Принимая во внимание полученные результаты, необходимо проводить оценку уровня цифровой зрелости с учетом приоритизации задач и динамичной природы цифровой трансформации. Это позволит выбрать наиболее релевантную стратегию на матрице data-driven retailing.

Ключевые слова: омниканальность, ритейл, степень готовности, цифровая зрелость, цифровая трансформация, цифровые технологии, data-driven retailing, FMCG-товары, Retail 4.0

Ссылка для цитирования: Смердова Д. В., Бурцев Д. С. Методика оценки уровня готовности розничной торговли в России к процессу цифровой трансформации // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 19–29. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-19-29>.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE LEVEL OF READINESS OF RETAIL TRADE IN RUSSIA FOR THE DIGITAL TRANSFORMATION PROCESS

Dana V. Smerdova¹✉, Daniil S. Burtsev²

^{1,2}ITMO University, Saint Petersburg, Russia
¹smerdova.dana@yandex.ru✉
²dsburtcev@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>
Article in Russian

Abstract: Chain of events 2019–2022 (COVID-19, sanctions, rising inflation, import substitution policy and economic situation in the market) have had a significant impact on consumer behavior. Many consumers have started to shop online more often than offline stores. Consumer preferences and active adoption of digital technologies by market leaders set the vector of overall digitalization and require companies in the industry to adapt in three areas: customer service, business processes and business models. In order to develop a personalized digital transformation strategy that takes into account a company's strengths and weaknesses, it is necessary to assess the level of digital maturity. The study analyzed the most well-known methodologies for assessing digital transformation, which revealed a number of shortcomings, such as the lack of assessment of investment potential and the current level of implementation of digital tools, as well as insufficient attention to the security of digital infrastructure. The authors have developed a new system for assessing the level of digital transformation. The proposed criteria can be interpreted to make further strategic, managerial decisions regarding the implementation of digital technologies at the enterprises of the industry. Taking into account the results obtained, it is necessary to assess the level of digital maturity taking into account the prioritization of tasks and the

dynamic nature of digital transformation. This will allow choosing the most relevant strategy on the data-driven retailing matrix.

Keywords: data-driven retailing, degree of readiness, digital maturity, digital technologies, digital transformation, FMCG goods, omnichannel, retail, Retail 4.0

For citation: Smerdova D. V., Burtsev D. S. Methodology for Assessing the Level of Readiness of Retail Trade in Russia for the Digital Transformation Process. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 19–29. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-19-29>.

Введение. В документе «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.» цифровая трансформация указана как одна из пяти национальных целей, направленных на прорывное развитие Российской Федерации, повышение уровня жизни граждан, создание комфортных условий для их проживания, а также раскрытие таланта каждого человека [1]. В рамках данной национальной цели устанавливается достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, а также увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий в четыре раза по сравнению с уровнем 2019 года. Ключевыми аспектами цифровой трансформации являются:

- 1) Динамика потребительских предпочтений в отношении ассортимента и способа потребления товаров и услуг.
- 2) Развитие отечественных технологий.
- 3) Развитие цифровых компетенций персонала внутри организаций.

В контексте цифровой трансформации рынок бытовых товаров и продуктов питания (FMCG) становится особенно важным, поскольку он напрямую связан с базовыми потребностями населения и является одним из первопроходцев применения новых, инновационных ИТ-решений.

Согласно данным NielsenIQ [2], в 2022 г. в 7 из 10 категорий FMCG-рынка произошло сужение ассортимента. Ретейлеры оказались в условиях существенного изменения потребительских предпочтений. Тем не менее, за 12 месяцев 2023 г., согласно данным NielsenIQ, продажи FMCG в денежном выражении выросли на 10,3%, что говорит о стабилизации индустрии относительно предыдущего года. Если спуститься на уровень отдельных категорий, то на фоне восстановления покупательской активности видно, что практически все группы товаров в 2023 году показали рост продаж. Однако невозможно не брать во внимание разнообразие и количество цифровых

услуг и возможностей, которые увеличиваются с каждым днем. Многие из них формируют потребительские предпочтения и автоматически меняют требования к ритейлу.

Идея «Retail 4.0» открывает путь к новой концепции, известной как «One Retail». Среди крупных компаний, которые активно внедряют новые бизнес-модели, можно выделить таких лидеров, как Nike, Amazon и Aldi, а также M. Video, Вкусвилл и другие. Ключевой тренд, который лежит в основе данной концепции – это омникальность. Этот принцип подробно рассмотрен в работе Какира Г., Ифтихара Р., Белозорова А., Пурзолфагарова З. и Хелферта М. [3]. Он позволяет потребителям иметь беспрепятственный доступ к совершению покупок вне зависимости от того, находятся ли они онлайн или в магазине.

Цель исследования. Целью исследования является разработка методического подхода оценки готовности отечественного ритейла к интеграции цифровых технологий в ключевые бизнес-процессы предприятий сферы ритейла. В данном исследовании рассматривается вопрос о существовании проблемных мест у современных методик оценки цифровой зрелости предприятий, которые можно усовершенствовать. Также в статье выделяются основные критерии, необходимые для разработки авторской методики оценки текущего и целевого уровня цифровой зрелости с учетом приоритизации направлений развития и набора инициатив цифровой трансформации.

Методика исследования. В работе был выполнен анализ конкурентного рынка с целью выявления ключевых инструментов применения цифровых технологий. Путем анализа информации из научной литературы были выявлены наиболее популярные методы оценки уровня цифровой зрелости и на базе проведенного обзора научных трудов и международных практик была обозначена проблематика и предложены пути ее преодоления.

Литературный обзор. Актуальность формирования взаимосвязи между каналами онлайн и офлайн розничной торговлей товаров FMCG подтверждаются научными трудами Юдниковой Е. С. и Ильяшенко С. Б., Алексиной С. Б., Углова Д. А., Антенескул Е. А. [4] и др., в которых отмечается ряд нюансов, подчеркивающих выгодные аспекты стратегии совмещения двух форматов для реализации наиболее эффективного потребительского сервиса:

- возможность выбора для клиентов наиболее удобного формата совершения покупок, что повышает степень их удовлетворенности и лояльность;

- привлечение как традиционных покупателей, предпочитающих оффлайн покупки, так и тех потребителей, кто предпочитает онлайн шопинг;

- снижение затрат на аренду помещений, персонал и другие операционные расходы;

- разработка уникальное потребительское предложение, которое позволит выделить компанию на фоне конкурентов;

- обеспечение компании большим количеством данных о потребительском поведении, что в перспективе позволит более точно анализировать и оптимизировать стратегии продаж.

Проблемы цифровой трансформации в сфере ритейла рассматриваются в работах исследователей Удальцовой Н. Л., Бостоганашвили Е. Р., а также Какира Г., Ифтихара Р., Белозорова А., Пурзолфагарова З., Хелферта М. [3]. Кроме того, не менее важными являются научные труды в области выявления проблем оценки цифровой зрелости ритейла. Этим вопросам посвящены работы Вайсман Е. Д., Коротковских А. Е. [5] и других исследователей из ведущих вузов России.

Обзор зарубежного опыта внедрения цифровых решений в бизнес-процессы FMCG-компаний. Концепцию ориентации на потребителя и его покупательский опыт приняла немецкая сеть супермаркетов Rewe [6]. Их инновационная стратегия заключается в предоставлении клиентам возможности самостоятельно выбирать время, место и способ покупок, что дает свободу выбора контактных точек во время путешествия по магазину. При этом ключевую роль в клиентском опыте играет мобильное приложение. У сети

супермаркетов есть возможность собирать значительно большее количество информации о своих потребителях благодаря внедрению экосистемного подхода, что в дальнейшем позволяет эффективно управлять запасами и предлагать клиентам то, что им нужно, и там, где им нужно.

Еще один безусловный лидер зарубежного рынка – американская компания Walmart. На выставке CES 2024 в Лас-Вегасе ретейлер представил два генеративных инструмента искусственного интеллекта, призванных облегчить процесс совершения покупок и повысить производительность. Первый из них позволяет потребителям подбирать нужные товары под определенные сценарии жизни (например, детский праздник, юбилей, просмотр футбольного матча и т.д.) без привязки к брендам. Для этих целей применяется ИИ-модель компании Microsoft. Вторая представленная компанией генеративная сеть позволяет пользователям пополнять холодильник необходимыми запасами продуктов посредством анализа покупательских привычек. Сервис под названием «Пополнение запасов в домашних условиях» создаст персонализированный алгоритм, который будет пополнять запасы товаров первой необходимости именно тогда, когда они понадобятся потребителю, будь то каждую неделю или на нечетное количество дней. Кроме того, компания использует роботов auto S, оборудованных технологией искусственного интеллекта, в своих магазинах. С помощью компьютерного зрения они патрулируют проходы супермаркетов, сканируя ассортимент товаров на наличие скидок и проверяют соответствие наименований и цены [7].

Растущие тренды на повышение лояльности потребителя, глубокую аналитику их потребностей, омникальность и существенное повышение уровня сервиса распространяется и на отечественный рынок. Кроме того, одним из направлений развития отечественного рынка FMCG является концепция интеллектуальных цепочек поставок, основанная на управлении Big Data в логистике. Данный вопрос обрел особенную актуальность в 2022 г. после введения санкций в отношении ряда компаний, существенно усложнивших процессы доставки товаров и комплектующих из-за рубежа. Подробнее об этой концепции

говорится в работе Nozari H., Fallah M., Kazemipour H., Najafi S. E. [8].

Обзор отечественного опыта внедрения цифровых решений в бизнес-процессы FMCG-компаний. В одном из магазинов сети «Пятерочка» в Казани, который является флагманским бизнесом X5 Retail Group [9], запущен робот, который способен самостоятельно строить карту магазина, перемещаться по нему и сканировать полки с целью определения пустых мест, т.е. отсутствия того или иного товара. Робот также анализирует ценники и проверяет корректность указанной стоимости. Все это автоматизирует процесс контроля выкладки товаров на полку. Более того, роботизация коснулась и совершенствования складских операций X5 Retail Group. Так, согласно данным официального сайта [10], на тестовом полигоне уже сейчас происходит тестирование автономных мобильных роботов (AMR) и автономных вилочных погрузчиков (FMR). Все это позволит товарам быстрее поступать на полки магазинов, что в перспективе повысит их доступность для потребителя. Кроме того, автоматизация сокращает вероятность ошибки, например, при сборе потребительской корзины при мобильном заказе, что способствует повышению качества обслуживания.

X5 Retail Group является одной из компаний, которая успешно применяет ИИ для расширения использования гиперперсонализации. Она внедрила технологию на базе ИИ для целевого маркетинга в сети магазинов «Перекрёсток», которая управляет персонализированными предложениями для участников программы лояльности. Система использует технологию машинного обучения для сбора и анализа данных клиентов по группам на основе схожих покупательских признаков, чтобы создавать индивидуальные предложения для каждого клиента. Согласно данным ТАСС, внедрение технологии искусственного интеллекта может принести миллиарды рублей прибыли в 2024 г. [11].

В 2021 г. один из лидеров отечественного рынка e-grocery Вкусвилл совместно с Яндексом в пилотном режиме запустили проект по доставке продукции роботами-курьерами [12]. Самоуправляемый робот, длиной более полуметра, разработан для доставки небольших грузов. С помощью интегрированных

навигационных систем и технологий ИИ он способен автономно планировать маршрут, обходить препятствия и находить путь в любое время суток.

Текущий лидер рынка e-grocery Самокат автоматизирует свои офлайн и онлайн процессы путем использования технологии ИИ. Нейросеть помогает прогнозировать поведение потребителей, соотносить количество планируемых и реальных заказов, а также ограничивать их количество, чтобы справиться с нагрузкой [13].

Для упрощения принятия стратегических решений в области цифровой трансформации розничной торговли на основе данных исследователи разработали стратегическую матрицу, объединяющую ориентированность на технологии и аналитику данных. Она представлена на рисунке 1, который составлен авторами на основе [14].

В бизнесе, который ориентирован на данные (data-driven business focused), компании акцентируют внимание на изменении своих бизнес-моделей через применение технологий ИИ и машинного обучения, а также внедрение цифровых бизнес-моделей.

С другой стороны, техническое измерение, ориентированное на данные (data-driven tech-focused), относится к аспектам разработки ИТ-архитектуры, инфраструктуры, безопасности данных, масштабируемости и внедрению цифровых продуктов, которые некоторое время могут не пользоваться большим спросом. Все это направлено на создание прочного фундамента для цифровой трансформации, базирующейся на данных.

Степень успешного внедрения конкретной стратегии напрямую зависит от уровня цифровой зрелости компании. Он позволяет определить характер проблем, с которыми сталкивается бизнес в условиях цифровой трансформации, а также выявить пути их решения. Из анализа представленного графика можно предположить, что большинство этих проблем связаны не столько с новыми технологиями и их использованием в текущей операционной деятельности, сколько с необходимостью переосмысления всего организационно-управленческого аппарата, разработки стратегий и создания эффективных механизмов взаимодействия с потребителями и стейкхолдерами.

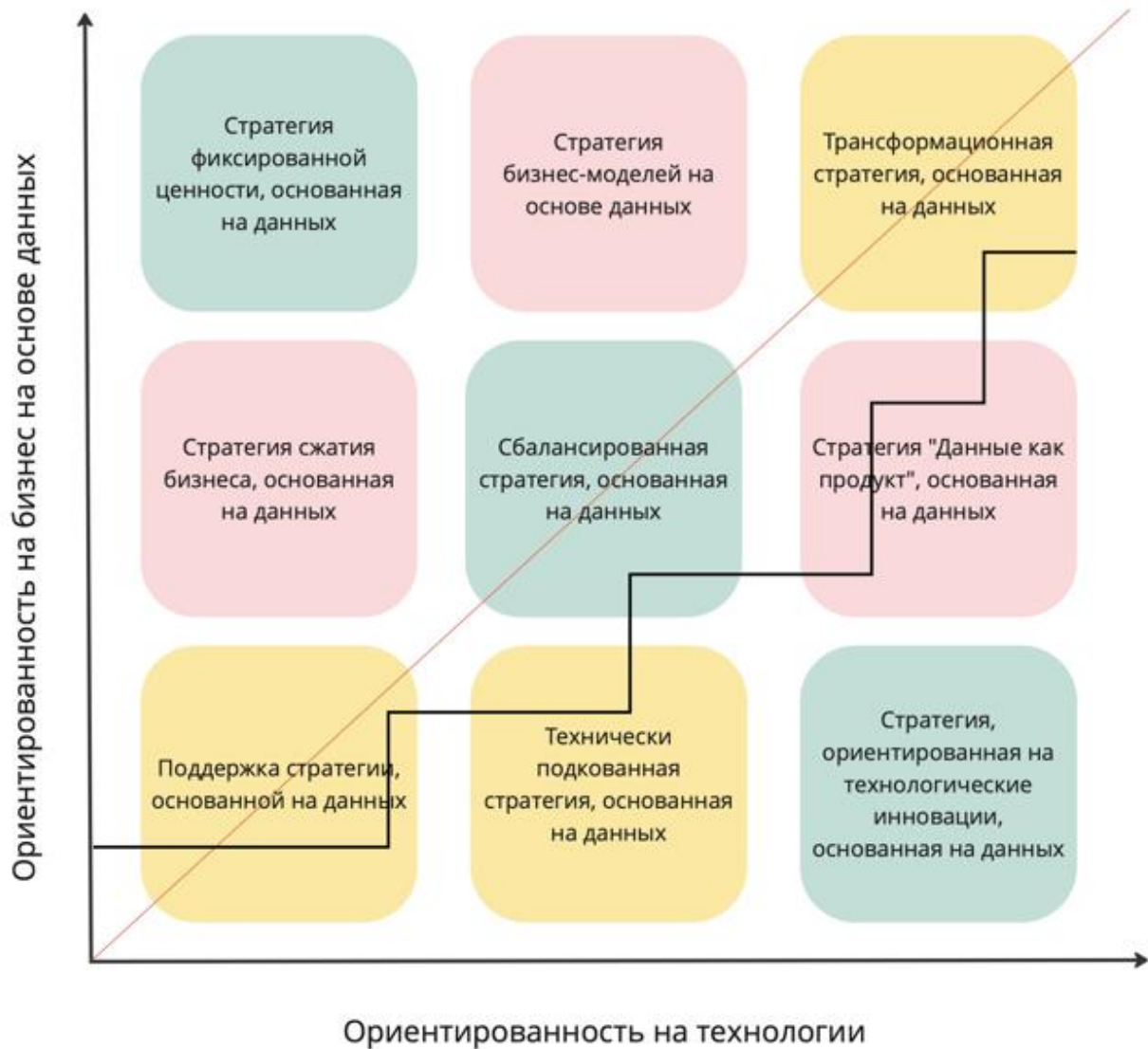


Рисунок 1 – Стратегическая матрица Data-driven retailing

Источник: составлено авторами на основе [14]

Обзор существующих методик для оценки уровня цифровой зрелости. Исследователи А. Б. Мовсеян и Е. И. Распопин в своей работе определяют четыре уровня цифровой зрелости: начальный, базовый, продвинутый, передовой [15]. Оцениваются такие ключевые факторы, как изменение потребительских предпочтений, развитие отечественных технологий и развитие цифровых компетенций. Классификация также отражает уровень использования цифровых технологий в ключевых бизнес-процессах.

Эксперты Центра подготовки РЦТ ВШГУ РАНХиГС разработали методику оценки уровня цифровой зрелости государственных организаций на базе методологии

Сбербанка [16]. Она включает в себя оценку по шкале от 0 до 3 баллов по семи основным блокам:

- 1) Цифровая культура.
- 2) Соответствие кадров цифровым компетенциям.
- 3) Применение методологий процессного управления и Agile в управлении компанией.
- 4) Регулярная продуктовая аналитика предлагаемых цифровых решений.
- 5) Применения цифровых бизнес-моделей.
- 6) Безопасность используемых данных и обеспечения доступа к ним.
- 7) Цифровая инфраструктура.

Еще одна методика оценки уровня цифровой зрелости – индекс зрелости индустрии 4.0 Asatech, который помогает определить этап, на котором находится трансформация компании, на пути к возможности максимально быстрой адаптации к изменениям рыночной среды. Оценка производится с учетом технологий, культурных ценностей компании и организационной структуры. Главный фокус в данном методе идет на бизнес-процессы компании. Выделяют 6 этапов [17]:

1) Информатизация как основа для цифровизации.

2) Связанность, когда на смену разделенному внедрению информационных технологий приходят взаимосвязанные элементы. Конечный этап цифровизации.

3) Наглядность, актуальная цифровая модель компании, когда датчики фиксируют выполнение процессов с самого начала до конца с огромным количеством точек ввода данных. Это первый этап перехода к индустрии 4.0.

4) Проницаемость. На данном этапе производится анализ первопричин. Технологии, поддерживающие анализ Big Data помогают обеспечить понимание, как работают процессы, что необходимо для дальнейшего принятия решений менеджерами компании.

5) Предсказуемость. Этап, когда компания может моделировать будущие сценарии и определять наиболее вероятные из них.

6) Самокоррекция. Конечная цель – возможность в максимально короткий срок, без участия человека принимать решения для быстрой адаптации к меняющейся бизнес-среде.

Методика оценки цифровой зрелости Data-driven retailing фокусируется, прежде всего, на использовании данных в процессе принятия решений, которая в конечном итоге, по аналогии с методикой индустрии 4.0 Asatech, приведет к последовательному, всеобъемлющему совершенствованию компании. В этой методике выделяется 5 этапов:

1) Data Beginner, характеризующийся общей низкой ценностью данных для руководителей или их отсутствием.

2) Data Challenger: ценность решений, основанных на фактах, признается, но внутренняя неэффективность ограничивает менеджеров в их широком использовании.

3) Data Explorer: менеджеры используют данные в целях корректного описания прошлого и ожидают, что краткосрочное будущее будет предсказуемо на основе прошлого.

4) Data Advanced: горизонт расширяется до будущего, охватывая 5–6 месяцев прогнозирования, и менеджеры в основном используют данные практически в режиме реального времени в каждом процессе.

5) Data Champion – активное использование данных в каждом решении, независимо от их происхождения (маркетинг, операции, внешние данные, например, от поставщиков или из отчета консалтинговых).

Оценка уровней цифровой зрелости проходит по ряду доменов: Управление на основе данных, Данные и системы, Организация, культура и компетенция, Уровень проникновения (данных) в бизнес-процессы, Цифровые бизнес-модели, Клиентский опыт CVP и CX, Инвестиции и затраты, Управление инновациями.

Методика оценки цифровой зрелости от Google и Boston Consulting Group (BCG) фокусируется на маркетинге и продажах и состоит из четырех этапов:

1) Зарождение. Основное внимание уделяется улучшению качества данных путем объединения ранее фрагментированной информации в одном хранилище. Этот процесс требует активного участия стейкхолдеров.

2) Развитие. Происходит улучшение опыта и внедрение новых технологий.

3) Сотрудничество. Внедрение data-driven процессов для повышения производительности. Для увеличения продаж применяются онлайн и офлайн данные.

4) Мультифакторность. Данный этап характеризуется оптимизацией операционной деятельности по всем каналам, включая продажи, маркетинг и ИТ. Применяется data-driven подходы для анализа и принятия решений.

Еще одна методика оценки цифровой зрелости – методика Делойта, которая охватывает 6 основных бизнес-направлений: клиенты, стратегия, технологические операции, данные и организационная структура с 28 измерениями и 179 цифровыми критериями. Делойт также выделял семь пунктов, которые идентифицируют компанию, находящуюся на пути к цифровой зрелости:

- 1) Гибкая и безопасная инфраструктура.
- 2) Владение данными.
- 3) Квалифицированные специалисты, разбирающиеся в цифровых технологиях.
- 4) Управление экосистемой.
- 5) Интеллектуальные рабочие процессы.
- 6) Единый клиентский опыт.
- 7) Адаптивность бизнес-модели.

Систематизируя ряд зарубежных и отечественных исследований в области цифровой трансформации, существующих трендов на рынке и применяемых цифровых технологий, при разработке методики оценки и подборе необходимых критериев для проведения оценки, необходимо учитывать ряд особенностей отрасли и существующей внутри нее проблематики.

1) Изменение потребительского поведения из-за ухода привычных товаров с рынка, смещением интереса в сторону e-commerce, снижение покупательской способности и уменьшение среднего чека потребительской корзины.

2) Проблемы на уровне цепочки поставок, которые связаны с санкционной политикой иностранных государств, и как следствие, увеличением времени поставки товаров, повышением финансовых затрат и недостаточной степенью прозрачности.

3) Корпоративная культура, не стимулирующая инновации. Ситуация, когда компания пытается выжить на высоко конкурентном рынке, фокусируясь на операционных задачах.

4) Недостаточная степень осведомленности сотрудников и низкий уровень их квалификации в контексте применения цифровых технологий. Так происходит, когда в компаниях нет практики выявления и запуска инноваций и корпоративных стартапов, а также отсутствуют ресурсы для инновационных проектов.

5) Фрагментация знаний о технологиях. Слепое внедрение популярных технологий без учета контекста и специфики самой компании ведет большим затратам и отсутствию видимого эффекта.

Полученные результаты. В работе Курочкиной А. А. [18] цифровая зрелость определяется как показатель, задача которого состоит обозначении готовности к проведению мероприятий по цифровой трансформации.

Кроме того, он демонстрирует уровень развитости компаний в плане применения цифровых решений и технологий, выступая как комплексный показатель. И чем он выше, тем более технологичным считается предприятие, и, следовательно, тем более оно востребовано у потребителей.

Проанализированные ранее методики оценки цифровой зрелости применяются в реальной практике компаний сферы ритейла. Однако они имеют ряд недостатков. Прежде всего, подходы к оценке цифровой зрелости компании не учитывают ее инвестиционный потенциал, то есть финансовые ресурсы, которые она готова вложить в развитие своих цифровых возможностей. Компании, которые ограничены финансово и могут обеспечить только текущую операционную деятельность, зачастую не видят ценности в цифровой трансформации и не заинтересованы в ней. Кроме того, многие методики оценки не учитывают клиентский опыт, хотя в отрасли розничной торговли именно он играет ключевую роль. Некоторые методики также не принимают во внимание текущий уровень внедрения цифровых инструментов, хотя даже фрагментарное внедрение может быть важным показателем готовности компании к развитию и использованию цифровых технологий. И наконец, во многих методиках оценки уделяется недостаточное внимание безопасности цифровой инфраструктуры компании и уровню ее защиты, критически важные как для персонала, так и для потребителей.

По результатам проведенного анализа существующих методик оценки цифровой зрелости автором была разработана улучшенная методика, учитывающая оценку инвестиционного потенциала, клиентский опыт, критически важный для компаний сферы ритейла и оценку уровня безопасности.

Выделим ключевые домены для оценки цифровой зрелости отрасли.

- 1) Персонал.
- 2) Процессы.
- 3) Бизнес-модель.
- 4) Безопасность.
- 5) Клиентский опыт.
- 6) Цифровая инфраструктура.
- 7) Инвестиции.
- 8) Данные.
- 9) Продукт.

Предлагается следующий набор показателей для оценки выраженности каждого домена в ритейле (рисунок 2). Ввиду разной размерности сформированных показателей, рекомендуется провести балльную оценку с выделением степени критичности того или иного показателя для проведения цифровой трансформации предприятия. Выделяем три степени критичности:

- 1) Критичный (удельный вес: 8 баллов).
- 2) Важный (удельный вес: 5 баллов).
- 3) Пожелание (удельный вес: 2 балла).

Далее производим оценку степени развития данного показателя у предприятия по десятибалльной шкале. Формируем итоговый столбик, где перемножаем удельный вес и оценку степени развития. Это будет общий балл.

На третьем этапе мы подводим итоги, сложив общее количество баллов по каждому критерию, что позволяет нам определить общую оценку уровня цифровой зрелости. Её можно сопоставить с максимальным возможным значением, когда каждый показатель имеет оценку 10. Умножив полученное значение на 100%, мы определяем то количество процентов, на которое предприятие может оценить свой уровень цифровой зрелости.

С учетом полученных результатов компания может предпринять различные способы повышения своего цифрового статуса по достижению высокого уровня конкурентоспособности на рынке.

1) Согласно полученной оценке в домене «Персонал», компания может провести аудит компетенций сотрудников и составить дорожную карту развития персонала для достижения ими уровня квалификации для освоения необходимых цифровых технологий.

2) На основе анализа домена «Процессы» компания может определить количество и степень автоматизации ключевых бизнес-процессов, выявить проблемные места и необходимые для их оптимизации цифровые технологии, представленные на рынке ИТ.

3) Оценка домена «Бизнес-модель», применимо конкретно к отрасли ритейла, позволит определить количество и качество

каналов сбыта в офлайн и онлайн, выявить путем конкурентного анализа и трендвинга новые возможности для роста и тем самым проложить себе путь к омникальности и новым стратегиям монетизации.

4) Один из важных пунктов во время проведения цифровой трансформации – это безопасность. Оценка этого домена и ее детальный анализ позволит улучшить уровень кибербезопасности для клиентов и сотрудников, внедрить современные способы защиты данных и информации с учетом текущего технологического стека, который есть у компании, и конечно, обеспечить соблюдение соответствующих стандартов и требования законодательства.

5) На основании проведенной оценки домена «Клиентский опыт» компания сможет разработать персонализированные цифровые решения и сервисы, которые будут наиболее релевантны по отношению к существующим потребностям и предпочтениям потребителей.

6) Проведенная оценка домена «Цифровая инфраструктура» определит те части экосистемы компании, в которые необходимо интегрировать цифровые технологии, облегчающие передачу и обработку данных. Это позволит обеспечить высокую доступность и отказоустойчивость системы.

7) На основе оценки домена «Инвестиции» компания сможет определить стратегические приоритеты финансирования, что позволит выделить необходимые финансовые ресурсы на развитие цифровых технологий и инноваций, и рационально оценить, нуждается ли компания на данном этапе своего развития в проведении цифровой трансформации или нет.

8) Согласно полученной оценке домена «Данные», компания сможет оптимизировать процесс работы с большим объемом информации, внедрить новые аналитические инструменты для построения точных прогнозных моделей и для принятия решений на основе данных.

9) Оценка домена «Продукт» позволит оценить конкурентные преимущества, которые предлагает компания на рынке и расширить ассортиментную матрицу.



Рисунок 2 – Ключевые домены разработанной методики оценки цифровой зрелости компании в сфере ритейла

Источник: составлено авторами

Выводы. Сфера ритейла является одним из лидеров в процессе интеграции цифровых инструментов в свои бизнес-процессы. Цепочка событий 2022 г. (нарушение логистики, поиск поставщиков, замена ПО) запустила дополнительные изменения в потребительском поведении, что стало еще одним

катализатором на пути к становлению модели Retail 4.0.

Очевидно, что ритейл уже преодолел несколько этапов развития на пути становления цифровой трансформации, и в ближайшей перспективе она будет ориентирована на пять ключевых трендов:

1) Омникальность и формирование единой среды для покупателя.

2) Экосистемный подход к организации торговли.

3) Использование ИИ и ML для прогнозирования потребительского поведения и повышения лояльности.

4) Роботизация.

5) Data-driven подход к организации операционной деятельности.

В рамках исследования оценки уровня готовности розничной торговли в России к процессу цифровой трансформации можно выделить несколько ключевых преимуществ данного подхода:

1) Повышение эффективности бизнес-процессов: цифровая трансформация позволяет автоматизировать и оптимизировать ключевые операции, что увеличивает производительность труда, сокращает временные затраты и уменьшает вероятность ошибок.

2) Улучшение клиентского опыта: использование цифровых технологий в розничной торговле позволяет создавать персонализированные предложения для клиентов,

улучшать сервис и упрощать процессы покупки, что способствует увеличению лояльности.

3) Расширение географии и каналов продаж: цифровая трансформация открывает новые возможности для розничных компаний в плане расширения географии продаж и диверсификации каналов обслуживания клиентов через онлайн-платформы и цифровые решения.

4) Улучшение управленческих решений: цифровая трансформация предоставляет компаниям более точные и актуальные данные для принятия стратегических решений, а также позволяет быстро реагировать на изменения на рынке и в поведении потребителей.

Предложенная методика оценки цифровой трансформации приоритизирует задачи и учитывает динамично изменяющуюся среду цифровой трансформации на рынке ритейла. Это позволит выбрать наиболее релевантную стратегию для предприятия на матрице data-driven retailing и обрести дополнительные конкурентные преимущества.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>
2. Тренды FMCG-рынка в 2024 году // NielsenIQ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nielseniq.com/global/ru/insights/commentary/2023/trendy-fmcg-rynka-v-2024-godu/>
3. Cakir G., Iftikhar R., Bielozorov A., Pourzolfaghar Z., Helfert M. Omnichannel Retailing: Digital Transformation of a Medium-Sized Retailer // *Journal of Information Technology Teaching Cases*. 2021. № 11 (2). С. 122–126. (In Eng.). DOI:10.1177/2043886920959803.
4. Антинескул Е. А. Особенности становления продовольственного ритейла в условиях развития экономики сферы услуг территорий России // *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2023. № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stanovleniya-prodovolstvennogo-riteyla-v-usloviyah-razvitiya-ekonomiki-sfery-uslug-territoriy-rossii>
5. Вайсман Е. Д., Коротовских А. Е. Методический подход к оценке готовности промышленного предприятия к цифровой трансформации // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент*. 2021. № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-gotovnosti-promyshlennogo-predpriyatiya-k-tsifrovoy-transformatsii>
6. Data-driven retailing: стратегическая матрица цифровой трансформации розничных компаний

References

1. Decree of the President of the Russian Federation from 21.07.2020 N 474 «On National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030». Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (In Russ.).
2. FMCG Market Trends in 2024. *NielsenIQ*. Available at: <https://nielseniq.com/global/ru/insights/commentary/2023/trendy-fmcg-rynka-v-2024-godu/> (In Russ.).
3. Cakir G., Iftikhar R., Bielozorov A., Pourzolfaghar Z., Helfert M. Omnichannel Retailing: Digital Transformation of a Medium-Sized Retailer. *Journal of Information Technology Teaching Cases*. 2021. No. 11 (2). pp. 122–126. DOI:10.1177/2043886920959803.4.
4. Antineskul E. A. Features of the Formation of Food Retail in the Context of the Development of the Economy of Service Sectors in Russian Territories. *Nauchnyye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii*. 2023. No. 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stanovleniya-prodovolstvennogo-riteyla-v-usloviyah-razvitiya-ekonomiki-sfery-uslug-territoriy-rossii> (In Russ.).
5. Vaisman E. D., Korotovskikh A. E. Methodical Approach to Assessing the Ready of Industrial Enterprise to Digital Transformation. *Bulletin of SUSU. Series: Economics and Management*. 2021. No. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-gotovnosti-promyshlennogo-predpriyatiya-k-tsifrovoy-transformatsii> (In Russ.).
6. Data-driven Retailing: Strategic Matrix of Digital Transformation of Retail Companies. Available at:

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/u/530114-aleksandr-shubin/802279-data-driven-retailing-strategicheskaya-matrica-cifrovoitransformacii-roznicnyh-kompanii>
7. Walmart Says it Will Use AI to Restock Customers' Fridges [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbsnews.com/news/walmart-artificial-intelligence-retail/> (In Eng.).
8. Nozari H., Fallah M., Kazemipoor H., Najafi S. E. Big Data Analysis of IoT-based Supply Chain Management Considering FMCG Industries // *Business Informatics*. 2021. Т. 15. № 1. С. 78–96. (In Eng.). DOI: 10.17323/2587-814X.2021.1.78.96.
9. Теперь ценники в «Пятерочке» проверяет робот // *Skillbox Media* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/business/teper-tsenniki-v-pyatyerochke-proveryaet-robot/>
10. X5 начинает роботизацию распределительных центров // *X5Group* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.x5.ru/ru/news/x5-nachinaet-robotizaciyu-raspredelitelnyh-centrov/> (In Russ).
11. Внедрение технологий на базе ИИ может принести X5 в 2024 году миллиарды рублей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/20612945>
12. «Яндекс» подключил доставку роботами-курьерами из сторонних магазинов в Москве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/trade/231155-yandeks-podklyuchil-dostavku-robotami-kurerami-iz-storonnih-magazinov-v-moskve> (In Russ.).
13. Цифровизация ритейла 2023–2025: тенденции и актуальные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agora.ru/blog/tsifrovizatsiya-riteyla-2023-2025/> (In Russ.).
14. Шубин А., Рюхов П. Data-driven Retailing: Стратегическая матрица и Модель зрелости цифровой трансформации розничных компаний. – Изд.: Litres, 2023. – 40 с.
15. Movsesyan A. B., Raspopin E. I. Methodology for Assessing the Readiness of a State Organization to Digital Transformation Based on the Movsesyan-Raspopin. *Issledovaniya v tsifrovoy ekonomike*. 2023. No. 2. С. 75–111. DOI: 10.24833/14511791-2023-2-75-111.
16. Оценка текущего состояния. Цифровая зрелость // *cdto.ranepa* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://strategy.cdto.ranepa.ru/4-2-cifrovaya-zrelost> (In Russ.).
17. Шу Г., Андерл Р., Гауземейер Ю., тен Хомпель М., Вальстер В. (и др.). Индекс зрелости Индустрии 4.0. Управление цифровым преобразованием компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf (In Russ.).
18. Курочкина А. А., Назаров К. А. Цифровая трансформация как основное направление эволюции бизнеса: обзор литературы // *Прогрессивная экономика*. 2023. № 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-kak-osnovnoe-napravlenie-evolyutsii-biznesa-obzor-literatury> (In Russ.).
7. Walmart Says it Will Use AI to Restock Customers' Fridges. Available at: <https://www.cbsnews.com/news/walmart-artificial-intelligence-retail/>
8. Nozari H., Fallah M., Kazemipoor H., Najafi S. E. Big Data Analysis of IoT-based Supply Chain Management Considering FMCG Industries. *Business Informatics*. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 78–96. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.1.78.96.
9. Now Price Tags in Pyaterochka are Checked by a Robot. *Skillbox Media*. Available at: <https://skillbox.ru/media/business/teper-tsenniki-v-pyatyerochke-proveryaet-robot/> (In Russ.).
10. X5 Starts Robotization of Distribution Centers. *X5Group*. Available at: <https://www.x5.ru/ru/news/x5-nachinaet-robotizaciyu-raspredelitelnyh-centrov/> (In Russ).
11. Implementation of AI-based Technologies can Bring Billions of Rubles to X5 in 2024. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/20612945> (In Russ.).
12. «Yandex» Connected Delivery by Robot Couriers from Third-party Stores in Moscow. Available at: <https://vc.ru/trade/231155-yandeks-podklyuchil-dostavku-robotami-kurerami-iz-storonnih-magazinov-v-moskve> (In Russ.).
13. Digitalization of Retail 2023–2025: Trends and Actual Solutions. Available at: <https://www.agora.ru/blog/tsifrovizatsiya-riteyla-2023-2025/> (In Russ.).
14. Shubin A., Ryukhov P. Data-driven Retailing: Strategic Matrix and Maturity Model of Digital Transformation of Retail Companies. *Litres*. 2023. 40 p. (In Russ.).
15. Movsesyan A. B., Raspopin E. I. Methodology for Assessing the Readiness of a State Organization to Digital Transformation Based on the Movsesyan-Raspopin. *Issledovaniya v tsifrovoy ekonomike*. 2023. No. 2. pp. 75–111. (In Russ.). DOI: 10.24833/14511791-2023-2-75-111.
16. Current State Assessment. Digital Maturity. *cdto.ranepa*. Available at: <https://strategy.cdto.ranepa.ru/4-2-cifrovaya-zrelost> (In Russ.).
17. Schu G., Anderl R., Gausemeyer U., ten Hompel M., Walster W. (et al.). Industry Maturity Index 4.0 - Managing the Digital Transformation of Companies. Available at: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf (In Russ.).
18. Kurochkina A.A., Nazarov K.A. Digital Transformation as the Main Direction of Business Evolution: Review of Literature. *Progressivnaya ekonomika*. 2023. No. 7. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-kak-osnovnoe-napravlenie-evolyutsii-biznesa-obzor-literatury> (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 23.08.2024.
The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 23.08.2024.

Научная статья
УДК 338.26
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-30-37

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В КОРОЛЕВСТВЕ САУДОВСКАЯ АРАВИЯ

Елена Николаевна Кан¹, Хазима МХД Ваел²

^{1,2}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
¹2494433@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5446-1893>
²wael.hazima@gmail.com[✉], <https://orcid.org/0009-0001-2695-0173>
Язык статьи – русский

Аннотация: Статья посвящена изучению текущего состояния цифровой экономики в Саудовской Аравии, крупнейшей стране региона Персидского залива. Исследование цифровой экономики Королевства включает оценку ее уровня на основе различных глобальных цифровых показателей, которые были выбраны и определены в соответствии с принципами политики цифровой экономики Королевства. Изучено положение Саудовской Аравии и ее рейтинг по сравнению с другими странами, в частности, странами «Большой двадцатки». Проанализирована национальная стратегия, а также вклад цифровой экономики в национальную экономику. Проведен взвешенный SWOT-анализ, который позволил определить уровень текущего состояния цифровой экономики Саудовской Аравии, а также определить ее сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. В результате исследования авторами была выявлена необходимость в реализации обширных инициатив по повышению цифровой грамотности и продвижению сотрудничества между образованием и частным сектором, а также целевых программ технического образования, развития местной электронной промышленности и разработки схем антикризисного управления. Предложенные рекомендации могут быть использованы для планирования и реализации мероприятий по поддержке и ускорению процесса цифровизации экономики в Королевстве.

Ключевые слова: возможности, вызовы, инфраструктура, рекомендации, Саудовская Аравия, стратегия, цифровая экономика

Ссылка для цитирования: Кан Е. Н., Хазима МХД Ваел. Исследование текущего состояния цифровой экономики в Королевстве Саудовская Аравия // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 30–37. (На английском языке). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-30-37>.

EXAMINING THE CURRENT STATE OF THE DIGITAL ECONOMY IN THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

Elena N. Kan¹, Hazima MHD Wael²

^{1,2}ITMO University, Saint Petersburg, Russia
¹2494433@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5446-1893>
²wael.hazima@gmail.com[✉], <https://orcid.org/0009-0001-2695-0173>
Article in Russian

Abstract: The article aims to examine the current state of the digital economy in Saudi Arabia, the largest country in the Gulf region. The examination of the Kingdom's digital economy involved assessing its level based on various global digital indicators, which been picked and determined in accordance with the digital economy policy principles of the Kingdom. The position of Saudi Arabia and its ranking compared to other countries, particularly the G20 nations, was studied. The national strategy aimed at enhancing economic digitalization was analyzed, along with the contribution of the digital economy to the national economy. A weighted SWOT analysis was carried out, which made it possible to determine the level of the current state of the digital economy of Saudi Arabia, as well as to determine its strengths and weaknesses, opportunities and threats. As a result of the study, the authors identified the need for extensive initiatives to improve digital literacy and promote collaboration between education and the private sector, as well as targeted technical education programs, development of the local electronics industry and the development of crisis management schemes. The proposed recommendations can be used to plan and implement measures to support and accelerate the process of digitalization of the economy in the Kingdom.

Keywords: challenges, digital economy, infrastructure, opportunities, recommendations, Saudi Arabia, strategy

For citation: Kan E. N., Hazima MHD Wael. Examining the Current State of the Digital Economy in the Kingdom of Saudi Arabia. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 30–37. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-30-37>.

Introduction. Digital economy is an expression of the internet-based economy, dealing with digital information, digital customers, digital companies, technology, and digital products. It involves building an information society by harnessing information and communication technology to achieve various developmental goals [1]. In this context, reference can be made to the proposed definition by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) represents all economic activities that rely on the use of digital inputs, including digital technologies, digital infrastructure, digital services, data, or those facilitated and significantly enhanced by the use of digital inputs, involving all producers and consumers, including the government [2].

Generally, the digital economy aims to enhance national security. Therefore, the Kingdom of Saudi Arabia seeks to enhance its national economy by transitioning to the digital economy, following a policy approach of digital economy, and adopting technologies in all fields. During its presidency of the G20 in 2020 (Global Solutions Initiative website), Saudi Arabia focused its efforts on overcoming obstacles and addressing challenges to expand private sector participation in the digital economy. The kingdom is racing with the rest of the world to provide maximum support for national economic development, justifying the importance of conducting a study on the digital economy in Saudi Arabia.

Research Problem. What is the current status of the digital economy in the Kingdom of Saudi Arabia as one of the largest countries in the Gulf region, after years of digitalizing the economy process, with multiple entities playing significant roles? What the impact of current strengths, weaknesses, threats, and opportunities of digital economy on its level and what measures are needed to empower this economy?

The problem is the difficulty of determining the current status of the digital economy in Saudi Arabia due to the numerous initiatives and plans aimed at diversifying and digitalizing the economy. Therefore, it is essential to analyze this situation using various digital indicators and compare it with the G20 countries to identify the measures that can further develop the digital economy.

This level of awareness is deemed necessary at present, to ensure that the correct trajectory

towards the realization of the Kingdom's Vision 2030, particularly with regard to the National Transformation Program designed for its attainment [3]. In addition to the World Bank's cooperation with the Saudi government to develop its digital economy and achieve its goals of diversifying economic activity, inclusion, quality of life, sustainability, and excellence in government services [4].

Thus, this article aims to analyze the current status of the digital economy in Saudi Arabia, compare it with G20 countries to identify effective digitalization tools, and draw attention to the main weak points that will be found during the analysis process.

Literature Review. The digital economy encompasses various dimensions, prominently marked by the widespread adoption of the internet, transforming business models fundamentally. Wargin and Dobiéy (2001) emphasize this shift, highlighting the imperative for businesses to adapt to new technologies and customer expectations to remain competitive [5]. Cadden and Lueder (2012) further delineate the digital economy into E-Business and E-Commerce, providing insights into managing modern business challenges effectively [6].

Digital Economy Policy Principles in the Kingdom of Saudi Arabia are: Access, Technology Adoption and Use, innovation, human capital, social prosperity and inclusion, trust in the digital ecosystem, and open markets. The Ministry of Communications and Information Technology has specified this policy to be its objective is to drive growth of the digital economy by informing the public sector, private enterprises, and the international community of the Kingdom of Saudi Arabia's stated position on matters related to the digital economy. The policy sets out guiding principles for government agencies to leverage the digital economy through their respective mandates to drive diversification and sustainability across the economy, and create a more competitive advantage for the Kingdom [7].

Alawadhi and Morris (2009) delve into the factors influencing e-government adoption in Kuwait, leveraging the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model. Their study offers valuable insights into the complexities surrounding e-government adoption, shedding light on the role of

usefulness, ease of use, bureaucratic reforms, cultural influences, and awareness levels [8].

Eid R., Badewi A., Selim H., El-Gohary H. (2019) investigate the entrepreneurial intention (EI) of senior university students, focusing on Emirati nationals and expatriates in the city, by integrating the theory of planned behavior (TPB) with the entrepreneurial event model (EEM) and extending the combined model to include personality characteristics of entrepreneurs. By adopting a positivist research approach with a quantitative survey strategy, including structural equation modeling, the authors provide valuable insights into the cognitive and psychological factors influencing entrepreneurial perceptions and intentions. This research contributes significantly to the field by offering a comprehensive framework that considers not only entrepreneurs' perceptions but also their underlying cognitive and psychological characteristics, thereby enhancing our understanding of the mechanisms driving entrepreneurial intention among university students [9].

El-Sofany et al. (2012) provide a comprehensive analysis of e-government in Saudi Arabia, identifying barriers, challenges, and opportunities for development. The paper culminates in a quantitative analysis of survey responses obtained from citizens and employees in the public sector, providing empirical insights into the state of e-government in KSA. Their study underscores the significance of ICT investment in

driving economic growth and offers recommendations for enhancing e-government performance [10].

Similarly, Saeed and Al-Maliki (2013) assess ICT investment in Saudi Arabia, emphasizing its role in economic diversification. By analyzing the impact of ICT investment and the government's role through successive five-year plans. Their study evaluates government strategies, highlighting areas needing attention such as ICT infrastructure, skilled personnel, education integration, financial market development, and public awareness, to maximize ICT's benefits for Saudi Arabia's prosperity [11].

Overall, these studies contribute to understanding of the digital economy landscape and policy implications.

Research Methods and Materials. The descriptive approach was used to collect information for the theoretical framework from local and global digital economy websites, as well as data from digital economy programs in the kingdom, international and local reports, government platforms for the digital economy, and data from relevant local authorities and ministries (Table 1). In addition to a systematic review of the literature and data sources to identify relevant information for the SWOT analysis. The information gathered was then analyzed and synthesized to identify key strengths, weaknesses, opportunities, and threats for the digital economy in the Kingdom of Saudi Arabia.

Table 1

Sources Used for Research (Non-Exhaustive List)

International organizations' websites	The World Bank; European Center for Digital Competitiveness; International Telecommunication Union; United Nations; World Economic Forum; International Labour Organization; World Wide Web Foundation; UNESCO; UNCTAD; WIPO.
Government websites	Unified National Platform; Digital Government Authority; General Authority for statistics; Ministry of Communications and Information Technology; Ministry of Investment; Saudi Data & AI Authority; Ministry of Education; Saudi Electronic University.
Other websites	S&P Global; Institute for Management Development; Arthur D. Little; Digital Marketing Community.

Research Results. The Kingdom of Saudi Arabia's National Strategy for Digital Transformation, spanning from 2006 to 2030, has evolved through several action plans. These plans have aimed to enhance access to government services, build a sustainable workforce, improve citizens' experiences, foster a culture of collaboration and

innovation, establish a «Smart Government», and align with the United Nations Sustainable Development Goals and Saudi Vision 2030. Notable initiatives include the implementation of the Electronic Services Agency, known as «Yesser», and the establishment of the Digital Government Authority.

To achieve the goal of this article, it was necessary to identify the role of the digital economy in the overall economy of the Kingdom. Saudi Arabia has shown full commitment to developing the digital economy, with one of the main objectives being to unleash the potential of non-oil sectors and assist in the growth and diversification of the Saudi economy. The contribution of the telecommunications, transport, and storage sector to the Kingdom's GDP in 2020 reached approximately 146.910 billion Saudi riyals. With increased telecommunications capabilities and digital advancement, Saudi companies have the opportunity to increase revenues to around 200 billion Saudi riyals. In 2021, Saudi Arabia ranked sixteenth among the G20 countries in terms of

per capita GDP, reaching \$19,698 USD. This calculation is usually based on the contribution of the telecommunications and information technology sector to the GDP. According to the statistics of the General Authority for Statistics in Saudi Arabia in the first quarter of 2021, this sector contributed approximately 5.48% to the total GDP.

To analyze Saudi Arabia's digital economy, its strengths, weaknesses, threats, and opportunities, it was compared globally using digital economic indicators from 2020. This year was chosen due to the availability of comprehensive global statistics (Table 2). These digital indicators align with many of the Kingdom's digital economy policy principles.

Table 2

The global ranking of the Kingdom of Saudi Arabia in digital economy indicators in 2020

Source: Created by the Authors

Global Rank	Digital Economy Indicator
1 out of 15	Average speed of 5G with more than 12,000 5G towers [12]
62 out of 190	Worldwide in the Ease of Doing Business Index according to the latest World Bank annual ratings [13]
1 out of 20	Digital competitiveness in the G20 Digital Riser Report 2020 from European Center for Digital Competitiveness [14]
1 out of 193	Digital Giving Initiative Award under the category 15 [15]
2 out of 63	In cybersecurity for companies in the annual Global Competitiveness Report by the global competitiveness center
7 out of 193	Average mobile internet speed according the annual report 2020 by Ministry of Communications and Information Technology
7 out of 63	Technical development funding in the annual Global Competitiveness Report by the global competitiveness center
8 out of 20	Digital infrastructure index in the Digital Government Development Index
9 out of 140	Digital skills in the Global Competitiveness Report (GCR) for 2020 issued by the World Economic Forum
14 out of 63	In the digital transformation index for companies in the global competitiveness statistical yearbook by Institute for Management Development (IMD) according to the semi-annual report on national digital transformation
43 out of 193	Worldwide in the United Nations E-Government Development Index

Some indicators of the digital economy were studied in more detail and the Kingdom's position was compared with the countries of the G20, which include the strongest economies around the world.

1) Internet and Access. Free access to the internet in the Kingdom is among the highest rates in the world compared to several countries such as the United Kingdom and China, where 93% of

the population has internet access. Saudi Arabia ranks fourth in internet access among individuals among the G20 countries (According to International Telecommunication Union – 2019).

2) Companies and startups. Saudi companies face the imperative to not just adapt but also lead this transformation to remain competitive. With software spending at 0.4% of GDP (eighth among G20 nations) and a ratio of technicians to

the workforce ranking 11th, Saudi firms are actively embracing digitalization (According to HIS Markit before merging with S&P Global, International Labour Organization, 2020, respectively). Saudi Arabia ranks 13th in startup-friendliness among G20 countries, with a focus on replicating rather than innovating international business models. Additionally, less than 15% of startups are deeply technology-driven, posing limitations on long-term innovation prospects (According to Arthur D. Little commissioned by the Ministry of Communications and Information Technology, 2021).

3) Government. The Saudi government spearheads digital transformation efforts, utilizing digital technologies to engage citizens and advance information and communication technology across society. Notably, initiatives like the 'Absher' e-government program have propelled Saudi Arabia to a leading position globally, ranking 36th out of 193 countries in e-government transactions (According to the United Nations e-Government Survey, 2018). Moreover, the Kingdom leads (1st rank) among G20 nations in both the adoption of information and communication technology and government efficiency (According to Executive Opinion Survey, World Economic Forum, 2020).

4) Infrastructure. The Saudi government works alongside the private sector to upgrade the information and communication technology infrastructure, and the Kingdom has made significant progress in communications, as noted in key indicators (According to Ministry of Investment, 2022). As part of its national broadband plan, Saudi Arabia invests in fixed broadband networks. As of December 2020, nearly 60% of households are covered by fiber optic (compared to 23% in 2016), with an average fixed broadband speed of 79.6 megabits per second as of the fourth quarter of 2020 (compared to 21.5 megabits per second in 2016). Regarding mobile coverage, 94% of the population is covered by 4G technology as of the fourth quarter of 2020 (compared to 77.3% in 2016), and Saudi Arabia was one of the first countries to launch commercial services for 5G networks.

5) Data. Data plays a crucial role in the digital economy, driving advancements like artificial intelligence. Traditionally, Saudi Arabia lags behind its regional peers such as the UAE and Bahrain in international indices such as data

readiness, execution, and impact (According to World Wide Web Foundation, 2017). However, Saudi Arabia recently launched several projects to address this issue. In 2019, the Saudi Data and Artificial Intelligence Authority (SDAIA) was established to identify national data and strategic artificial intelligence and achieve impact through coordinated data policies, data analytics, and AI innovation.

6) Content and Services. Including software, applications, and emerging technologies like 3D printing and robotics, are vital for maximizing the benefits of the digital economy. In Saudi Arabia, investments in cutting-edge technologies such as cognitive AI, AR/VR, and big data analytics have been increasing yearly, reaching 1,150 million Saudi riyals by 2020 (According to Digital Marketing Community). The country ranks eighth in providing local online content and ninth in adopting new technologies among G20 nations, showcasing its commitment to digital advancement (According to Executive Opinion Survey, World Economic Forum, 2017).

7) Digital Skills. The Saudi government prioritizes digital skills development, notably through initiatives like transitioning to digital education by the Ministry of Education (MoE). Digital institutions like the Saudi Electronic University (SEU) have been established, offering online bachelor's and postgraduate degrees with multiple options since 2020. The number of enrolled students has reached 25,000 (According to UNESCO), so the percentage of youth and adults with ICT skills in the Kingdom is 31.43%, not far from leading digital economies like France and South Korea. However, there seems to be insufficient coordination between educational institutions and employers according to the Communications and Information Technology Commission, where 47% of the organizations surveyed in Saudi Arabia considered that recently appointed graduate employees were equipped with the necessary skills to fulfill their job responsibilities. Additionally, only 29% of Saudi employers provide training courses or training to compensate for this skills gap.

8) Trust and Security. Saudi Arabia ranks first regionally and 13th globally in cybersecurity. Despite this, trust conditions can be enhanced. E-commerce has surged, with online shopping penetration rising from 18% to 40% between 2014 and 2017. However, cash-on-

delivery remains prevalent due to security concerns, especially among key demographics like women and youth. While alternatives exist, including PayPal and Apple Pay, Hyperpay and STC Pay have gained traction. Increasing trust in digital payments is crucial for sustained e-commerce growth. The COVID-19 pandemic accelerated digital payments, reaching 75% of total transactions in 2020, with a notable -30% decrease in cash withdrawals compared to 2019, indicating growing comfort with digital transactions.

9) Regulations and Legislation. Regulatory frameworks in Saudi Arabia are advancing but may struggle to adapt to rapid technological changes. Therefore, some key areas, such as e-commerce regulation, still lag behind in maturity, for example the draft Consumer Protection Law, which has only been issued and entered into force and binding for about a year and a half, and also the Personal Data Protection Law, which is expected to enter into force in September 2024, after amendment and postponement. Saudi Arabia ranks last among G20 countries in e-commerce

legislation due to its initial systems around consumer data, privacy, and protection (According to UNCTAD, 2020).

10) Innovation. Initiatives like Fintech Saudi, launched by the Saudi Central Bank in 2018, exemplify efforts to boost the fintech industry. While progress is evident, there's room for improvement, as indicated by rankings in patent applications in the field of ICT and innovation ecosystem development (13th, 20th respectively among G20) (According to WIPO, 2020).

The SWOT analysis points were derived from the information provided and credible sources, with weights assigned based on source reliability (Table 3). International organization reports were assigned a relative weight of 1, government reports 0.5, and research papers, articles, or websites 0.2. International reports received the highest weight due to their reliance on comprehensive data, while government reports were weighted lower due to potential bias. Research papers and articles were given the lowest weight due to verification challenges.

Table 3

SWOT analysis of the digital economy of Saudi Arabia

Source: Created by the Authors

Strengths		Weaknesses	
High internet penetration rates in Saudi Arabia have led to enhanced productivity and efficiency.	0.5	High short-term unemployment	0.5
Expanding the scope of the market and integrating everyone are facilitated by services accessible to all segments of society.	1	Resistance to digital economy adoption and the desire to use traditional methods	0.2
Efficient resource utilization.	1	Limited private sector awareness	0.5
Effective governance and oversight.	1	Increased cost in constructing infrastructure as a result of importing it from abroad	0.2
Economic development and investment enhancement.	0.2	Inadequate protection and security measures for systems	1
	3.7		2.4
Opportunities		Threats	
Adopt global digital systems	1	Weak competitiveness with more developed countries.	0.5
Expand digital economy applications	1	Negative impact on national company competitiveness	0.5
Easily integrate into the global economy	1	Limited access to global business tools	0.5
Entrepreneurship growth opportunities	0.5	Increasing telecommunication costs	0.2
Unlock investment prospects and employ qualified personnel	0.5	Weakness in electricity sector infrastructure	0.2
		Vulnerability to unexpected external economic crises	0.5
	4		2.4

Conclusions. Based on the SWOT analysis weighting process, the sum of the strengths and opportunities of the current state of the digital economy in the Kingdom of Saudi Arabia is higher, indicating that the Saudi digital economy is moving in the right direction. However, it is crucial to address the weak points and mitigate threats to ensure continued progress. Two primary weak points are inadequate protection and security measures for systems and limited private sector awareness. To address these issues, several steps can be taken: enhanced security training and awareness programs to educate employees on recognizing and mitigating social engineering attacks, insider threats, and the importance of strong passwords and authentication methods; improving authentication protocols through multi-factor authentication and advanced encryption techniques; establishing strict Bring Your Own Device (BYOD) policies and providing secure access solutions for remote work to ensure that personal devices do not compromise the organization's security; launching awareness campaigns and workshops to educate the private sector about the benefits of digital transformation and the importance of cybersecurity; providing incentives such as tax breaks or grants for private sector companies that invest in digital technologies and cybersecurity measures;

and fostering collaboration between the government, private sector, and educational institutions to share best practices and resources for digitalization and security. By addressing these key areas, Saudi Arabia can enhance its digital economy's resilience and ensure it continues to progress towards its Vision 2030 goals.

The authors' recommendations are focused on the need for extensive initiatives to improve digital literacy and promote collaboration between education and the private sector. To support and accelerate the digitalization of the economy in the Kingdom, the following measures should be implemented: comprehensive digital economy training, securing applications, emphasizing technical education, establishing local electronic industries, creating specialized digital economy financing institutions, developing crisis management plans, fostering private sector investment in technology, enhancing digital skills in education, launching adult training programs for digital inclusion, fostering collaboration between universities and the private sector, and updating regulations to support digital transformation in the Kingdom of Saudi Arabia. These measures have been identified in this study; however, they will be ranked in terms of priority and urgency in a subsequent study to provide a clearer roadmap for implementation.

References

1. Perspectives on the Digital Economy in the Arab Region. *United Nation ESCWA*. 2017. Available at: https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/perspectives-digital-economy-arab-region-english_0.pdf
2. A Roadmap Toward a Common Framework for Measuring the Digital Economy. Report for the G20 Digital Economy Task Force Saudi Arabia. *OECD*. 2020. 123 p.
3. National Transformation Program. Kingdom of Saudi Arabia. *Vision 2030*. Available at: <https://www.vision2030.gov.sa/en/vision-2030/vrp/national-transformation-program/>
4. Melhem S., Graupp A., Alotaibi F. A People-Centric Approach to Digital Transformation in the Kingdom of Saudi Arabia. *World Bank*. 2023. Available at: <https://blogs.worldbank.org/en/digital-development/people-centric-approach-digital-transformation-kingdom-saudi-arabia>
5. Wargin J., Dobiéy D. E-business and Change – Managing the Change in the Digital Economy. *Journal of Change Management*. 2001. Vol. 2:1. pp 72–82. DOI: 10.1080/714042483.
6. Cadden D., Lueder S. L. Small Business Management in the 21st Century. *Saylor Foundation*. 2012. 873 p.
7. Digital Economy Policy in the Kingdom of Saudi Arabia. *Ministry of Communications and Information Technology*. 5 p.
8. Al Awadhi S., Morris A. Factors Influencing the Adoption of E-government Services. *Journal of Software*. 2009. No. 46. pp. 584–590.
9. Eid R., Badewi A., Selim H., El-Gohary H. Integrating and extending competing intention models to understand the entrepreneurial intention of senior university students. *Education+Training*. 2019. Vol. 61. No. 2. pp. 234–254. DOI: 10.1108/ET-02-2018-003010.
10. El-Sofany H. F., Tourki T. A., Howimel H. A., Sadoon A. A. E-government in Saudi Arabia: Barriers, Challenges and its Role of Development. *International Journal of Computer Applications*. 2012. Vol. 48. No. 5. DOI:10.5120/7344-0119.
11. Saeed Q., Al-Khalidi Al-Maliki. Information and Communication Technology (ICT) Investment in the Kingdom of Saudi Arabia: Assessing Strengths and

- Weaknesses. *Journal of Organizational Knowledge Management*. 2013. Vol. 2013. 450838.
DOI: 10.5171/2013. 450838.
12. Fogg I. Benchmarking the Global 5G User Experience. 2020. Available at: <https://www.opensignal.com/2020/10/13/benchmarking-the-global-5g-user-experience-october-update>
13. Ease of Doing Business in Saudi Arabia. *Trading Economics*. Available at: <https://tradingeconomics.com/saudi-arabia/ease-of-doing-business>
14. Meissner P., Poensgen C., Schweinsberg K. Digital Riser Report 2020. *European Center for Digital Competitiveness by ESCP business school*. 2020. 52 p. Available at: https://digital-competitiveness.eu/wp-content/uploads/ESCP03_Digital-Riser-Ranking_2020-09-14-1.pdf
15. World Summit on the Information Society Prizes 2020. *WSIS Prizes*. 2020. Available at: <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2020/Winners>

Научная статья
УДК 658.51:004
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-38-46

ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ СХЕМЫ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ ЦИКЛЫ ПРОИЗВОДСТВА КАК СОВОКУПНОСТЬ РАЗНОРОДНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Михаил Алексеевич Ивлев^{1✉}, Дмитрий Евгеньевич Рябов²

^{1,2}Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия

¹ivlev-ma@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0001-8039-7543>

²dmetrei.ryabov@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-6238-880X>

Язык статьи – русский

Аннотация: Статья посвящена разработке механизма эффективного использования имеющихся ресурсов организационной системы (ОС) производственного предприятия, имеющего каскадную модель жизненного цикла производства, в условиях необходимости оперативного увеличения объема выпускаемой продукции и сокращения сроков поставок продукции заказчику. Объект исследования: механизм ресурсного управления ОС. Предмет исследования: формальные аспекты этого механизма, способствующие снижению риска принятия нерациональных эвристических решений. Цель исследования: разработка формализованного описания эффективного механизма ресурсного управления ОС. Методы: ресурсный и процессный подходы к управлению, метод управления проектами и аналогий, методы и средства схематического моделирования электронных средств. Основные результаты и их значимость: для отдельных бизнес-процессов и всего цикла производства на основе введенных компонентов построены формализованные схемы механизма оптимального ресурсного управления ОС, что позволило на основе их применения повысить эффективность использования имеющихся ресурсов предприятия и увеличить выработку (темп производства) его конечной продукции. Показаны ограничения развиваемого подхода.

Ключевые слова: модели механизма управления, организационная система, промышленное производство, согласование бизнес-процессов

Ссылка для цитирования: Ивлев М. А., Рябов Д. Е. Формализованные схемы механизма управления организационной системой, реализующей циклы производства как совокупность разнородных бизнес-процессов // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 38–46. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-38-46>.

FORMALIZED MANAGEMENT MECHANISM SCHEMES OF THE ORGANIZATIONAL SYSTEM IMPLEMENTING PRODUCTION CYCLES AS A SET OF HETEROGENEOUS BUSINESS PROCESSES

Mikhail A. Ivlev^{1✉}, Dmitry E. Ryabov²

^{1,2}Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

¹ivlev-ma@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0001-8039-7543>

²dmetrei.ryabov@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-6238-880X>

Article in Russian

Abstract: The article is devoted to the development of a mechanism for the efficient use of available resources of the organizational system (OS) of a manufacturing enterprise with a cascade model of the production life cycle, in the context of the need to promptly increase the volume of manufactured products and reduce the time of delivery of products to the customer. Object of study: mechanism of resource management of the OS. Subject of study: formal aspects of this mechanism that help reduce the risk of making irrational heuristic decisions. Purpose of study: development of a formalized description of an effective mechanism of resource management of the OS. Methods: resource and process approach to management, project management and analogy method, methods and means of schematic modeling of electronic means. Main results and their significance: for individual business processes and the entire production cycle, based on the introduced components, formalized diagrams of the mechanism of optimal resource management of the OS were constructed, which made it possible, based on their application, to increase the efficiency of using the available resources of the enterprise and increase the output (rate of production) of its final products. Limitations of the developed approach are shown.

Keywords: coordination of business processes, industrial production, models of management mechanism, organizational system

For citation: Ivlev M. A., Ryabov D. E. Formalized Management Mechanism Schemes of the Organizational System Implementing Production Cycles as a Set of Heterogeneous Business Processes. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 38–46. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-38-46>.

Введение и постановка цели работы.

Объектом настоящего исследования выбран механизм принятия решений по управлению ресурсами организационной системы (ОС) научно-производственного предприятия (НПП). Особенностью стратегии развития и обеспечения конкурентоспособности многих НПП является становление и развитие сквозной технологии «проектирование – производство» создания наукоемкой продукции. Руководство предприятия, заинтересованное в получении максимального дохода, ставит задачу увеличения объема ее выпуска. Этому способствуют также и внешние обстоятельства. Востребованность такой продукции отечественными потребителями в последние годы существенно возросла, во-первых, в связи со сложностями в ее поставках из «недружественных» стран и, во-вторых, вследствие увеличения госзаказа [1]. Такая деятельность НПП, не вызывая перегрузку ресурсов на стадии проектирования (специализированное оборудование НИОКР), сопровождается неравномерной загрузкой ресурсов, относящихся к отдельным фазам производственной реализации разработанных прототипов изделий. Особенности рассматриваемой предметной области состоят в следующем.

1) Производственные ресурсы являются постоянными – за время подготовки произ-

водства и выпуска серии продукции количество и характеристики производственных ресурсов не изменяются. Эта особенность ресурсов характерна для динамичных производств рассматриваемых НПП, номенклатура продукции которых меняется быстрее изменений производственных фондов.

2) Жизненный цикл (ЖЦ) производства наукоемкой продукции (например, электронного приборостроения) представляет совокупность последовательно выполняемых бизнес-процессов (БП), каждый из которых осуществляется на основе определенного вида производства [2] и требует соответствующего, специфического для данного БП, производственного ресурса (оборудование, станки, производственные линии). Ресурсы, необходимые для выполнения работ в одном БП, не могут быть применены в других, поэтому такие БП являются в рассматриваемом аспекте разнородными.

3) Вследствие различий величин трудоемкостей БП, реализуемых при равных величинах рабочего времени (например, пятидневная рабочая неделя с восьмичасовым рабочим днем), имеет место различие в выработке (производительности) изготовления промежуточных изделий (компонентов, узлов) в разных БП и конечной продукции [3]. В таблице 1 приведен такой пример [4].

Таблица 1

Пример совокупности БП электронного приборостроения, трудоемкости работ и выработки ресурсов при их базовой загрузке (5 рабочих дней в неделю по 8 часов)

Виды производства				
Заготовительное	Обрабатывающее	Химико-технологическое	Сборочное	Регулировка
i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
Базовая загрузка, T_i^B , мин/нед.				
2400	2400	2400	2400	2400
Трудоемкость изготовления по бизнес-проектам TR_i , мин/шт.				
156	170	284	208	120
Производительность (выработка) в неделю, P_i , шт/нед.				
$P_{зп}$	$P_{об}$	$P_{хт}$	$P_{сб}$	P_p
15	14	8	11	20

Виды производства [2], реализуемые в указанных БП, соответствуют укрупненному процессу изготовления изделий отрасли электронного приборостроения. Каскадная модель этого процесса, приведенная в [4], характеризует взаимодействие смежных (по ЖЦ) БП как «производитель – потребитель» промежуточных изделий. В примере (таблица 1) общая выработка производства ограничена производительностью ресурсов БП химико-технологического производства и составляет минимальную величину – 8 изделий в неделю. Это означает возникновение простоев ресурсов в одних БП и перегрузке в других, наличие объемного незавершенного производства, что в целом свидетельствует о нарушении принципов «бережливого производства» [5], получивших развитие и широкое применение [6].

Целью исследования ставится разработка модели такого механизма ресурсного управления ОС НПП с разнородными БП, который целенаправленно обеспечивает максимальную выработку имеющихся ресурсов.

Литературный обзор. Известны работы в области управления и планирования производственных мощностей, например, [7], в том числе с использованием цифровых платформ [8] и информационных систем [9]. Однако полученные в указанных работах важные результаты не позволяют решить рассматриваемую проблему. Наиболее близким подходом к управлению ОС, обеспечивающим выравнивание загрузки ресурсов предприятия, является методология управления проектами (УП) [10]. Но в отличие от ресурсной проблемы, для которой в проектном подходе найдено формализованное решение и разработан автоматизированный инструмент ее устранения (например, автоматизированная система УП Spider Project [11]) на основе очередного применения «проблемного» ресурса на нескольких работах (здесь – БП), поставленную задачу этим подходом решить невозможно, поскольку в рассматриваемой предметной области ресурс, примененный в одном БП, нельзя применить в других вследствие их разнородности. Эти факты свидетельствуют об актуальности исследования.

Основание, методы и задачи исследования. В работе применен процессный подход к управлению, который позволил

представить фазы ЖЦ производства как совокупность БП, требующих согласования. Целенаправленный формализованный подход к управлению предполагает наличие семантического основания механизма управления. Таковым для рассматриваемой задачи управления является парадигма ресурсного управления ОС [4]. Она предусматривает введение для каждого БП такого дифференцированного рабочего времени, базового и дополнительного, чтобы выровнять (согласовать) производительности работ во всех БП и исключить простой ресурсов ежедневно в течение первой рабочей смены. Проектный подход обеспечивает рассмотрение альтернативных способов выравнивания ресурсов, метод аналогий используется для расширения области применения известных способов формализации объектов анализа на новые задачи. Графические методы схемотехнического моделирования электронных средств используются здесь как прототипы описания механизма управления.

Для достижения поставленной цели в рамках выбранных методов необходимо решить следующие **задачи**: сформировать схемное описание базовых и дополнительных ресурсов, ввести графическую модель механизма принятия решений ЛПП о назначении дополнительных ресурсов, сформировать формализованные схемы управления ОС в отдельных БП и в полном цикле производства, применить предлагаемый подход на примере.

Результаты. Разработка формализованных схем далее будет осуществляться на примере совокупности производственных БП (таблица 1), используя графические образы изделий электронных средств (ЭС) – их функциональные и принципиальные электрические схемы [12]. На них в виде условных графических обозначений (УГО) представлены составные части ЭС и связи между ними. В отличие от них УГО формируемых схем должны быть разными в зависимости от следующих аспектов моделируемого ресурса: его принадлежности к базовому ресурсу, «дополнительному» ресурсу с «управляемой» производительностью, дополнительному ресурсу с фиксированной выработкой. Моделирование решений ЛПП о назначении дополнительных ресурсов предлагается выполнить введением в формализованную схему

элемента коммутации S , УГО которого выберем из УГО электрических схем. На рисунке 1 предложен набор УГО элементов, необходимых и достаточных для создания формируемых схем.

С помощью элементов приведенной библиотеки представлены: структурная схема производственного цикла, характеризующая последовательное выполнение его БП (рисунок 2а), формализованная схема базовых и дополнительных ресурсов (рисунок 2б) и столбиковая диаграмма загрузки ресурсов (рисунок 2в). Последняя на качественном уровне поясняет варианты загрузки ресурсов в разных БП: элемент диаграммы со сплошной заливкой – базовая загрузка, элемент со штриховой контурной линией – дополнительная.

Размеры приведенных на рисунке 2в графических образов дополнительных фиксированных ресурсов отражают факт различия времени их загрузки в разных БП (см. параметры выработки в таблице 1). Формализованная схема, приведенная на рисунке 2б, иллюстрирует возможность выравнивания ресурсов в неоднородных фазах за счет применения дополнительных ресурсов. Дополнительный ресурс (дополнительное рабочее время) подбирается («регулируется») по величине таким, чтобы при разных трудоемкостях работ выработки (производительности) ресурсов во всех фазах стали одинаковыми.

№	Функция объекта (элемента и связи) схемы	Условное графическое обозначение (УГО) объекта схемы
1	Бизнес-процесс с указанием <i>вида</i> реализуемого промышленного <i>производства</i> .	Наименование вида производства
2	Базовый ресурс БП с определенным видом производства (в представленном УГО – вид заготовительного производства – ЗП) и <i>базовой</i> величиной времени $T_{ЗП}^Б$ загрузки ресурса.	
3	Дополнительный ресурс производственного процесса, характеризующийся управляемой (<i>регулируемой</i>) величиной времени его загрузки.	
4	Дополнительный ресурс БП с указанием <i>фиксированной</i> величины времени $T_{ЗП}^Д$ его загрузки.	
5	Связи очередности выполнения БП в их совокупности.	
6	Выбор лицом, принимающим решение, варианта связи между частями схемы – цепями A и B : <i>наличие связи</i> . (назначение соответствующего цепи B дополнительного ресурса) или <i>отсутствие (разрыв) связи</i> (дополнительный ресурс не назначен).	

Рисунок 1 – Библиотека УГО элементов формализованных схем механизма управления ОС
 Источник: составлено авторами

Диаграмма на рисунке 2в показывает, что для выполнения требования оптимального использования имеющихся ресурсов необходимо осуществление «полной занятости» базовых ресурсов во всех БП независимо от их производительности. При этом величина

необходимого дополнительного ресурса ожидается тем больше, чем больше трудоемкость работ, выполняемых в соответствующем БП (рисунок 2в), зависящая как от их объема, так от технических характеристик оборудования.

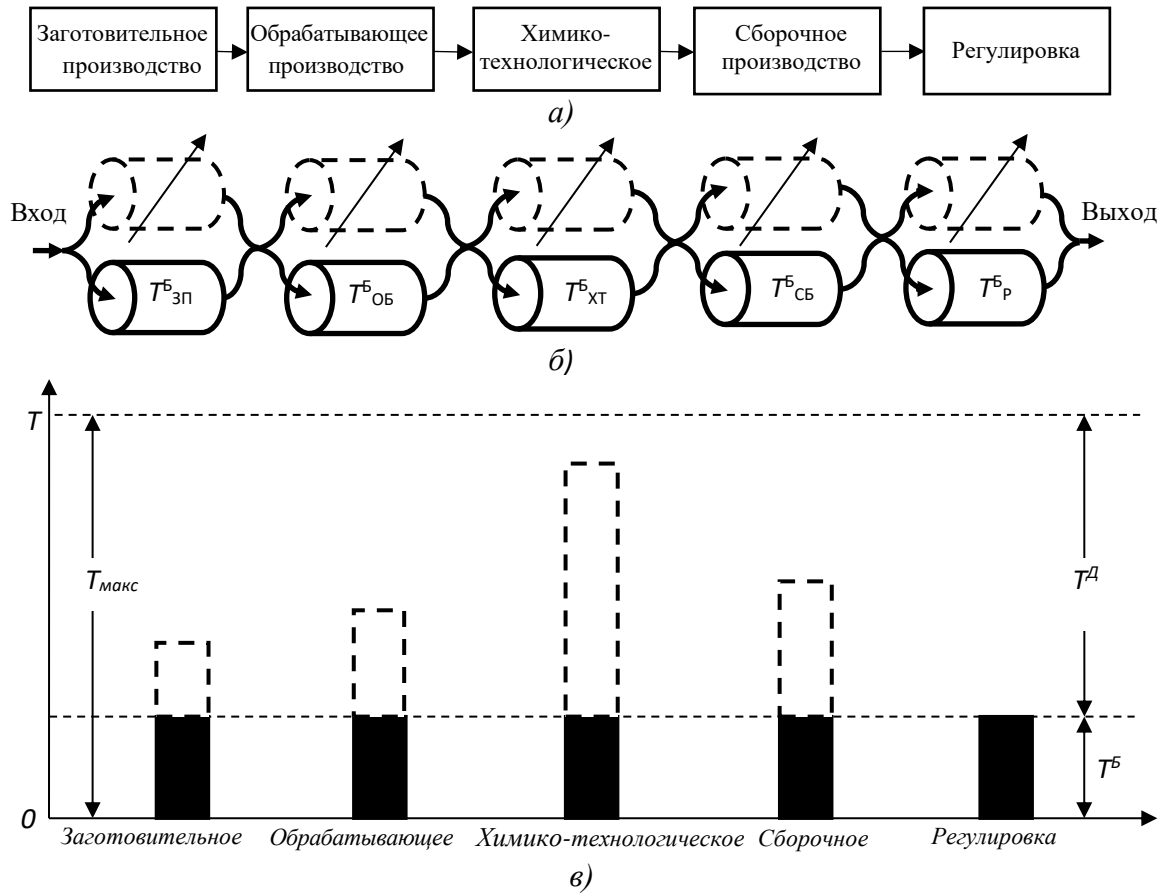


Рисунок 2 – Схемы производственного БП: а – каскадная схема БП, б – цепочечная схема базовых и дополнительных ресурсов, в – столбиковая диаграмма базовых и дополнительных ресурсов БП во временной области по видам производств

Источник: составлено авторами

В работе принято, что трудоемкость работ и производительность ресурса не зависит от времени ее выполнения. Библиотека компонентов (рисунок 1) позволяет составить формализованную схему механизма принятия оптимальных решений ЛПР – субъектом организационной системы. Такое формирование может быть выполнено для одного из приведенного в таблице 1 БП, а именно, для БП заготовительного производства. При этом учитываются следующие допущения и соотношения:

1) Дополнительный ресурс будет отображаться с указанием его параметров во временной области. Связь параметров ресурса в

i -м БП во временной области T_i с его параметрами в области производительности (выработки) P_i определяется выражением

$$T_i = TP_i * P_i, \quad i = 1, \dots, F \quad (1),$$

где TP_i – трудоемкость выполнения работ в i -м БП, F – количество БП в цикле.

2) Величина дополнительного ресурса – дополнительного времени задействования ресурса $T^Д$ (рис.2,в) в рабочие сутки (понедельник–пятница) лежит в диапазоне

$$0 \leq T^Д \leq T_{сут\ раб} - T^Б \quad (2),$$

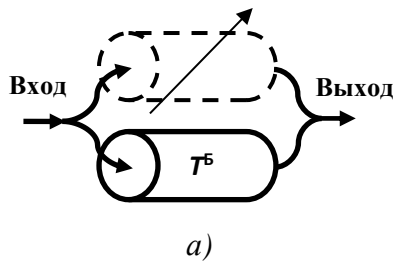
где $T^Б$ – продолжительность базовой загрузки ресурса в сутки, $T_{сут\ раб}$ – общая продолжи-

тельность рабочих смен в одни сутки. При $T^B = 8$ час/сут. и $T_{сут\ раб} = 24$ час/сут. максимальная величина дополнительного ресурса в рабочие сутки равна 16 час/сут. (для условия «станки не выключают»). Для тех суток недели, в которых базовая загрузка равна нулю (суббота и воскресенье), при том же условии верхняя граница диапазона дополнительного ресурса равна 24 час/сут.

3) Общая величина дополнительного времени задействования ресурса $T_{нед}^Д$ в рабочую неделю лежит в диапазоне

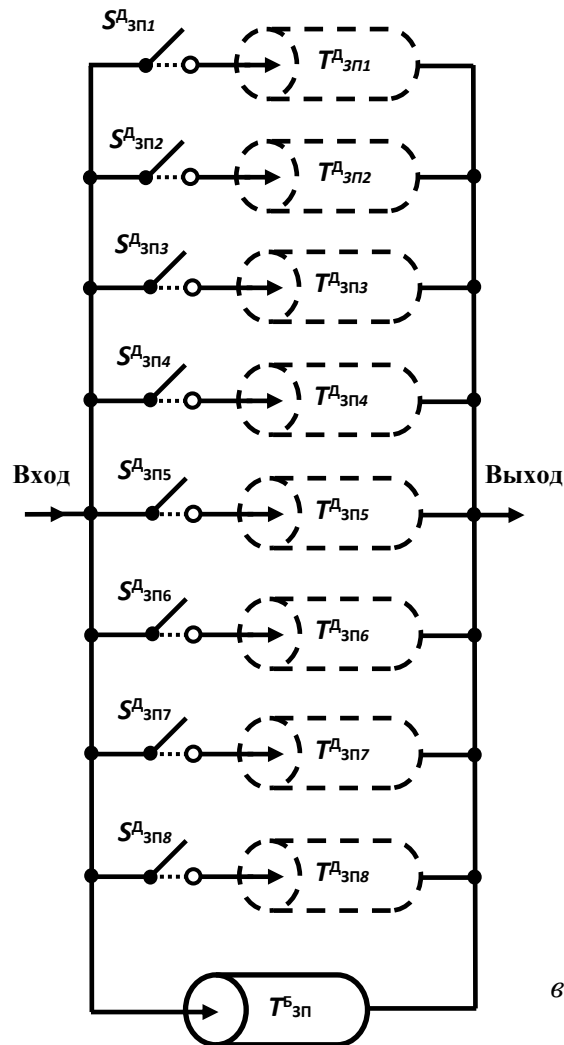
$$0 \leq T_{нед}^Д \leq 5T_{сут\ раб} + 2T_{сут\ вых} = 128 \text{ (час/нед.)} \quad (3)$$

4) Изменение величины дополнительного времени задействования ресурса полагаем осуществлять дискретно с шагом



j	$T_{ji}, \text{ час/нед} = 2^j$
0	$2^0 = 1$
1	$2^1 = 2$
2	$2^2 = 4$
3	$2^3 = 8$
4	$2^4 = 16$
5	$2^5 = 32$
6	$2^6 = 64$
7	$2^7 = 128$

б)



в)

равным одному часу рабочего времени (1/8 часть 8-часовой рабочей смены).

С целью реализации дальнейшей компьютерной обработки параметров приведенных схем, дискретные величины целесообразно исчислять в двоичном коде, при этом 128 дискретных значений этой величины будут описываться кодом с числом разрядов равным восьми. Тогда формализованная схема механизма управления ОС одного БП примет вид, показанный на рисунке 3. Шаг Δt изменения дополнительного времени равный одному часу дает возможность установить требуемую величину этого времени с достаточной точностью: относительная погрешность установки времени не более 2,5% ($\Delta t / T^B = 1/40$).

Рисунок 3 – Фрагмент формализованной схемы принятия решений ЛПР о назначении дополнительного времени работы оборудования в неделю во временной области в одном БП: а – укрупненный фрагмент схемы; б – список возможных величин дополнительного времени загрузки в неделю; в – детализированный фрагмент схемы, включающий коммутационные элементы $S^Д$, моделирующие решения ЛПР

Источник: составлено авторами

Формализованные схемы всего производственного цикла могут быть сформированы путем каскадного соединения схем отдельных БП, в соответствии с рисунком 2б. Пример такой схемы представлен на рисунке 4. Состояния элементов S на ней

описываются кодами величин дополнительной загрузки ресурсов (таблица 2), найденными таковыми по данным таблицы 1 и соотношениям 1–3 для выравнивания выработки всех БП до максимальной из исходных величин – 20 шт/нед.

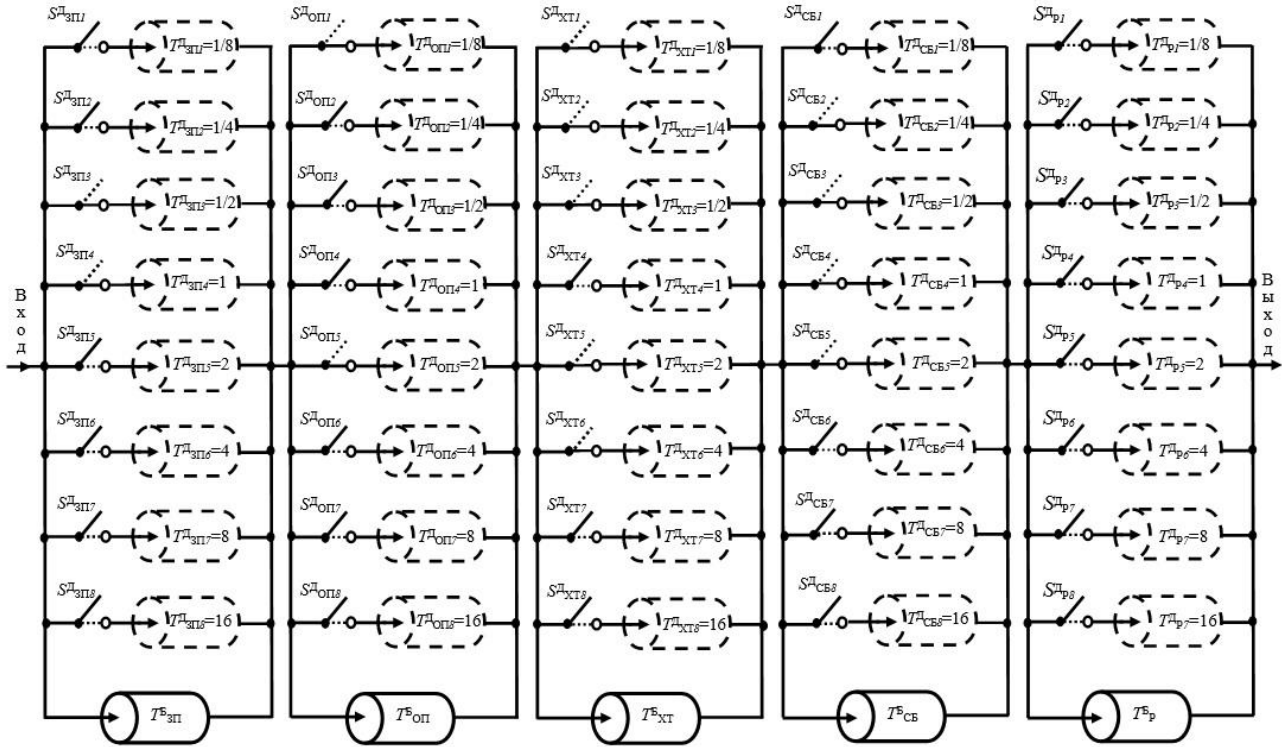


Рисунок 4 – Формализованная схема механизма управления ОС, реализующей разнородные производственные фазы. Дополнительные ресурсы заданы во временной области, их размерность – количество 8-часовых рабочих смен в неделю

Источник: составлено авторами

Таблица 2

Код дополнительного ресурса (в неделю) по производственным БП (фазам)								
Разряды кода								
j	8	7	6	5	4	3	2	1
БП 1	0	0	0	0	1	1	0	0
БП 2	0	0	0	1	0	0	0	1
БП 3	0	0	1	1	0	1	1	1
БП 4	0	0	0	1	1	1	1	0
БП 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Величина дополнительного ресурса по разрядам, кол. 8-часовых смен/нед.								
$T^Д/8$, смен/нед.	16	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8

Рисунок 4 и таблица 2 иллюстрируют дифференцированную по всем БП дополнительную загрузку ресурсов: например, 55 час/нед. для химико-технологического производства (БП 3), для регулировки (БП 5) – 0 час/нед.

Заключение. Новизна результатов исследования состоит в том, что разработанные схемы механизма ресурсного управления ОС с разнородными БП, в отличие от известных, представляют его адекватную модель, что обеспечивает при её применении целенаправленное достижение максимальной и равной для всех БП и производства в целом оптимальной выработки (в рассмотренном примере – с 8 до 20 шт/нед.).

Список источников

1. Чернышева Г. Н. Методы своевременного выявления и устранения рисков государственного оборонного заказа в условиях цифровизации и санкционного давления // *Организатор производства*. 2023. Т. 32. № 2. С. 20–33.
2. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
3. Дурандин М. М., Охезина Г. М., Позднышев А. И., Кортикова Н. В. Методология расчетов по выработке и принятию технико-технологических и организационно-экономических решений по машиностроительному производству: учеб. пособие // Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. – 131 с.
4. Ивлев М. А., Рябов Д. Е. Разработка концепции повышения эффективности организационных систем мультипроектного научно-производственного предприятия // *Современные наукоемкие технологии*. 2024. № 2. С. 20–25. DOI: 10.17513/snt.39926.
5. Паскаль Д. Бережливое производство. – М.: Олимп-Бизнес, 2013. – 224 с.
6. Колычев В. Д., Белкин И. О. Интеграция бережливого производства и цифровых технологий в управлении операционной деятельностью промышленных предприятий // *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством»* [Ивэкофин]. 2022. № 5 (52). С. 64–74. DOI: 10.6060/ivecjin.2023573.653.
7. Матвеева Е. Е., Симагина С. Г. Моделирование и оптимизация загрузки производственных мощностей предприятия с мелкосерийным типом производства // *Отходы и ресурсы*. 2019. Т. 6. № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://resources.today/PDF/16ECOR219.pdf> DOI: 10.15862/16ECOR219.

Ограничением предложенного подхода является конечный фонд дополнительного времени (128 час/нед.). Если при его полном назначении на наименее производительный БП выработки всех БП выравниваются, а рабочее время наиболее производительных ресурсов не достигает базовой величины 40 час/нед., то придется ограничиться этим рациональным вариантом управления.

Перспективы введенных моделей состоят в том, что они являются основой разработки подсистемы математического обеспечения информационной системы поддержки решений субъектов ОС в рассматриваемой предметной области. Такая разработка является темой следующего исследования.

References

1. Chernysheva G. N. Methods of Timely Identification and Elimination of Risks of State Defense Orders in the Context of Digitalization and Sanctions Pressure. *Organizator proizvodstva*. 2023. Vol. 32. No. 2. pp. 20–33 (In Russ.).
2. GOST 14.004-83. Technological Preparation of Production. Terms and Definitions of Basic concepts. *M.: Standartinform*. 2009. 9 p. (In Russ.).
3. Durandin M. M., Okhezina G. M., Pozdnyshev A. I., Kortikova N. V. Methodology of Calculations for the Development and Adoption of Technical, Technological, Organizational and Economic Decisions in Machine-building Production: textbook. *Nizhny Novgorod. state tech. univ. them. R.E. Alekseeva*. Nizhny Novgorod. 2016. 131 p. (In Russ.).
4. Ivlev M. A., Ryabov D. E. Development of a Concept for Improving the Efficiency of Organizational Systems of a Multi-project Scientific and Production Enterprise. *Sovremennye naukoemkie tehnologii*. 2024. No. 2. pp. 20–25. (In Russ.). DOI: 10.17513/snt.39926.
5. Pascal D. Lean manufacturing. *M.: Olympus-Business*. 2013. 224 p (In Russ.).
6. Kolychev V. D., Belkin I. O. Integration of Lean Manufacturing and Digital Technologies in the Management of Operational Activities of Industrial Enterprises. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya «Ekonomika, finansy i upravleniye proizvodstvom»*. 2022. No. 5 (52). pp. 64–74. (In Russ.). DOI: 10.6060/ivecjin.2023573.653.
7. Matveeva E. E., Simagina S. G. Modeling and Optimization of Production Capacity Utilization at an Enterprise with Small-scale Production. *Otchody i resursy*. 2019. Vol. 6. No. 2. Available at: <http://resources.today/PDF/16ECOR219.pdf> (In Russ.). DOI: 10.15862/16ECOR219.

8. Pauli T., Fielt E., Matzner M. Digital Industrial Platforms // *Business Information Systems Engineering*. 2023. Т. 57 (3). С. 45–58. (In Eng.). DOI: 10.1007/s12599-020-00681-w.
9. Вдович С. А., Панова Н. Ф. Совершенствование информационной поддержки управления производственными ресурсами предприятия // *Экономика и предпринимательство: электронный научный журнал*. 2021. № 3 (128). С. 1012–1018.
10. PRINCE2 – The Reigning Project Management Methodology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wrike.com/blog/project-management-basics-prince2-explaine/> (In Eng.).
11. Spider Project Professional v.9.09. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://libcats.org/book/520886.pdf>
12. ГОСТ 2.702-2011. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – М.: Стандартинформ, 2011. – 23 с.
8. Pauli T., Fielt E., Matzner M. Digital Industrial Platforms // *Business Information Systems Engineering*. 2023. Vol. 57 (3). P. 45–58. DOI: 10.1007/s12599-020-00681-w.
9. Vdovich S. A., Panova N. F. Improving Information Support for Enterprise Production Resource Management. *Ekonomika i predprinimatel'stvo: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2021. No. 3 (128). pp. 1012–1018 (In Russ.).
10. PRINCE2 – The Reigning Project Management Methodology. Available at: <https://www.wrike.com/blog/project-management-basics-prince2-explaine/>
11. Spider Project Professional v.9.09. User's Guide. Available at: <https://libcats.org/book/520886.pdf> (In Russ.).
12. GOST 2.702-2011. ESCD. Rules for the Execution of Electrical Circuits. *M.: Standartinform*, 2011. 23 p. (In Russ.).

Научная статья
УДК 004.891
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-47-59

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В MES-СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ

*Наталья Викторовна Добренко^{1✉}, Дмитрий Александрович Добренко²,
Максим Валерьевич Улизько³*

^{1,2,3}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
¹graziokisa@yandex.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0001-6206-8033>
²enotpalaskun@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-1485-1166>
³contrey1337@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2374-8025>
Язык статьи – русский

Аннотация: Рассмотрен подход к разработке интерактивной диалоговой системы, которая обеспечивает интеллектуальную поддержку принятия управленческих решений в системе управления производственными процессами (MES, Manufacturing Execution Systems) металлургической компании. Цель работы – разработка чат-бота на базе большой языковой модели (LLM), который должен предоставлять разработчикам и пользователям MES-системы ответы на их вопросы по всему жизненному циклу MES-системы – от ее моделирования и настройки до обучения персонала. Рассмотрены два варианта LLM – модели Llama 2.7 и GPT-4. Предобученные модели были дообучены контексту металлургии с применением технологии RAG. Во время первичной настройки выявлены сильные галлюцинации модели при взаимодействии со сложными контекстными терминами. С целью их устранения модель была дополнена техническим словарем, который помог существенно сократить количество галлюцинаций. С помощью метрик ROUGE и перплексии было оценено качество работы моделей Llama и GPT-4. Внедрение технического словаря помогло исключить большую часть галлюцинаций и улучшило общий результат работы модели в среднем на 16%. Экспериментально показаны преимущества модели LLM Llama 2.7b для работы в указанной предметной области. Построенный чат-бот получил высокую оценку экспертов из предметной области, что свидетельствует о значительном потенциале применения данной технологии для интеллектуальной поддержки управления MES-системами в сфере металлургии и других узкоспециальных технических областях.

Ключевые слова: большие языковые модели, искусственный интеллект, чат-бот, Llama, GPT-4, MES системы, RAG

Ссылка для цитирования: Добренко Н. В., Добренко Д. А., Улизько М. В. Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в mes-системах с использованием больших языковых моделей // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 47–59. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-47-59>.

INTELLIGENT MANAGEMENT DECISION SUPPORT IN MES SYSTEMS USING LARGE LANGUAGE MODELS

Natalya V. Dobrenko^{1✉}, Dmitry A. Dobrenko², Maxim V. Ulizko³

^{1,2,3}ITMO University, Saint Petersburg, Russia
¹graziokisa@yandex.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0001-6206-8033>
²enotpalaskun@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-1485-1166>
³contrey1337@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2374-8025>
Article in Russian

Abstract: The article considers an approach to developing an interactive dialogue system that provides intelligent support for making management decisions in the manufacturing execution systems (MES) of a metallurgical company. The objective of the work is to develop a chatbot based on a large language model (LLM), which should provide developers and users of the MES system with answers to their questions throughout the life cycle of the MES system – from its modeling and configuration to personnel training. Two LLM variants are considered – the Llama 2.7 and GPT-4 models. The pre-trained models were further trained in the metallurgy context using RAG technology. During the initial configuration, strong hallucinations of the model were detected when interacting with complex contextual terms. To eliminate them, the model was supplemented with a technical dictionary, which helped to significantly reduce the number

of hallucinations. Using the ROUGE and perplexity metrics, the quality of the Llama and GPT-4 models was assessed. The introduction of a technical dictionary helped to eliminate most of the hallucinations and improved the overall performance of the model by an average of 16%. The advantages of the LLM Llama 2.7b model for working in the specified subject area were experimentally demonstrated. The built chatbot was highly rated by experts from the subject area, which indicates significant potential for the use of this technology for intelligent support of MES system management in the field of metallurgy and other highly specialized technical areas.

Keywords: artificial intelligence, chatbot, large language models, GPT-4, Llama, MES systems, RAG

For citation: Dobrenko N. V., Dobrenko D. A., Ulizko M. V. Intelligent Management Decision Support in Mes Systems Using Large Language Models. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 47–59. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-47-59>.

Введение. Использование систем управления производственными процессами (MES, Manufacturing Execution Systems) является основным трендом развития современного высокотехнологичного производства [1]. MES-системы обеспечивают интеграцию и автоматизацию всех этапов производства, от планирования до выполнения, позволяя в реальном времени отслеживать и анализировать производственные данные, тем самым повышая производительность и сокращая финансовые и материальные издержки.

Однако MES-системы представляют собой многофункциональные программные решения, которые характеризуются большим количеством пользовательских интерфейсов и неочевидной логикой взаимодействия модулей системы. Они сложны для освоения рядовым пользователем, в качестве которого, как правило, выступает инженер-производственник, не имеющий образования в области компьютерных технологий. Более того, пользователям необходимо освоить не только интерфейс, но и знания о быстро изменяющихся производственных процессах, что в условиях ограниченного времени на обучение и необходимости быстрой адаптации становится весомой проблемой.

Все это в полной мере относится к металлургической промышленности, которая сталкивается с необходимостью внедрения инструментов интеллектуальной поддержки работы с MES-системой на всем протяжении ее жизненного цикла от ее моделирования и настройки до обучения персонала. Под такими системами в научных кругах понимают программные решения, которые позволяют принимать обоснованные решения для контекстной области, основанные на больших объемах данных [2]. Одним из решений для такого инструмента может стать чат-бот-

помощник на базе большой языковой модели (LLM, Large Language Model). Такой интерактивный инструмент сможет предоставлять пользователям мгновенные ответы на их вопросы, помогать в навигации по системе и объяснять функционал различных модулей. Чат-бот может быть доступным на различных устройствах, что предоставляет дополнительные преимущества конечным пользователям. Внедрение чат-бота позволит обеспечить круглосуточную поддержку пользователей, улучшить контроль над производственными процессами и, как следствие, сократить количество инцидентов на производстве. Система позволит собирать и анализировать данные о запросах, предпочтениях пользователей и внутренних процессах, что в дальнейшем будет способствовать увеличению эффективности производства.

Авторы статьи ставят задачу разработать чат-бот-помощник, который будет погружен в контекст предметной области металлургического производства. При этом необходимо:

- обеспечить высокое качество ответов, которое позволит пользователю без ошибок и дополнительного привлечения поддержки решить свой вопрос;

- свести к минимуму присущие большим языковым моделям галлюцинации, в особенности при работе со сложными техническими терминами. Под галлюцинациями понимаем такую информацию, которая является неправдоподобной, неточной или вымышленной, но при этом модель ее выдает как правдивую [3].

Выстроить ограничения для чат-бота: ответы должны быть написаны в деловом и вежливом стиле, должна отсутствовать неуместная креативность.

Полученный результат необходимо верифицировать с помощью группы экспертов,

которая в будущем будет пользоваться продуктом. Таким образом, можно отметить следующие элементы новизны и сделать вывод: LLM не применялся для классических MES систем в металлургии, а исследования в смежных областях не ставили вопрос улучшения понимания сложных технических терминов.

Обзор литературы. Чат-боты находят широкое применение в автоматизации обслуживания клиентов и технической поддержке [4]. Однако опыт использования чат-ботов непосредственно в MES-системах представлен в доступной авторам литературе лишь одной работой [5]. В ней описан опыт использования чат-бота с системой прогнозирования в качестве интерфейсного слоя для MES. Чат-бот нацелен на координацию производства, помогая работникам цеха и обучаясь на основе их запросов, таким образом выступая в качестве интеллектуального помощника.

Также сравнительно слабо представлен опыт применения больших языковых моделей в металлургии и смежных отраслях. В [6] подчеркивается потенциал интеграции LLM в системы промышленной автоматизации. В то же время, как отмечают авторы, установление соотношений между представлением знаний в промышленных программных системах и естественным языком является сложной задачей. Неточное или сопровождающееся потерями преобразование может привести к галлюцинациям агентов LLM для производственной системы и негативно повлиять на их производительность. Более того, сложно оценить, правильно ли агенты LLM преподнесли контекстную информацию, предоставленную в подсказке.

В статье [7] рассмотрены основные стратегии адаптации языковых моделей (на примере GPT-3) и их интеграции в производственный процесс обрабатывающей промышленности, в том числе этап сбора и обработки данных для обучения модели контексту. Одно из предлагаемых решений – предварительная обработка исходных документов и очистка их от мета-тегов.

В работе [8] представлен практический опыт внедрения LLM в реальных производственных условиях. Авторы используют модель GPT-3.5 в качестве ассистента поддержки работника на текстильном

производстве. Для технически сложного контекста они подчеркивают важность в разработке «системного промта»: текстовый запрос которого по умолчанию формируется вместе с пользовательским (например, «Вы – полезный помощник для работников завода», «Вы должны давать ответ длиной максимум в 50 слов»). Однако в статье не раскрывается подробно, каким образом базовая языковая модель дополняется контекстными данными.

В статье [9] авторы описывают опыт интеграции чат-бота в MES-систему и освещают трудности, с которыми столкнулись в ходе развертывания. Авторы разработали интеллектуальный чат-бот, который может помогать в работе персоналу цеха и сопровождать оператора в принятии решений на основе собранных данных. Разработчики сделали вывод, что необходимой процедурой для внедрения подобной системы является процесс постоянного итеративного дообучения модели с использованием профессионала из области контекста, которому обучается модель.

Анализируя решения, представленные на рынке, в том числе в сфере промышленности, авторы приводят статистику, согласно которой критически важными факторами в работе модели являются понимание сложного технического контекста, а также отсутствие галлюцинаций, способных ввести в заблуждение пользователя.

Авторы статьи [10] приводят опыт разработки чат-бота-помощника для приложения с телемедициной на основе модели LLM Llama-2.7. Разработчики сталкиваются с вопросом минимизации галлюцинаций в LLM в контексте сложных технических терминов и предлагают метод, который заключается в вычленинии метаданных из запроса с последующим переиспользованием их в качестве промта.

Таким образом, актуальность применения чат-ботов в качестве средства интеллектуальной поддержки MES-систем и LLM как базы для построения чат-ботов не вызывает сомнений, но задачи их реализации в литературе остаются нераскрытыми. Более того, многие авторы подчеркивают проблемы, связанные с построением чат-ботов на основе LLM, в первую очередь галлюцинации, возникающие при обработке текстов, относящихся к сложным техническим предметным

областям. В ходе исследования было выявлено, что на сегодняшний день еще в недостаточной мере представлены работы детально рассматривающие вызовы и решения, сопровождающие использование LLM в контексте MES систем, в частности в металлургии. исследования было

Выбор и настройка большой языковой модели. Для разработки и тестирования чат-бота были выбраны большие языковые модели GPT-4 (Open AI) [11] и Llama 2.7 (Meta) [12] как самые перспективные с точки зрения гибкости к настройке под конкретную

предметную область. Для настройки контекста выбрана технология RAG (Retrieval-Augmented Generation) [13] – это метод, который позволяет языковой модели использовать данные из внешних источников для формирования ответов на запросы пользователей. RAG расширяет возможности модели обогащая их обновленной актуальной информацией из внешних баз данных и повышает способность модели отвечать на вопросы и предоставлять своевременные, уместные и учитывающие контекст ответы. На рисунке 1 представлена архитектура RAG решения.

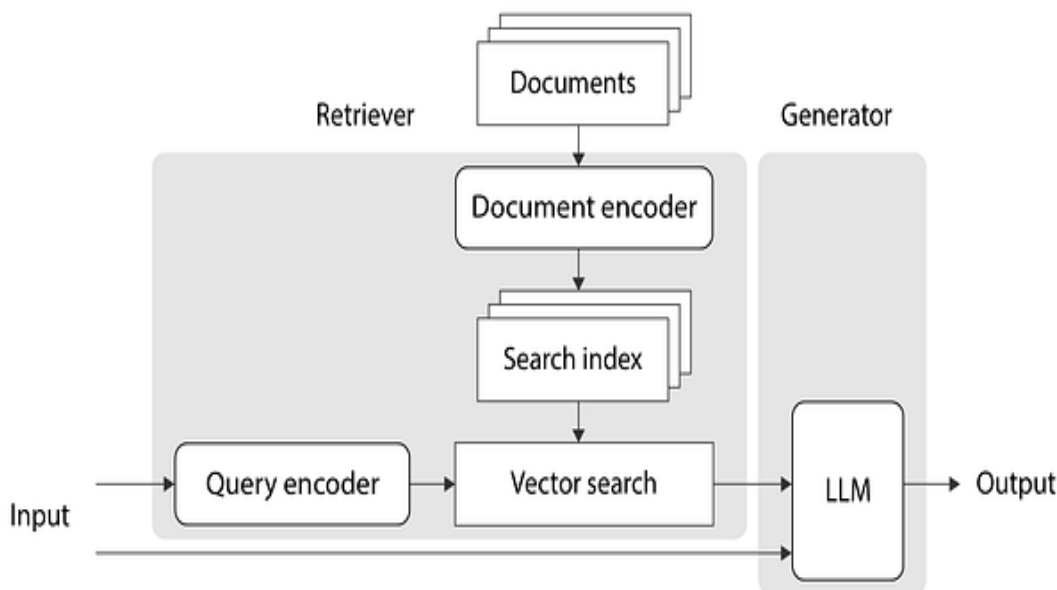


Рисунок 1 – Архитектура RAG технологии

Источник: составлено авторами на основе [22]

Поисковый компонент преобразует входной текст в последовательность чисел с плавающей запятой (вектор), используя кодировщик запроса. Далее он, используя единый подход, трансформирует каждый из документов, применяя кодировщик документов, после чего сохраняет закодированные документы в виде поискового индекса. Затем, в поисковом индексе, поисковый компонент выполняет поиск векторов документов, которые имеют отношение к входному вектору [14]. После этого он преобразует векторы документов обратно в их текстовое представление и возвращает эти тексты в качестве результата своей работы. Генератор, который принимает текст, введенный пользователем, и соответствующие ему документы, комбинирует все это в единый промпт и предлагает LLM дать ответ на вопрос пользователя с

учетом информации, имеющейся в найденных ранее документах. Результат выдачи LLM является выходными данными всей системы.

С помощью фреймворка HuggingFace [15] были импортированы заранее обученные модели LLM GPT-4 и Llama 2.70b.

После инициализации и импорта необходимых фреймворков произведена настройка и квантование модели. Использована языковая модель с авторегрессией – это тип модели машинного обучения, которая применяет методы авторегрессии для прогнозирования следующего слова в последовательности на основе предшествующих слов. Стратегия работы модели формировалась в процессе настройки параметров генерации, конфигурируемые параметры для Llama представлены на рисунке 2.

```

llm = HuggingFaceLLM(
    context_window=4096,
    max_new_tokens=256,
    generate_kwargs={"temperature": 0.0125, "do_sample": False},
    system_prompt=system_prompt,
    query_wrapper_prompt=query_wrapper_prompt,
    tokenizer_name="NousResearch/Llama-2-7b-chat-hf",
    model_name="NousResearch/Llama-2-7b-chat-hf",
    device_map="auto",
    model_kwargs={"torch_dtype": torch.float16, "load_in_8bit": True }
)
    
```

Рисунок 2 – Параметры настройки для Llama 2.70b

Источник: составлено авторами

Для импорта документов использовался фреймворк rupdf. В качестве входных данных для погружения модели в контекст были собраны более 150 документов, в среднем по 5 страниц каждый. Они представляют собой подробные руководства (инструкции) для пользователя как пользоваться системой. Документы описаны техническими специалистами. Также на этапе подготовки выделен набор вопросов, который использовался для тестирования системы.

Как показали эксперименты, на данном этапе обученная контексту модель тяжело воспринимает технический контекст. Модель

галлюцинирует, сталкиваясь со сложными терминами, характерными для предметной области (результаты тестирования представлены в таблицах 2–4), хотя информация о значениях этих терминов и аббревиатур содержалась во входных документах. Учитывая особенности работы языковых моделей, можно предположить, что на фоне массы другого контекста модель “теряет” знание об аббревиатурах и сложных технических терминах.

Для преодоления этого недостатка предложена улучшенная архитектура модели, представленная на рисунке 3.

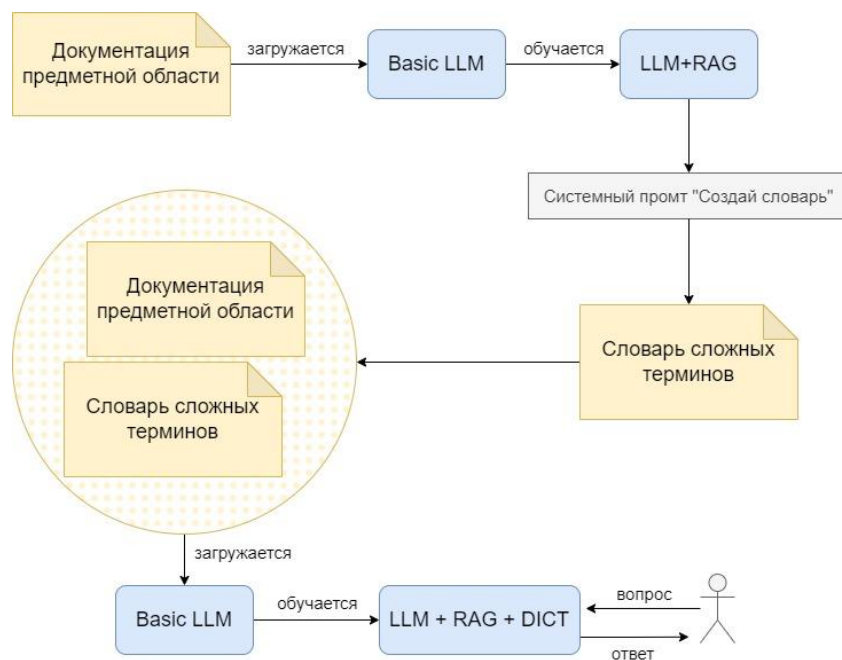


Рисунок 3 – Улучшенная архитектура модели

Источник: составлено авторами

Порядок настройки модели в этом случае представлен следующими шагами.

1) На вход в систему загружается исходный набор документов для обучения контексту.

2) Модель обучается контексту, после чего «сама себя» просит с помощью системного промта составить словарь сложных технических терминов.

3) На второй итерации модель заново обучается контексту, только теперь, к исходному набору документа добавляется

словарь терминов, полученный на предыдущем шаге.

4) Пользователь работает с моделью второй итерации.

Оценка эффективности предложенной модели. Для оценки эффективности предложенной улучшенной модели использованы следующие метрики.

1) ROUGE (Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation) – набор метрик, используемых для оценки качества суммаризации текста [16]:

$$ROUGE(N) = \frac{\sum_{S \in \{RefSum\}} \sum_{gram_n \in S} Count_{match}(gram_n)}{\sum_{S \in \{RefSum\}} \sum_{gram_n \in S} Count(gram_n)} \quad (1),$$

где n – длина n -граммы; $gram_n$ и $countmatch(gram_n)$ – максимальное количество n -грамм, одновременно встречающихся в содержании образца и наборе референса для него, RefSum – «эталонные» значения. Набор ROUGE сравнивает генерируемое краткое изложение

с одним или несколькими эталонными суммаризациями и вычисляет точность, полноту и F1-меру.

Показатели ROUGE дают представление о способности модели генерировать краткие изложения [17].

Таблица 1

Метрика ROUGE

Источник: составлена авторами

Метрика	Совпадение
ROUGE-1	только отдельных слов
ROUGE-2	двух последовательно идущих слов
ROUGE-N	n -последовательно идущих слов
ROUGE-L	максимально длинная совпадающая последовательность слов

2) Перplexия – распространенная метрика для оценки производительности языковых моделей. Она измеряет, насколько хорошо модель предсказывает последователь-

ность текста. Меньшее значение перplexии указывает на лучшую производительность модели [18].

$$P = 2^{-\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log_2 P(w_i | w_1, w_2, \dots, w_{i-1})} \quad (2),$$

где N – количество слов в последовательности, $P(w_i | w_1, w_2, \dots, w_{i-1})$ – вероятность слова w_i при наличии предыдущих слов w_1, w_2, \dots, w_{i-1} .

3) Экспертная оценка (Human Evaluation) [19, 20]. В качестве экспертов выступали три

инженера предприятия, которые являются профессионалами металлургической отрасли и в целевом процессе будут являться пользователями MES системы. Экспертам было предложено оценить ответы модели на основе следующих критериев: релевантность

(понимание контекста), плавность (уровень качество по шкале от 0 до 10 (больше – «естественности» языка), связность и общее лучше).

Таблица 2

Оценка работы моделей на вопросе 1

Вопрос	1. Как создать конфигурацию «ОМ»?			
	Лlama-2-7b	Лlama-2-7b + словарь	GPT-4	GPT-4 + словарь
	1	2	3	4
Ответ	<p>Чтобы создать конфигурацию для модуля управления объектами (ОМ), выполните следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите кнопку «Создать конфигурацию» в правом верхнем углу страницы. 2. Выберите опцию «Управление объектами» в раскрывающемся меню. 3. Выберите тип конфигурации, которую хотите создать (например, «Управление объектами»). 4. В поле «Категория объектов» выберите категорию объектов, которыми хотите управлять (например, «Корпоративный»). 5. В поле «Имя объекта» введите имя объекта, которым хотите управлять. 6. Нажмите кнопку «Создать», чтобы сохранить конфигурацию. <p>Примечание. Точные шаги могут различаться в зависимости от конкретной версии используе-</p>	<p>Конфигурация объектной модели включает в себя configurator атрибутов и configurator объектов. Конфигурирование следует начать с configurator атрибутов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите кнопку «Создать конфигурацию» в правом верхнем углу страницы. 2. Выберите опцию «Управление объектами» в раскрывающемся меню. 3. Выберите тип конфигурации «Атрибут». 4. В поле «Категория объектов» выберите категорию объектов, которыми хотите управлять. 5. В поле «Имя объекта» введите имя объекта, которым хотите управлять. 6. Нажмите кнопку «Создать», чтобы сохранить конфигурацию. 	<p>Конфигурация объектной модели: Configurator атрибутов</p> <p>Чтобы начать конфигурирование с configurator атрибутов, выполните следующие шаги:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите кнопку «Создать конфигурацию» в правом верхнем углу страницы. 2. Выберите опцию «Управление объектами» в раскрывающемся меню. 3. Выберите тип конфигурации «Атрибут». 4. В поле «Категория объектов» выберите категорию объектов, которыми хотите управлять. 5. В поле «Имя объекта» введите имя объекта, которым хотите управлять. 6. Нажмите кнопку «Создать», чтобы сохранить конфигурацию. <p>После того как конфигурация атрибутов будет создана, можно переходить к configurator объектов для дальнейшей настройки объектной модели.</p>	<p>Создание конфигурации для модуля управления объектами (ОМ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите кнопку «Создать конфигурацию» в правом верхнем углу страницы. 2. Выберите опцию «Управление объектами» в раскрывающемся меню. 3. Выберите тип конфигурации, которую хотите создать (например, «Управление объектами»). 4. В поле «Категория объектов» выберите категорию объектов, которыми хотите управлять (например, «Корпоративный»). 5. В поле «Имя объекта» введите имя объекта, которым хотите управлять. 6. Нажмите кнопку «Создать», чтобы сохранить конфигурацию.

Продолжение таблицы 2

	1	2	3	4
	мого вами программного обеспечения. Более подробные инструкции см. в документации к программному обеспечению.		Примечание: Пожалуйста, учтите, что точные шаги могут различаться в зависимости от версии вашего программного обеспечения. Для получения более детальных инструкций обратитесь к документации программы.	
Оценка (ROUGE F1) Больше – лучше	ROUGE-1: 0.19 ROUGE-2: 0.030 ROUGE-L: 0.017	ROUGE-1: 0.41 ROUGE-2: 0.074 ROUGE-L: 0.028	ROUGE-1: 0.18 ROUGE-2: 0.032 ROUGE-L: 0.018	ROUGE-1: 0.44 ROUGE-2: 0.076 ROUGE-L: 0.029
Оценка (перплексия) Меньше – лучше	4.8515	4.651	4.86	4.666
Оценка эксперта Больше – лучше	Релевантность: 9 Качество речи: 6 Согласованность: 4 Общая: 6,3	Релевантность: 9 Качество речи: 8 Согласованность: 8 Общая: 8,3	Релевантность: 6 Качество речи: 5 Согласованность: 4	Релевантность: 9 Качество речи: 8 Согласованность: 8
Общий комментарий	С помощью словаря улучшилась согласованность написанного текста, модель лучше стала понимать контекст и исключила галлюцинации. В среднем качество ответа возросло на 17%. GPT-4 и Llama имеют схожий показатель качества.			

Численная оценка каждого теста рассчитывалась как:

$$n = \left(\frac{AvgRouge_{M1}}{AvgRouge_{M2}} + \frac{Perplexity_{M1}}{Perplexity_{M2}} + \frac{ExpScore_{M1}}{ExpScore_{M2}} \right) * 100 \quad (3),$$

где M1 – модель без словаря, M2 – модель со словарем, AvgRouge – средняя оценка по ROUGE, Perplexity – перплексия, ExpScore – экспертная оценка (критерий «Общая»).

Общая оценка рассчитывалась как средняя между всеми тестами:

$$T_{avg} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad (4),$$

где T – результат теста. Сопоставление результатов расчета по формулам (3) и (4) для стандартной модели и модели со словарем показало, что модель со словарем получила оценку в среднем на 16% выше, чем модель без словаря.

Интерфейсная часть чат-бота. Как отмечают авторы статьи [21], если перед компанией стоит задача при разработке приложения покрыть максимально широкую аудиторию, то разработка нативных версий под каждое устройство займет огромное количество времени и потребует привлечения большого числа специалистов разных направлений, решением данной проблемы может являться разработка кросс-платформенного web-приложения. В связи с этим в качестве интерфейса выбран корпоративный мессенджер компании, работающий в WEB. API (Application Program Interface) [18] мессенд-

жера позволяет без дополнительной разработки подключить модель в качестве собеседника в чат. Пользователь вводит свой вопрос как сообщение в чат, его запрос

уходит на сервер для обработки моделью, далее модель возвращает свой ответ в чат. На рисунке 4 представлен пример интерфейса чата.

Таблица 3

Оценка работы моделей на вопросе 2

Источник: составлено авторами

Вопрос	2. Как найти конфигурацию в MES?			
	Лlama-2-7b	Лlama-2-7b + словарь	GPT-4	GPT-4 + словарь
	1	2	3	4
Ответ	<p>Для поиска конфигураций в MES вы можете выполнить следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Откройте папку «PrtImport» на вашем диске. 2. Нажмите на «Page Label» 6, чтобы получить доступ к странице конфигурации. 3. Нажмите на кнопку «Search», расположенную в правом верхнем углу страницы. 4. В поле поиска введите имя группы конфигураций, которую вы хотите найти. 5. Нажмите на кнопку «Search», чтобы отобразить результаты. 6. Выберите нужную группу конфигураций из списка результатов. <p>Кроме того, вы также можете использовать компонент «Кнопка», чтобы добавить кнопку поиска на страницу конфигурации. Для этого выполните следующие действия.</p>	<p>Для поиска конфигураций в MES вы можете выполнить следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нажмите на область «Поиск» в интерфейсе МУК. 2. Введите наименование конфигурации. 3. Нажмите на кнопку «Search». <p>Надеюсь, это поможет! Дайте мне знать, если у вас возникнут дополнительные вопросы.</p>	<p>Чтобы добавить кнопку поиска на страницу конфигурации в MES, выполните следующие шаги:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перейдите к редактору страницы конфигурации: Убедитесь, что вы находитесь на нужной странице конфигурации, где хотите добавить кнопку. 2. Выбор компонента: Найдите панель инструментов или меню компонентов, где доступны элементы управления для страницы. 3. Добавление кнопки: <ul style="list-style-type: none"> – Найдите компонент «Кнопка» в списке доступных элементов. – Перетащите его на область страницы конфигурации, куда вы хотите добавить кнопку. 4. Настройка кнопки: <ul style="list-style-type: none"> – Установите текст кнопки (например, «Поиск конфигураций»). – Назначьте действие, которое должно выполняться при нажатии на кнопку. Обычно это связано с вызовом функции поиска, которая будет инициировать процесс, описанный в предыдущих шагах. 5. Свяжите кнопку с функцией поиска: <ul style="list-style-type: none"> – Откройте свойства кнопки и найдите поле для назначения действия или вызываемой функции. – Убедитесь, что действие связано с выполне- 	<p>Для поиска конфигураций в MES можно выполнить следующие действия: Нажмите на область «Поиск» в строящем интерфейсе, введите имя конфигурации.</p>

Продолжение таблицы 3

	1	2	3	4
			нием поиска в поле, где вводится имя группы конфигураций. 6. Сохраните изменения: После настройки кнопки обязательно сохраните изменения на странице конфигурации.	
Оценка (ROUGE F1) Больше – лучше	ROUGE-1: 0.01 ROUGE-2: 0.003 ROUGE-L: 0.009	ROUGE-1: 0.4 ROUGE-2: 0.105 ROUGE-L: 0.033	ROUGE-1: 0.01 ROUGE-2: 0.003 ROUGE-L: 0.008	ROUGE-1: 0.41 ROUGE-2: 0.075 ROUGE-L: 0.028
Оценка (перплексия) Меньше – лучше	6.745	2.111	6.159	2.453
Оценка эксперта Больше – лучше	Релевантность: 0 Качество речи: 0 Согласованность: 0 Общая: 0	Релевантность: 7 Качество речи: 9 Согласованность: 8 Общая: 8	Релевантность: 0 Качество речи: 0 Согласованность: 0 Общая: 0	Релевантность: 6 Качество речи: 8 Согласованность: 7 Общая: 7
Общий комментарий	Модель без обучения со словарем выдала ответ, на большую часть состоящий из случайного набора предложений. После обучения со словарем удалось получить релевантный ответ (улучшение на 100%). Модель под управлением GPT-4 показала немного худший результат, чем Llama.			

Заключение. Проведенное исследование подтвердило эффективность обучения модели LLM с учётом контекста (RAG) в качестве чат-бот помощника для MES-системы. Внедрение технического словаря помогло исключить большую часть галлюцинаций и улучшило общий результат работы модели в среднем на 16%. В качестве целевой модели была выбрана Llama 2.7b, так как показала лучшую работу на практических тестах. Чат-бот получил высокую оценку экспертов из

предметной области, что свидетельствует о значительном потенциале применения данной технологии в сфере металлургии и других технических областях. В качестве ближайшей перспективы развития ожидается внедрение модуля, который на основе данных, собранных в процессе промышленной эксплуатации, сможет выделять недостающий функционал системы, который требуется в первую очередь для эффективной работы MES системы.

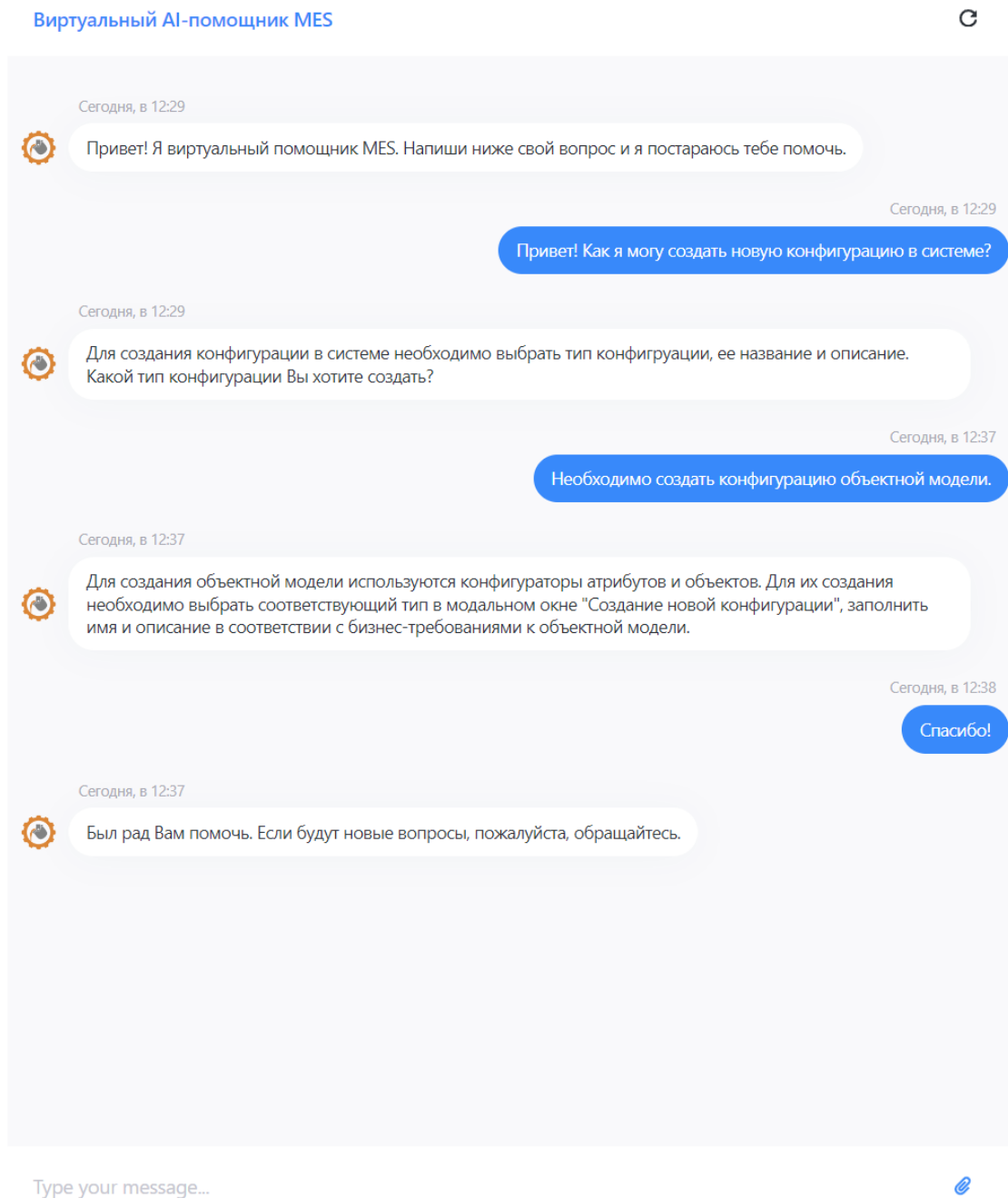


Рисунок 4 – Интерфейс чат-бота

Список источников

1. Shojaeinasab A., et al. Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review // *Journal of Manufacturing Systems*. Январь, 2022. Т. 62. С. 503–522. (In Eng.).
2. Gupta J. N., Forgionne G. A., Mora M. (Eds.). Intelligent decision-making support systems: foundations, applications and challenges [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/1-84628-231-4> (In Eng.).
3. Hernandez-Salinas B., Terven J., ChaveZ-Urbiola E. A., Cordova-Esparza D. M., Romero-Gonzalez J. A., Arguelles A., Cervantes, I. IDAS: Intelligent driving assistance system using RAG // *IEEE Open*

References

1. Shojaeinasab A., et al. Intelligent Manufacturing Execution Systems: A Systematic Review. *Journal of Manufacturing Systems*. January 2022. Vol. 62. pp. 503–522.
2. Gupta J. N., Forgionne G. A., Mora M. (Eds.). Intelligent Decision-Making Support Systems: Foundations, Applications and Challenges. Available at: <https://doi.org/10.1007/1-84628-231-4>
3. Hernandez-Salinas B., Terven J., ChaveZ-Urbiola E. A., Cordova-Esparza D. M., Romero-Gonzalez J. A., Arguelles A., Cervantes, I. IDAS: Intelligent Driving Assistance System using RAG. *IEEE Open*

- Journal of Vehicular Technology. 2024. T. 5. C. 1139–1165. (In Eng.).
DOI: 10.1109/OJVT.2024.3447449.
4. Shi F., et al. Leveraging the power of large language models to drive progress in the manufacturing industry // 9th International Conference on Financial Innovation and Economic Development. 2024. C. 125–133. (In Eng.).
5. Adam M., Wessel M., Benlian A. AI-based chatbots in customer service and their effects on user compliance // *Electron Markets*. 2021. № 31. C. 427–445 (In Eng.). DOI: 10.1007/s12525-020-00414-7.
6. Mantravadi S., Jansson A.D., Møller C. User-friendly MES interfaces: Recommendations for an AI-based chatbot assistance in Industry 4.0 shop floors // *Intelligent Information and Database Systems – Springer, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 2020. – C.189–201. (In Eng.).
7. Yuchen X., et al. Towards autonomous system: flexible modular production system enhanced with large language model agents. September 12th to 15th // *ETFA*. 2023. (In Eng.).
8. Kernan Freire S., et al. Harnessing large language models for cognitive assistants in factories // *Proceedings of the 5th International Conference on Conversational User Interfaces*. 2023. C. 1–6. (In Eng.).
DOI: 10.1145/3571884.3604313.
9. Mantravadi S., Jansson A. D., Møller, C. User-friendly mes interfaces: Recommendations for an ai-based chatbot assistance in Industry 4.0 shop floors // *Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems*. 2020. C. 189–201. (In Eng.).
DOI: 10.1007/978-3-030-42058-1_16.
10. Gams M., et al. Developing a medical chatbot: Integrating medical knowledge into GPT for healthcare applications // *Intelligent Environments 2024: Combined Proceedings of Workshops and Demos & Videos Session*. 2024. C. 88–97. (In Eng.).
DOI: 10.3233/AISE240018.
11. Abdullah M., Madain A., Jararweh Y. ChatGPT: Fundamentals, applications and social impacts // *Ninth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)*. 2022. C. 1–8. (In Eng.).
DOI: 10.1109/SNAMS58071.2022.10062688.
12. Roumeliotis, K. I.; Tselikas, N. D.; Nasiopoulos, D. K. Llama 2: Early Adopters' Utilization of Meta's New Open-Source Pretrained Model. *Preprints 2023*, 2023072142. (In Eng.).
DOI: 10.20944/preprints202307.2142.v1.
13. Li J., Yuan Y., Zhang Z. Enhancing LLM factual accuracy with RAG to counter hallucinations: A case study on domain-specific queries in private knowledge-bases. 2024. (In Eng.).
DOI: 10.48550/arXiv.2403.10446.
14. Fan W., et al. A Survey on RAG Meeting LLMs: Towards retrieval-augmented large language models // *Journal of Vehicular Technology*. 2024. Vol. 5. pp. 1139–1165.
DOI: 10.1109/OJVT.2024.3447449.
4. Shi F., et al. Leveraging the Power of Large Language Models to Drive Progress in the Manufacturing Industry. *9th International Conference on Financial Innovation and Economic Development*. 2024. pp. 125–133.
5. Adam M., Wessel M., Benlian A. AI-based Chatbots in Customer Service and Their Effects on User Compliance. *Electron Markets*. 2021. No. 31. pp. 427–445. DOI: 10.1007/s12525-020-00414-7.
6. Mantravadi S., Jansson A.D., Møller C. User-friendly MES Interfaces: Recommendations for an AI-based Chatbot Assistance in Industry 4.0 Shop Floors. *Intelligent Information and Database Systems. Springer, Lecture Notes in Artificial Intelligence*. 2020. pp. 189–201.
7. Yuchen X., et al. Towards Autonomous System: Flexible Modular Production System Enhanced with Large Language Model Agents. September 12th to 15th. *ETFA*. 2023.
8. Kernan Freire S., et al. Harnessing Large Language Models for Cognitive Assistants in Factories. *Proceedings of the 5th International Conference on Conversational User Interfaces*. 2023. pp. 1–6.
DOI: 10.1145/3571884.3604313.
9. Mantravadi S., Jansson A. D., Møller, C. User-friendly Mes Interfaces: Recommendations for an AI-based Chatbot Assistance in Industry 4.0 Shop Floors. *Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems*. 2020. pp. 189–201.
DOI: 10.1007/978-3-030-42058-1_16.
10. Gams M., et al. Developing a Medical Chatbot: Integrating Medical Knowledge into GPT for Healthcare Applications. *Intelligent Environments 2024: Combined Proceedings of Work-shops and Demos & Videos Session*. 2024. pp. 88–97.
DOI: 10.3233/AISE240018.
11. Abdullah M., Madain A., Jararweh Y. ChatGPT: Fundamentals, Applications and Social Impacts. *Ninth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)*. 2022. pp. 1–8.
DOI: 10.1109/SNAMS58071.2022.10062688.
12. Roumeliotis, K. I.; Tselikas, N. D.; Nasiopoulos, D. K. Llama 2: Early Adopters' Utilization of Meta's New Open-Source Pretrained Model. *Preprints 2023*, 2023072142.
DOI: 10.20944/preprints202307.2142.v1.
13. Li J., Yuan Y., Zhang Z. Enhancing LLM factual accuracy with RAG to counter hallucinations: A case study on domain-specific queries in private knowledge-bases. 2024.
DOI: 10.48550/arXiv.2403.10446.
14. Fan W., et al. A Survey on RAG Meeting LLMs: Towards Retrieval-Augmented Large Language

- // Proceedings of the 30th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2024. С. 6491–6501. (In Eng.).
15. Castaño J., et al. Analyzing the evolution and maintenance of ML models on Hugging Face // Proceedings of the 21st International Conference on Mining Software Repositories. 2024. С. 607–618. (In Eng.).
16. Lin C.Y. ROUGE: A package for automatic evaluation of summaries [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aclanthology.org/W04-1013.pdf> (In Eng.).
17. Hu T., Zhou X. H. Unveiling LLM evaluation focused on metrics: challenges and solutions. 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.09135>. (In Eng.).
18. Hu Y., et al. Can perplexity reflect large language model's ability in long text understanding? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.06105>. (In Eng.).
19. Shankar S., et al. Who Validates the Validators? Aligning LLM-assisted evaluation of LLM outputs with human preferences. 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.12272> (In Eng.).
20. Huang H., et al. An empirical study of llm-as-a-judge for llm evaluation: Fine-tuned judge models are task-specific classifiers. 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/html/2403.02839v1> (In Eng.).
21. Пчелкин А.Ю., Гусарова Н.Ф. Кроссплатформенная разработка на базе вебтехнологий для поддержки решений в проблемно-ориентированных системах управления // Экономика. Право. Инновации. 2022. № 1. С. 41–47. DOI: 10.17586/2713-1874-2022-1-41-47.
22. Mr-Pickles. Добавление собственных данных в LLM с помощью RAG // Интернет-портал Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/779748/>
- Models. *Proceedings of the 30th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. 2024. pp. 6491–6501.
15. Castaño J., et al. Analyzing the evolution and maintenance of ML models on Hugging Face. *Proceedings of the 21st International Conference on Mining Software Repositories*. 2024. pp. 607–618.
16. Lin C.Y. ROUGE: A Package for Automatic Evaluation of Summaries. Available at: <https://aclanthology.org/W04-1013.pdf>
17. Hu T., Zhou X. H. Unveiling LLM Evaluation Focused on Metrics: Challenges and Solutions. 2024. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.09135>.
18. Hu Y., et al. Can perplexity reflect large language model's ability in long text understanding? Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.06105>.
19. Shankar S., et al. Who Validates the Validators? Aligning LLM-Assisted Evaluation of LLM Outputs with Human Preferences. 2024. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.12272>
20. Huang H., et al. An Empirical Study of Llm-As-A-Judge for Llm Evaluation: Fine-Tuned Judge Models are Task-Specific Classifiers. 2024. Available at: <https://arxiv.org/html/2403.02839v1>
21. Pchelkin A. Yu., Gusarova N. F. Cross-Platform Development Based on Web Technologies to Support Solutions in Problem-Oriented Management Systems. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2022. No. 1. pp. 41–47. (In Russ.). DOI: 10.17586/2713-1874-2022-1-41-47.
22. Mr-Pickles. (2023, December 11). Adding Your Own Data to LM Using RAG. *Internet portal Habr*. Available at: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/779748/> (In Russ.).

Научная статья
УДК 007.51
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-60-67

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЯ И МЕТРИК РАЗНООБРАЗИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ АВТОНОМНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Ирина Борисовна Готская¹, Кирилл Олегович Атеев²

¹РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия, iringot@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3074-8936>

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, 307692@niuitmo.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6552-4560>

Язык статьи – русский

Аннотация: В данном исследовании эмпирически изучается распределение контроля и разнообразия в децентрализованных автономных организациях (ДАО) на блокчейне Ethereum. В нем используется ряд показателей: коэффициент Накамото, коэффициент Джини, индекс Херфиндаля-Хиршмана, индекс Тейла, энтропия Шеннона и индекс разнообразия Симпсона - для оценки децентрализации и справедливости в распределении токенов управления. Анализ показывает сложный ландшафт, в котором некоторые ДАО демонстрируют децентрализацию с разнообразием распределения контроля, в то время как другие демонстрируют значительную концентрацию власти и неравенство в распределении сил. Ключевым наблюдением является сосуществование широкого распределения контроля между адресами ЕОА со значительным неравенством во владении токенами управления. Это указывает на то, что широкое распределение контроля не всегда коррелирует со справедливым распределением токенов управления. Исследование также подчеркивает возможность механизмов делегирования, которые могут приводить к более справедливому распределению сил по сравнению с прямым представительством. Данное исследование дает представление о динамике управления ДАО, демонстрируя сложный многоуровневый баланс между децентрализацией и централизацией в децентрализованной технологической инфраструктуре.

Ключевые слова: блокчейн, децентрализация, децентрализованные автономные организации, модель управления, распределение права голоса, смарт-контракты

Ссылка для цитирования: Готская И. Б., Атеев К. О. Исследование распределения контроля и метрик разнообразия в децентрализованных автономных организациях // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 60–67. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-60-67>.

A STUDY OF VOTING POWER DISTRIBUTION AND DIVERSITY METRICS IN DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATIONS

Irina B. Gotskaya¹, Kirill O. Ateev²

¹Herzen University, Saint Petersburg, Russia, iringot@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3074-8936>

²ITMO University, Saint Petersburg, Russia, 307692@niuitmo.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6552-4560>

Article in Russian

Abstract: This study empirically investigates the distribution of control and diversity in decentralized autonomous organizations (DAOs) on the Ethereum blockchain. It uses a number of measures—the Nakamoto coefficient, Gini coefficient, Herfindahl-Hirschman index, Theil index, Shannon entropy, and Simpson diversity index—to assess decentralization and fairness in the distribution of control tokens. The analysis reveals a complex landscape in which some DAOs exhibit decentralization with diversity in the distribution of control, while others exhibit significant concentration of power and inequality in the distribution of power. A key observation is the coexistence of a broad distribution of control among EOA addresses with significant inequality in the ownership of control tokens. This indicates that a broad distribution of control does not always correlate with a fair distribution of management tokens. The study also highlights the possibility of delegation mechanisms that may lead to a more equitable distribution of power compared to direct representation. This study provides insight into the governance dynamics of DAOs by demonstrating the complex multi-level balance between decentralization and centralization in a decentralized technology infrastructure.

Keywords: blockchain, decentralization, decentralized autonomous organizations, governance model, smart-contracts, voting power distribution

For citation: Gotskaya I. B., Ateev K. O. A Study of Voting Power Distribution and Diversity Metrics in Decentralized Autonomous Organizations. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 60–67. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-60-67>.

Введение. В эпоху структурных изменений в мировой экономике, связанных с появлением новых децентрализованных технологических платформ, способных внедрять в свою инфраструктуру полные по Тьюрингу смарт-контракты, появляется все больше инновационных решений, переосмысливающих подходы и модели управления организациями. Децентрализованные приложения, размещенные в распределенном реестре в виде смарт-контрактов, являются основой для создания новых структур, в которых отсутствует посредник.

Управление организациями – одна из основных областей, где активно применяются децентрализация и смарт-контракты. В настоящее время исследуются и предлагаются новые подходы, связанные с механизмами голосования и плоским одноранговым управлением [1]. Часто предлагаемые подходы связаны с решением проблемы поиска консенсуса между участниками организации для управления протоколом, чтобы децентрализованно управлять ресурсами организации и развивать устойчивость к различным возможным сценариям. Децентрализованные автономные организации (ДАО) уже являются неотъемлемой частью современных блокчейн-экосистем. В социальном плане ДАО воплощают идеалы децентрализации и инклюзивности, поощряя личную свободу и автономию, одновременно способствуя сотрудничеству и инновациям [2]. Являясь значительной инновацией в организационных структурах, они способны повлиять на большую часть бизнеса и общества в будущем [3].

Такой подход к управлению очень близок к «бирюзовым» организациям [4] или холакратии [5], где нет строгой иерархической структуры управления, участники организации равны и могут самостоятельно принимать любые решения. Власть в таких организациях распределена между участниками, что обуславливает их индивидуальные особенности управления, требующие создания вокруг них дополнительной инфраструктуры. Подходящей технологической инфраструктурой для имплементации такого управления может стать публичный блокчейн с реализованными моделями ДАО в виде смарт-контрактов.

Кроме того, данный подход и опыт управления через ДАО может быть использован не

только в протоколах блокчейна, но и в различных структурных областях управления, включая государственное управление и кооперацию сообществ. Такой подход дает значительные преимущества за счет использования технологии блокчейн для повышения безопасности и снижения уязвимости к различным атакам. Традиционные централизованные системы электронного управления, как правило, не публичны и уязвимы к нарушениям целостности данных из-за централизованной природы. ДАО снижают эти риски благодаря неизменяемым, прозрачным смарт-контрактам, которые автоматизируют процессы, сводя к минимуму человеческие ошибки и потенциальные злоупотребления. Кроме того, ДАО повышают прозрачность и подотчетность работы, поскольку каждая транзакция и решение записываются в блокчейн для аудита и общественного контроля, что способствует укреплению доверия. Смарт-контракты обеспечивают автоматическое выполнение правил, сокращая бюрократический надзор и позволяя в режиме реального времени отслеживать и анализировать решения организаций. Это может привести к повышению производительности, лучшему управлению ресурсами и более быстрому и надежному обслуживанию участников, в том числе в государственных системах [6].

Исследовательская проблема. Эффективность управления ДАО напрямую связана с выстроенной моделью взаимодействия между участниками. Согласование интересов различных стейкхолдеров достигается через сбалансированное распределение голосов, которое учитывает вклад каждого участника. Если система распределения прав голоса не учитывает эти различия, это может привести к конфликтам и поляризации, ослабляя управленческие процессы ДАО.

Текущие модели управления в ДАО блокчейн протоколов, несмотря на свою децентрализованную природу, на практике могут демонстрировать значительную централизацию прав голоса и концентрацию власти, что снижает их способность обеспечить справедливое и равноправное управление.

Оценка эффективности моделей управления с помощью анализа эмпирических метрик распределения прав голоса позволит глубже понять действующую структуру организаций

и динамику их развития, с точки зрения распределения прав голоса.

Цель данного исследования – провести анализ текущих эмпирических данных с точки зрения различных метрик оценки децентрализации для оценки эффективности функционирующих моделей ДАО.

Литературный обзор. ДАО действительно могут демократизировать процесс управления и сделать его более устойчивым. Однако существуют эмпирические исследования крупных ДАО, результаты которых свидетельствуют о низкой децентрализации сил при принятии управленческих решений [7], высоких затратах на управление такими организациями [8] и низкой эффективности системы делегирования.

Кроме того, не существует общепринятой формы, которая была бы эффективна для всех. Это также приводит к дополнительным трудностям в сборе и интерпретации эмпирических данных из блокчейна о действиях участников. В то же время в некоторых сетях существуют стандарты для ДАО [9], что позволяет создать интероперабельный интерфейс для управления ими и унифицировать процесс сбора данных о действиях участников и состоянии организации. Наиболее крупные протоколы стараются использовать стандартизированный подход, предложенный сообществом, дополняя его необходимым функционалом.

Тем не менее, невозможно однозначно сказать, являются ли модели управления ДАО неэффективными, поскольку они существуют не так давно, а эмпирических исследований, посвященных текущему функционированию децентрализованных организаций на блокчейне, практически нет. Отчасти это объясняется тем, что сам сбор данных требует дополнительных компетенций в области

разработки, понимания конструкции исследуемого блокчейна и работы смарт-контрактов.

Методы и материалы исследования. Методология сбора данных в этом исследовании предполагает извлечение данных децентрализованных автономных организаций крупных действующих блокчейн-протоколов в сети Ethereum. Поскольку количественные показатели протоколов ДАО достаточно инертны в коротких промежутках времени, в исследовании используется один снимок состояния блокчейна. Полученные данные соответствуют точным неизменяемым данным из блокчейна на момент времени их извлечения, для более легкой воспроизводимости эксперимента. Для непосредственного извлечения данных был использован протокол индексирования The Graph, позволяющий получить доступ к данным смарт-контрактов и транзакций из открытого реестра блокчейна в виде сущностей, которые можно обрабатывать.

Для извлечения сущностей использовались подграфы с открытым исходным кодом от Messari [10], с помощью запросов GraphQL были получены необходимые данные о состоянии ДАО, держателях токенов управления, голосованиях, делегатах и предложениях. Поскольку некоторые адреса могут быть смарт-контрактами, в исследовании рассматривались два варианта данных: с учетом смарт-контрактов и только для аккаунтов, принадлежащих внешним пользователям. Для определения принадлежности адреса к внешним аккаунтам использовалась JavaScript библиотека web3 и публичный RPC-провайдер с открытым исходным кодом. Код для сбора и оценки данных доступен на Github [11].

Рассмотренные в исследовании протоколы и данные об их токенах управления в сети Ethereum приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Децентрализованные протоколы и данные об их токенах управления

Протокол	Токен	Адрес токена управления
Uniswap	UNI	0x1f9840a85d5af5bf1d1762f925bdaddc4201f984
Compound	COMP	0xc00e94Cb662C3520282E6f5717214004A7f26888
ENS	ENS	0xC18360217D8F7Ab5e7c516566761Ea12Ce7F9D72
Gitcoin	GTC	0xde30da39c46104798bb5aa3fe8b9e0e1f348163f
dYdX	DYDX	0x92d6c1e31e14520e676a687f0a93788b716beff5
Angle	ANGLE	0x31429d1856ad1377a8a0079410b297e1a9e214c2
Cryptex	CTX	0x321C2fE4446C7c963dc41Dd58879AF648838f98D

Для комплексной оценки децентрализованной автономной организации с использованием полной эмиссии токенов управления используется несколько метрик. Такой подход к описанию текущего состояния более точно отражает перспективу распределения власти, поскольку относительная стоимость обращающихся токенов управления не является репрезентативной из-за молодости таких организаций. Большинство токенов управления заблокированы и используются для постепенного вознаграждения пользователей.

Коэффициент Накамото определяет минимальное количество участников, необходимое для контроля большинства держателей токенов или делегирования полномочий. В исследовании используется подсчет участников при их совокупном пересечении 50% эмиссии токенов управления. Более низкий коэффициент, обычно менее 5, говорит о более высокой концентрации контроля и большем риске централизации, что делает организацию более уязвимой для одностороннего принятия решений. И наоборот, более высокий коэффициент Накамото указывает на более широкое распределение контроля, что подразумевает более высокий уровень децентрализации.

Коэффициент Джини измеряет неравенство в распределении токенов внутри ДАО. Значение метрики варьируется от 0 (полное равенство) до 1 (максимальное неравенство). В контексте ДАО более высокий коэффициент Джини указывает на концентрацию эмиссии и управленческой власти, что потенциально может привести к несправедливому влиянию и контролю. Более низкий коэффициент Джини указывает на более справедливое распределение токенов, что желательно для развития демократических структур управления в ДАО.

Индекс Херфиндаля-Хиршмана (ИХХ) оценивает концентрацию рынка и дисперсию контроля. В контексте ДАО значение ИХХ выше 2500 указывает на высокую концентрацию и потенциальную олигополию, в то время как значение ниже 1500 указывает на конкурентный и децентрализованный ландшафт. Значения, близкие к 0, указывают на высококонкурентную среду со здоровой дис-

персией контроля, что подразумевает наиболее децентрализованную структуру ДАО.

Индекс Тейла измеряет неравенство в распределении, используя подход, основанный на энтропии. В ДАО более высокий индекс Тейла означает большее неравенство в распределении токенов, сигнализируя о потенциальных рисках в принятии справедливых решений и распределении ресурсов. Более низкое значение индекса отражает более равномерное распределение, соответствующее децентрализации и равному участию.

Энтропия Шеннона оценивает разнообразие и непредсказуемость распределения токенов управления. Более высокое значение энтропии Шеннона указывает на более разнообразное и непредсказуемое распределение, что является положительным признаком децентрализации в ДАО. Более низкие значения энтропии указывают на более предсказуемое и потенциально централизованное распределение токенов, что может быть признаком централизации управления.

Индекс разнообразия Симпсона измеряет вероятность того, что два случайно выбранных субъекта отличаются друг от друга, тем самым количественно оценивая разнообразие. В контексте ДАО более высокий индекс Симпсона (ближе к 1) указывает на большее разнообразие держателей токенов управления, что говорит о децентрализованном и разнообразном ландшафте участников. Более низкое значение индекса указывает на меньшее разнообразие и потенциальные риски централизации управления и контроля.

Каждая метрика применяется как к владельцам токенов управления с возможностью голосования, так и к владельцам токенов с учетом делегированных прав голоса. В совокупности эти метрики дают многомерное представление об уровне децентрализации, распределении власти и разнообразии контроля в каждой ДАО, раскрывая нюансы структуры управления, распределения токенов и потенциальных рисков централизации.

Результаты исследования. Текущие эмпирические данные о состоянии крупных децентрализованных организаций и их токенов управления в сети Ethereum представлены в таблице 2.

Состояние крупных ДАО в Ethereum на момент 29.03.2024*Источник: составлено авторами*

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	dYdX	Gitcoin	Angle	Cryptex
Держатели токена за все время	1304818	638228	228183	165503	154801	8225	5397
Текущие держатели токена	378691	218861	66132	54027	94567	3316	2064
Отправления токена	4509599	2163942	851594	685237	528376	64632	44626
Голосования	45889	12834	4554	2509	5036	9	69
Делегаты	45037	11684	34735	165602	18996	40	32
Предложения	68	234	22	17	66	5	16

Ниже в таблице 3 представлен подробный анализ выбранных децентрализованных автономных организаций через призму их токенов управления, которые представляют собой право голоса в организации. В приведен

ном анализе рассматриваются только адреса внешних счетов владельцев (ЕОА), которые не являются смарт-контрактами, поскольку они наиболее репрезентативны для прямых участников ДАО.

Таблица 3

Метрики децентрализации ДАО, учитывающие только ЕОА на момент 29.03.24

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	Gitcoin	dYdX	Angle	Cryptex
Накамото	319	40	4516	310	3243	2244	948
Накамото с делегатами	91	35	37360	98	162124	1701	19
Джини	0.975	0.949	0.986	0.980	0.978	0.991	0.985
Джини с делегатами	0.997	0.993	0.997	0.997	0.999	0.993	0.992
ХХИ	34.298	378.294	47.313	1059.752	47.685	51.372	290.484
ХХИ с делегатами	40.728	139.952	38.722	292.233	36.596	42.783	196.256
Тейл	3.181	7.510	2.043	4.259	2.338	1.463	3.566
Тейл с делегатами	3.999	4.187	1.801	2.714	1.751	1.130	2.1
Энтропия Шеннона	4.589	10.835	2.947	6.144	3.373	2.111	5.145
Энтропия Шеннона с делегатами	5.769	6.04	2.598	3.915	2.527	1.63	3.029
Симпсон	0.997	0.962	0.995	0.894	0.995	0.995	0.97
Симпсон с делегатами	0.996	0.986	0.996	0.97	0.996	0.996	0.98

В таблице 4 представлен аналогичный анализ выбранных ДАО через призму их токенов управления, только с учетом всех адресов, включая смарт-контракты и ЕОА.

Таблица 4

Показатели децентрализации ДАО с учетом всех адресов на момент 29.03.24

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	Gitcoin	dYdX	Angle	Cryptex
Накамото	10	9	1	3	2	3	3
Накамото с делегатами	10	9	1	3	2	2	3
Джини	0.956	0.969	0.951	0.941	0.984	0.974	0.981
Джини с делегатами	0.996	0.991	0.997	0.995	0.999	0.988	0.984
ИХХ	1500.419	733.751	9664.646	2285.213	3235.62	3898.733	3395.312
ИХХ с делегатами	1480.292	507.908	3219.952	1243.721	2847.166	2137.872	1800.545
Тейл	7.01	7.160	5.167	7.615	4.015	5.761	4.153
Тейл с делегатами	5.01	5.277	2.632	3.944	2.597	2.863	3.22
Энтропия Шеннона	10.113	10.33	7.454	10.986	5.793	8.311	5.992
Энтропия Шеннона с делегатами	7.256	7.613	3.797	5.69	3.747	4.13	4.646
Симпсон	0.85	0.927	0.033	0.771	0.676	0.61	0.66
Симпсон с делегатами	0.852	0.949	0.678	0.876	0.715	0.786	0.82

Сравнение данных ЕОА и данных по всем адресам в выбранных протоколах ДАО выявляет заметные различия. В целом анализ ЕОА показывает более рассредоточенное и справедливое распределение контроля, что свидетельствует о менее централизованной структуре управления среди отдельных пользователей. Этот контраст подчеркивает значительное влияние смарт-контрактов на концентрацию контроля в этих ДАО, подчеркивая двойственную природу механизмов контроля, включающих как отдельных участников, так и автоматизированные контракты. Это также говорит о том, что, хотя смарт-контракты обеспечивают наибольшую концентрацию токенов управления, они, как правило, являются казной ДАО, lock-контрактами или пуллами децентрализованных бирж,

которые позволяют более равномерно распределять токены управления между участниками с течением времени, экономически стимулируя их участие. Поскольку просто раздавать токены управления ДАО было бы неэффективно. Со временем распределение власти должно стать более децентрализованным, и все выбранные протоколы движутся в этом направлении, как видно из данных ЕОА.

В полученных результатах можно также отметить протокол dYdX, в котором с помощью механизма делегирования распределено большое количество прав голоса, существенно увеличивая количество агентов управления, но при этом сохраняя высокую концентрацию и неравномерность распределения эмиссии токенов управления.

Выводы. Полученные результаты демонстрируют сложные нюансы, присущие структурам управления ДАО. Показатели дают многомерное представление о балансе между централизацией и децентрализацией, равенстве распределения токенов и разнообразию контроля. Каждая ДАО представляет собой уникальный профиль, отражающий ее основную философию управления и операционную динамику.

Ключевым наблюдением исследования является взаимосвязь между коэффициентом Накамото и другими показателями, такими как коэффициент Джини и ИХХ. Некоторые ДАО демонстрируют парадокс, когда высокий коэффициент Накамото, свидетельствующий о широком распределении контроля, сосуществует с высоким коэффициентом Джини, указывающим на значительное неравенство в распределении токенов управления. Эта дихотомия выявляет важную тенденцию в управлении ДАО: распределение контроля не обязательно подразумевает справедливое распределение власти. Подобное явление объясняется молодостью таких организаций, когда большая часть токенов управления еще заблокирована или используется в качестве казначейства сообщества. Постепенно токены управления распределяются между участниками в качестве вознаграждения и за счет притока новых пользователей, при этом сохраняется широкая дисперсия контроля.

Более того, различие между ИХХ для прямых держателей токенов и тех, кто имеет делегированные токены, выявляет тенденцию к динамической децентрализации. В некоторых случаях высокая концентрация контроля снижается при учете делегирования, что гово-

рит о влиянии на структуру распределения власти через делегирование токенов управления.

Тем не менее, на данный момент большинство метрик указывают на значительное неравенство в распределении власти. Это неравенство несколько смягчается при учете делегированных токенов, о чем свидетельствуют в целом более низкие значения индекса Тейла для соответствующих метрик. Это говорит о том, что механизмы делегирования могут играть определенную роль в снижении экономического неравенства в ДАО.

Кроме того, механизмы делегирования могут использоваться для более равномерного распределения права голоса среди участников, чтобы решить проблему концентрации заблокированной эмиссии токенов управления без возможности их использования. Это может быть, к примеру, общий пулл токенов и правила работы с этой эмиссией для внешних агентов в виде подотчетных верифицированных смарт-контрактов. Подобный подход потенциально помогает одновременно, не теряя контроль над эмиссией, предоставлять возможность управления широкому кругу внешних агентов и реализовывать более сложные формы управления.

Используемые метрики дают представление о том, как децентрализация реализуется на практике, проявляясь в различных формах структур управления и моделях распределения власти. Исследование подчеркивает важность рассмотрения не только концептуальных подходов и поверхностных показателей децентрализации, но и подлинного понимания динамики контроля в новых организационных формах на практических примерах.

Список источников

1. Атеев К. О., Широков И. А., Олимпиев Н. В. Разработка архитектуры системы принятия решений на основе гибридного голосования в децентрализованной автономной организации // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 9. С. 10–14.
2. Jones K. Blockchain in or as Governance? Evolutions in Experimentation, Social Impacts, and Prefigurative Practice in the Blockchain and DAO Space // Information Polity. 2019. Т. 24. № 4. С. 469–486. (In Eng.).

References

1. Ateev K. O., Shirokov I. A., Olimpiev N. V. Development of the Architecture of a Decision-Making System Based on Hybrid Voting in a Decentralized Autonomous Organization. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii*. 2023. No. 9. pp. 10–14. (In Russ.).
2. Jones K. Blockchain in or as Governance? Evolutions in Experimentation, Social Impacts, and Prefigurative Practice in the Blockchain and DAO Space. *Information Polity*. 2019. Vol. 24 No. 4. pp. 469–486.

3. Gogel D., Kremer B., Slavin A., Werbach K., et al. Decentralized Autonomous Organizations: Beyond the Hype [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Decentralized_Autonomous_Organizations_Beyond_the_Hype_2022.pdf (In Eng.).
4. Velikorossov V. V., Butov A. V. «Turquoise» Organizations as a New Form of Social Partnership // *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2019. Т. 4. №. 2. С. 27–35. (In Eng.).
5. Liebert F. Holacracy as a New Approach to New Product Development in the IT Industry – Case Study // *Scientific Notebooks. Organization and Management*. 2020. №. 145. С. 279–296. (In Eng.).
6. Diallo N., Shi W., Xu L., Gao Z., Chen L., Lu Y., et al. eGov-DAO: A Better Government Using Blockchain-Based Decentralized Autonomous Organization // *Proceedings of the International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. 2018. С. 166–171. (In Eng.).
7. Feichtinger R., Fritsch R., Vonlanthen Y., Wattenhofer R. The Hidden Shortcomings of (D)AOs – An Empirical Study of On-Chain Governance. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12125> (In Eng.).
8. Schmitten J. P., Augart G., Hüsigg S. Decentralized Blockchain Governance and Transaction Costs in Digital Transformation: The Case of the DAO Revisited. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.23919/PICMET59654.2023.10216831> (In Eng.).
9. How to Set up On-Chain Governance // *OpenZeppelin* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/governance> (In Eng.).
10. Messari Subgraphs. *GitHub repository* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/messari/subgraphs> (In Eng.).
11. DAOs Measures. *GitHub repository* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/kirill-ateev/article-tools/tree/main/DAOs%20measures> (In Eng.).
3. Gogel D., Kremer B., Slavin A., Werbach K., et al. Decentralized Autonomous Organizations: Beyond the Hype. Available at: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Decentralized_Autonomous_Organizations_Beyond_the_Hype_2022.pdf
4. Velikorossov V. V., Butov A. V. «Turquoise» Organizations as a New Form of Social Partnership. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2019. Vol. 4. No. 2. pp. 27–35.
5. Liebert F. Holacracy as a New Approach to New Product Development in the IT Industry – Case Study. *Scientific Notebooks. Organization and Management*. 2020. No. 145. pp. 279–296.
6. Diallo N., Shi W., Xu L., Gao Z., Chen L., Lu Y., et al. eGov-DAO: A Better Government Using Blockchain-Based Decentralized Autonomous Organization. *Proceedings of the International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. 2018. pp. 166–171.
7. Feichtinger R., Fritsch R., Vonlanthen Y., Wattenhofer R. The Hidden Shortcomings of (D)AOs – An Empirical Study of On-Chain Governance. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12125>
8. Schmitten J. P., Augart G., Hüsigg S. Decentralized Blockchain Governance and Transaction Costs in Digital Transformation: The Case of the DAO Revisited. 2023. Available at: <https://doi.org/10.23919/PICMET59654.2023.10216831>
9. How to Set up On-Chain Governance. *OpenZeppelin*. Available at: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/governance>
10. Messari Subgraphs. *GitHub repository*. Available at: <https://github.com/messari/subgraphs>
11. DAOs Measures. *GitHub repository*. Available at: <https://github.com/kirill-ateev/article-tools/tree/main/DAOs%20measures>

Александрова Дарья Дмитриевна / Alexandrova Daria D.

специалист центра трансфера технологий / Technology Transfer Center Specialist
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» / SMTU
Санкт-Петербург, Ленинский проспект, 101.
E-mail: Stella0700@yandex.ru

Атеев Кирилл Олегович / Ateev Kirill O.

аспирант / graduate student
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: 307692@niuitmo.ru

Бурцев Даниил Сергеевич / Burtsev Daniil S.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент / PhD, Associate Professor
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: dsburtcev@itmo.ru

Головкин Павел Николаевич / Golovkin Pavel N.

аспирант / graduate student
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» / Peter the Great St.
Petersburg Polytechnic University
Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, литера Б
E-mail: golovkinpn@mail.ru

Готская Ирина Борисовна / Gotskaya Irina B.

доктор педагогических наук, профессор / D.Sc, Professor
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» / Herzen
University
Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48
E-mail: iringot@mail.ru

Добренко Дмитрий Александрович / Dobrenko Dmitry A.

аспирант / graduate student
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: enotpalaskun@gmail.com

Добренко Наталья Викторовна / Dobrenko Natalya V.

кандидат технических наук, доцент / PhD, Associate Professor
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: graziokisa@yandex.ru

Ивлев Михаил Алексеевич / Ivlev Mikhail A.

доктор технических наук, профессор / D.Sc, Professor
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» / Nizhny
Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24
E-mail: ivlev-ma@yandex.ru

Кан Елена Николаевна / Kan Elena N.

кандидат экономических наук, доцент / PhD, Associate Professor
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: 2494433@mail.ru

Курочкина Анна Александровна / Kurochkina Anna A.

доктор экономических наук, профессор / D.Sc, Professor
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» / Peter the Great St.
Petersburg Polytechnic University
Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, литера Б
E-mail: kurochkina_aa@spbstu.ru

Рябов Дмитрий Евгеньевич / Ryabov Dmitry E.

аспирант / graduate student
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» / Nizhny
Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24
E-mail: dmetrei.ryabov@mail.ru

Савченков Сергей Анатольевич / Savchenkov Sergey A.

кандидат технических наук, доцент / PhD, Associate Professor
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: savchenkov.tlc@bk.ru

Смердова Дана Владимировна / Smerdova Dana V.

магистрант / master student
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: smerdova.dana@yandex.ru

Улизько Максим Валерьевич / Ulizko Maxim V.

аспирант / graduate student
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49
E-mail: contrey1337@gmail.com

Хазима МХД Ваел / Hazima MHD Wael

магистрант / master student

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО» / ITMO University

Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

E-mail: wael.hazima@gmail.com