

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)

ICSTI  МЦНТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
INTERNATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION

Информация и инновации Information and Innovations

Информация и инновации

Международный рецензируемый научный журнал
Издается с 2006 года
Т. 21, № 1, 2026

Цели и задачи. Цель журнала «Информация и инновации» состоит в широком обмене научной и технической информацией, результатами исследований и разработок специалистов, работающих в различных областях науки и техники, научно-технической информации, экономики, образования, бизнеса в России и за рубежом. Редакционная политика журнала направлена на реализацию основных задач: информационная поддержка международного сотрудничества в областях науки, технологий и бизнеса; создание коммуникационной площадки для формирования устойчивых международных связей и расширения сотрудничества в сфере науки и инноваций; освещение лучших зарубежных практик организации научно-исследовательской и инновационной деятельности.

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)
Префикс DOI: 10.31432

Учредитель, издатель, редколлегия:

Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ)

Адрес:

125252, Россия, Москва, ул. Куусинена, 21-Б, МЦНТИ

Тел.: +7(499)198-70-21

Факс: +7(499)943-00-89

Эл. почта: icsti@icsti.int

Сайт журнала:

<https://journal.icsti.int>

Свидетельство о регистрации:

ПИ № ФС77-27294 от 22 февраля 2007 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Периодичность: 4 раза в год

Редактор-корректор:

Л.П. Калмыкова

Дизайн и вёрстка:

И.В. Гришин

Типография АО «Т8 Издательские Технологии», Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.

Печать офсетная. Тираж 500 экз.

Цена свободная.

Индексирование:

DOAJ, Crossref, CNKI, «Белый список», РИНЦ, реферируется в базе данных ВИНТИ РАН

При цитировании ссылка на журнал «Информация и инновации» обязательна.

Копирайт: © Оформление, составление, редактирование Информация и инновации, 2026

Материалы журнала доступны под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

Главный редактор: *Лончаков Юрий Валентинович*, д.т.н., директор, МЦНТИ, Москва, Российская Федерация

Заместитель главного редактора: *Башкина Елена Михайловна*, к.т.н., начальник отдела информационных ресурсов, МЦНТИ, Москва, Российская Федерация

Редакционная Коллегия

Аббасов Али Мамед оглы, д.э.н., профессор, академик Национальной Академии Наук Азербайджана (НАНА), советник НАНА, Баку, Азербайджанская Республика

Адамьянц Армен Ованесович, к.т.н., доцент, член Ученого совета и редакционной коллегии, Государственная публичная научно-техническая библиотека России, Москва, Российская Федерация

Белов Владимир Иванович, д.и.н., профессор, директор, Научно-образовательный центр африканских исследований РУДН; руководитель, Центр исследования Глобального Юга, ИНИОН РАН; Москва, Российская Федерация

Содномсамбугийн Дэмбэрэл, д.г.-м.н., академик, президент Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия

Егоров Владимир Георгиевич, д.э.н., д.и.н., первый заместитель директора, Институт стран СНГ, Москва, Российская Федерация

Лианаге Джанита Абейвикраме, д.х.н., старший профессор, Университет Келани, Коломбо, Демократическая Социалистическая Республика Шри-Ланка

Мамедов Захид Фаррух, д.э.н., профессор, заместитель директора, Научно-исследовательский институт экономических исследований Азербайджанского государственного экономического университета (UNEC), Баку, Азербайджанская Республика

Мун Дмитрий Вадимович, к.э.н., заместитель директора, Агентство «Эмерком» МЧС России, Москва, Российская Федерация

Пилото Фарруча Мануэль, генеральный директор, Институт научной и технологической информации Республики Куба, Гавана, Республика Куба

Стратан Александр Николаевич, д.э.н., профессор, академик Академии наук Молдовы; ректор, Молдавская Экономическая Академия, Кишинев, Республика Молдова

Тран Дак Хьен, д. филос., генеральный директор, Национальное агентство научной и технологической информации и статистики Вьетнама, Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам

Успенский Александр Алексеевич, к.т.н., доцент, директор, Республиканский центр трансфера технологий, Минск, Республика Беларусь

Цветкова Валентина Алексеевна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, ВИНТИ РАН, Москва, Российская Федерация

Швейда Павел, д.т.н., генеральный секретарь, Сообщество научных и технологических парков Чешской Республики, Прага, Чешская Республика

Эльсергани Мохамед Ибрахим Мохамед, к.с.-х.н., профессор, атташе по вопросам образования и культуры Посольства Арабской Республики Египет в Российской Федерации, директор Бюро Культуры Арабской Республики Египет в Российской Федерации, Каир, Арабская Республика Египет

Швейда Павел, д.т.н., генеральный секретарь, Сообщество научных и технологических парков Чешской Республики, Прага, Чешская Республика

Эльсергани Мохамед Ибрахим Мохамед, к.с.-х.н., профессор, атташе по вопросам образования и культуры Посольства Арабской Республики Египет в Российской Федерации, директор Бюро Культуры Арабской Республики Египет в Российской Федерации, Каир, Арабская Республика Египет

Эльсергани Мохамед Ибрахим Мохамед, к.с.-х.н., профессор, атташе по вопросам образования и культуры Посольства Арабской Республики Египет в Российской Федерации, директор Бюро Культуры Арабской Республики Египет в Российской Федерации, Каир, Арабская Республика Египет

Редакционный Совет

Кожин Игорь Владимирович, Глава Центра, Центр международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в России, Москва, Российская Федерация

Парфенов Валерий Павлович, заместитель директора, МЦНТИ, Москва, Российская Федерация

Information and Innovations

International peer-reviewed scientific journal

Published since 2006

Vol. 21, No. 1, 2026

Focus and Scope. The purpose of the journal "Information and Innovations" is to widely exchange scientific and technical information, the results of research and development of specialists working in various fields of science and technology, scientific and technical information, economics, education, and business in Russia and abroad. The editorial policy of the journal is aimed at implementing the main objectives: information support for international cooperation in the fields of science, technology and business; creation of a communication platform for the formation of sustainable international relations and expansion of cooperation in the field of science and innovation; coverage of the best world practices of organizing research and innovation activities.

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)
DOI Prefix: 10.31432

Founder, Publisher, Editorial Office:
International Centre for Scientific and
Technical Information (ICSTI)

Address: ICSTI,
Kuusinen str., 21-B,
Moscow, 125252, Russia,
Phone: +7(499)198-70-21
Fax: +7(499)943-00-89
E-mail: icsti@icsti.int
Website: <https://journal.icsti.int>

Mass Media Registration Certificate:
PI No FS77-27294 as of 22 February 2007
issued by the Federal Service for Super-
vision of Communications, Information
Technology and Mass Media (Roskom-
nadzor)

Frequency: 4 times per year

Editor-proofreader:
L. Kalmykova
Design:
I. Grishin

Printing house of JSC "T8 Publishing
Technologies", Printing house address:
109316, Russia, Moscow, Volgogradsky
pr-t, 42, bldg. 5.
Offset printing. Print run 500 copies.
Price flexible.

Indexation: DOAJ, Crossref, CNKI, "White
list", RINC, reviewed in the VINITI RAS Da-
tabase

When citing, a reference to the journal
"Information and Innovations" is re-
quired.

Copyright: © Compilation, design, edit-
ing. Information and Innovations, 2026

Distribution: content is distributed un-
der Creative Commons Attribution 4.0
License

Editor-in-Chief: Yury V. Lonchakov, Dr. Sci. (Eng.), Director, ICSTI, Moscow, Russian Federation

Deputy Editor-in-Chief: Elena M. Bashkina, Cand. Sci. (Eng.), Head of Information Resources Division, ICSTI, Moscow, Russian Federation

Editorial Board

Ali Mamed Abbasov oglu, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Academician of the Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS), Advisor to ANAS, Baku, Republic of Azerbaijan

Armen O. Adamyants, Cand. Sci. (Eng.), Docent, Member of the Academic Council and Editorial Board, Russian National Public Library for Science and Technology, Moscow, Russian Federation

Vladimir I. Belov, Dr. Sci. (Hist.), Professor, Director, Center of African Studies, RUDN; Head, Global South Research Center; INION RAS; Moscow, Russian Federation

Sodnomsambuu Demberel, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Academician, President of Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaator, Mongolia

Vladimir G. Egorov, Dr. Sci. (Econ), Dr. Sci. (Hist.), First Deputy Director, Institute of CIS countries, Moscow, Russian Federation

Janitha Abeywickrema Liyanage, Dr. Sci. (Chem.), Senior Professor, University of Kelaniya, Colombo, Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

Zahid Farrukh Mammadov, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Deputy Director, Research Institute of Economic Studies of the Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Republic of Azerbaijan

Dmitry V. Mun, Cand. Sci. (Econ.), Deputy Director, EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation

Manuel Piloto Farrucha, M.Sc., Director General, Institute for Scientific and Technological Information of the Republic of Cuba, Havana, Republic of Cuba

Alexandr N. Stratan, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Academician of the Academy of Sciences of Moldova; Rector, Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Tran Dac Hien, PhD, Director General, National Agency for Science and Technology Information and Statistics, Hanoi, Socialist Republic of Vietnam

Alexander A. Uspenskiy, Cand. Sci. (Eng.), Docent, Director, Republican Centre for Technology Transfer, Minsk, Republic of Belarus

Valentina A. Tsvetkova, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), Moscow, Russian Federation

Pavel Svejda, Dr. Sci. (Eng.), Secretary General, Association of Innovative Entrepreneurship, Praha, Czech Republic

Mohamed Ibrahim Mohamed Elsergani, PhD (Econ.), Professor, Attaché for Education and Culture, Embassy of the Arab Republic of Egypt in the Russian Federation; Director, Cultural Bureau of the Arab Republic of Egypt in the Russian Federation, Cairo, Arab Republic of Egypt

Editorial Council

Igor V. Kozhin, Head of the UNIDO Centre for International Industrial Cooperation in the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Valery P. Parfenov, Deputy Director, ICSTI, Moscow, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и инновации

<i>Емелин Н.М.</i>	Динамика развития инновационного потенциала наукоградов	5
<i>Демьянова О.В., Муллахметов Э.И.</i>	Центры компетенций по роботизации как инструмент преодоления барьеров внедрения промышленных роботов в машиностроении	20
<i>Кочетков А.А.</i>	Анализ обеспечения безопасности и надежности функционирования Московского метрополитена	34
<i>Шнайдер О.В., Андрианова В.Е.</i>	Управление товарными запасами и выбор налогового режима: ключевые аспекты для малого и среднего бизнеса	51

Наукометрия и библиометри

<i>Чигарев Б.Н.</i>	Анализ использования авторских ключевых слов и терминов IEEE в данных IEEE Xplore для определения актуальных тем исследований в области энергетических технологий и существующих ограничений	65
---------------------	--	----

МЦНТИ: события, информация, мнения		92
---	--	----

CONTENT

Information processes

<i>Nikolay M. Emelin</i>	Dynamics of the development of the innovative potential of science cities	5
<i>Olga V. Demyanova, Emir I. Mullakhmetov</i>	Robotics competence centers as a tool for overcoming barriers to the adoption of industrial robots in mechanical engineering	20
<i>Artur A. Kochetkov</i>	Analysis of the safety and reliability of the Moscow metropolitan	34
<i>Olga V. Schneider, Victoria E. Andrianova</i>	Inventory management and tax regime selection: key aspects for small and medium-sized businesses	51

Scientometrics and Bibliometrics

<i>Boris N. Chigarev</i>	Analysis of the use of author keywords and IEEE terms in IEEE Xplore data to identify current research topics in energy technology and existing limitations	65
--------------------------	---	----

ICSTI: Events, Information, Opinions		92
---	--	----

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.22>

Динамика развития инновационного потенциала наукоградов

Н.М. Емелин ✉

ФГБУ «Научно-технический институт межотраслевой информации» (НТИМИ)
ул. Зорге, д. 22, к. 1, Москва, 125252, Российская Федерация
✉ info@ntimi.ru

Аннотация. *Актуальность.* Практически отсутствующая динамика развития инновационного потенциала наукоградов негативно сказывается на научно-технологическом развитии наукоградов. *Цель.* Выявление причин, влияющих на развитие инновационной деятельности наукоградов и их инновационного потенциала в целях совершенствования этой деятельности. *Материалы и методы.* Данные федерального статистического наблюдения и наукометрические методы их анализа. *Результаты.* По результатам анализа инновационной деятельности наукоградов разработаны направления корректировки деятельности научно-производственных комплексов наукоградов. *Заключение.* Наукограды являются опорными точками научно-технологического развития России, несмотря на наличие проблем в развитии научно-производственных комплексов отдельных наукоградов. Предложенные направления корректировки деятельности научно-производственных комплексов могут быть использованы для их дальнейшего развития и совершенствования деятельности.

Ключевые слова: наукограды; научно-технологическое развитие; инновационный потенциал; показатели

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания № 075001U94062505 на 2026 г. и плановый период 2027-2028 гг.

Для цитирования: Емелин Н.М. Динамика развития инновационного потенциала наукоградов. *Информация и инновации.* 2026;21(1):5-19. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.22>

Dynamics of the development of the innovative potential of science cities

Nikolay M. Emelin ✉

Federal State Budgetary Institution "Scientific and Technical Institute of Interdisciplinary Information"

22, bld. 1, Sorge str., Moscow, 125252, Russian Federation

✉ *info@ntimi.ru*

Abstract. *Relevance.* The almost non-existent dynamics of the development of the innovative potential of science cities has a negative impact on the scientific and technological development of science cities. *Aim.* To identify the causes affecting the development of the innovative activities of science cities and their innovative potential in order to improve these activities. *Materials and methods.* Federal statistical data and scientometric methods of their analysis. *Results.* Based on the analysis of the innovative activities of science cities, the directions for adjusting the activities of the science and production complexes of science cities have been developed. *Conclusion.* Science cities are the focal points of Russia's scientific and technological development, despite the challenges faced by individual science cities. The proposed areas for adjusting the activities of science cities can be used for their further development and improvement.

Keywords: science cities; scientific and technological development; innovative potential; indicators

Funding. The work was carried out as part of the state assignment No. 075001U94062505 for 2026 and the planning period of 2027-2028.

For citation: Emelin N.M. Dynamics of the development of the innovative potential of science cities. *Information and Innovations*. 2026;21(1):5-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.22>

ВВЕДЕНИЕ

В основе научно-технологического развития наукоградов лежит их инновационная деятельность, направленная в соответствии с Федеральным законом от 23.08.96 №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на реализацию инновационных проектов, а также на создание и обеспечение инновационной инфраструктуры наукоградов. Именно эта деятельность характеризует наукограды и их научно-производственные комплексы (НПК), которая отражается в стратегиях социально-экономического развития наукоградов и планах мероприятий по её реализации.

Проведенный в работе [1] анализ научно-технологического развития и инновационной деятельности наукоградов показал: несмотря на то, что все наукограды отвечают предъявляемым к ним требованиям (статья 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999г. №70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации (далее — 70-ФЗ)), явной положительной динамики в развитии НПК наукоградов не наблюдается. В чем же причины того, что осуществляется не повышение достигнутого уровня инновационной деятельности, а лишь его поддержание (хотя для некоторых наукоградов (Дубна, Королев, Реутов) поддержание - это совсем неплохой результат)?

Целью исследования является выявление причин, влияющих на развитие инновационной деятельности наукоградов и их инновационного потенциала в целях совершенствования этой деятельности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовались данные федерального статистического наблюдения и наукометрические методы их анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В большей степени инновационная деятельность наукоградов [2-4] определяется его инновационным потенциалом, характеризующимся как совокупностью ресурсов (интеллектуальных, различного вида технических и ряда других), так и результативностью инновационных проектов [5-7]. Именно инновационный потенциал создает условия для устойчивого функционирования и дальнейшего развития наукоградов, особенно в условиях санкционного давления.

Известно большое количество показателей, используемых при оценке наукоградов [8-10] и НПК [11-12], инновационного потенциала наукоградов [13-15], но прежде всего целесообразно проанализировать динамику изменения трех показателей НПК (И1-И3), пороговые значения которых установлены 70-ФЗ. Таковыми показателями являются: отношение среднесписочной численности работников НПК наукоградов к среднесписочной численности работников наукоградов без инфраструктуры наукоградов (И1), отношение численности научных работников (исследователей) и профессорско-преподавательского состава (ППС) НПК наукоградов к среднесписочной численности работников НПК наукоградов (И2) и отношение общего объема произведенных товаров НПК наукоградов к общему объему произведенных товаров наукоградами за исключением организаций, образующих инфраструктуру наукоградов (И3).

Анализ динамики значений этих показателей, проведенный по материалам ежегодных справок о деятельности наукоградов [ист. 1-5] показал, что у отдельных наукоградов значения показателей И1-И3 имеют тенденцию к уменьшению. Для выявления причин их уменьшения рассмотрим динамику изменения состав-

ляющих этих показателей, приведенных в табл. 1-7 на 1 января года, следующего за указанным в этих таблицах.

Показатель И1 в 2024 году по сравнению с 2023 годом (см. табл. 1) уменьшился у наукоградов Дубна, Кольцово, Королёв, Обнинск и Фрязино, хотя их зна-

чения существенно превышают пороговые 20 %.

Одной из причин такого уменьшения является существенное увеличение среднесписочной численности работников наукоградов без инфраструктуры наукоградов (см. табл. 2).

Таблица 1. Показатели И1- И3
Table 1. Indicators of I1-I3

Наукоград	Показатель (%)					
	И1		И2		И3	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Бийск	20,07	20,19	20,96	21,18	51,64	55,85
Дубна	84,53	60,79	22,64	21,96	108,24	97,53
Жуковский	29,14	30,13	31,67	32,93	52,48	109,83
Кольцово	68,60	60,90	33,12	33,12	78,13	78,37
Королев	47,12	46,26	29,48	32,72	68,51	84,09
Мичуринск	30,34	47,08	27,31	21,62	89,50	93,81
Обнинск	44,18	26,66	26,07	23,46	76,97	54,22
Реутов	23,67	29,22	41,18	41,31	82,22	98,07
Серпухов	-	47,19	-	23,41	-	51,18
Троицк	28,05	31,61	54,39	50,23	52,47	98,99
Фрязино	74,00	51,40	20,00	20,64	89,00	103,53
Черноголовка	30,00	49,30	39,00	36,92	70,00	87,38

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

Если же сравнивать с 2020 годом, то у наукоградов Дубна, Королев, Мичуринск и Реутов эта численность уменьшилась. Тогда надо посмотреть, как изменилась среднесписочная численность работников НПК наукоградов без инфраструктуры наукоградов (см. табл. 3).

Практически у всех наукоградов по сравнению с 2023 годом (кроме Жуковского и Королева) среднесписочная чис-

ленность работников НПК наукоградов выросла. Однако в отдельных случаях (наукограды Жуковский, Королёв, Мичуринск, Реутов, Черноголовка) имеет место непропорциональные изменения среднесписочной численности работников НПК наукоградов (см. табл. 3) и среднесписочной численности работников наукоградов без инфраструктуры наукоградов (см. табл. 2), что приводит как к

Таблица 2. Среднесписочная численность работников НПК наукоградов без инфраструктуры наукоградов (чел.)**Table 2.** Average headcount of employees of science and production complexes (SPC) of science cities, excluding science city infrastructure (persons)

Наукоград	Год				
	2020	2021	2022	2023	2024
Бийск	20 286	19 556	19 684	20 568	22 052
Дубна	26 061	29 548	29 500	17 702	25 848
Жуковский	28 567	28 171	28 090	27 627	36 188
Кольцово	5 802	5 747	6 366	6 501	7 568
Королев	50 320	49 592	47 220	47 612	44 543
Мичуринск	20 001	19 281	18 615	18 755	12 262
Обнинск	29 734	29 309	42 225	29 302	51 430
Реутов	18 271	18 562	18 697	19 566	15 994
Серпухов	-	-	-	-	20 126
Троицк	6 839	7 912	9 681	9 894	10 150
Фрязино	16 149	16 726	16 853	16 515	24 557
Черноголовка	5 943	7 085	9 317	9 949	6 369

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]

Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

увеличению показателей И1-И3, так и к их уменьшению.

Особо следует отметить, что несмотря на незначительный рост показателя И1 у наукограда Бийск, его значение остается близким к пороговому. Причиной этого является преобладающий рост среднесписочной численности работников наукограда без инфраструктуры наукограда.

Конечно, необходимо стремиться к опережающему по росту численности работников НПК по отношению к численности работников наукоградов, что удастся наукоградам Реутов и Черноголовка, хотя это может привести к уменьшению обще-

го объема произведенных наукоградами товаров.

Показатель И2 в наибольшей степени характеризует научный потенциал НПК наукоградов. Анализ динамики изменения показателя И2 показывает (см. табл. 1), что в 2024 году он уменьшился у наукоградов Дубна, Мичуринск, Обнинск и Черноголовка (но их значения существенно превышают пороговые 20 %).

Одной из причин такого уменьшения по сравнению с 2023 годом является практически не меняющаяся численность научных работников (исследователей) и ППС НПК наукоградов (см. табл. 4), а в некоторых наукоградах (Кольцово, Мичуринск,

Таблица 3. Среднесписочная численность работников НПК наукоградов (чел.)
Table 3. Average headcount of employees of SPC of science cities (persons)

Наукоград	Год				
	2020	2021	2022	2023	2024
Бийск	4 163	4 026	4 041	4 128	4 453
Дубна	12 261	12 322	13 640	14 964	15 712
Жуковский	10 593	10 564	11 175	11 186	10 905
Кольцово	4 508	4 237	4 456	4 460	4 609
Королев	23 178	23 339	22 147	22 434	20 605
Мичуринск	5 784	5 604	5 619	5 691	5 773
Обнинск	13 091	12 863	12 374	12 946	13 712
Реутов	4 444	4 477	4 551	4 631	4 674
Серпухов	-	-	-	-	9 498
Троицк	2 736	2 668	2 669	2 776	3 323
Фрязино	10 928	11 417	12 185	12 252	12 623
Черноголовка	3 589	3 555	3 339	3 000	3 140

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

Обнинск) — уменьшающаяся при увеличении среднесписочной численности работников НПК.

Уменьшение научного потенциала может привести к сокращению доли произведенных в течение календарного года высокотехнологичной промышленной продукции и (или) инновационных товаров (работ, услуг) вплоть до невыполнения требований подпункта 2 пункта 5 статьи 2.1 70 - ФЗ (не менее 50 % от общего объема произведенных товаров (работ, услуг)). А приводит ли увеличение численности работников НПК к увеличению общего объема произведенных товаров наукоградами за исключением организаций, образующих инфраструктуру наукограда (см. табл. 5), и увеличению общего объема

произведенных товаров НПК наукоградов (см. табл. 6)? И влияет ли это увеличение на значение показателя ИЗ (табл. 1)?

Показатель ИЗ уменьшился только у наукоградов Дубна и Обнинск (хотя их значения значительно превышают пороговые 50 %) несмотря на то, что выросли и общий объем произведенных товаров наукоградами за исключением организаций, образующих инфраструктуру наукоградов, и общий объем произведенных товаров НПК наукоградов, и среднесписочная численность работников наукоградов без инфраструктуры наукоградов, и среднесписочная численность работников НПК наукоградов. Это объясняется непропорциональным ростом значений объемов и численностей.

Таблица 4. Численность научных работников (исследователей) и ППС НПК наукоградов (чел.)
Table 4. Number of research personnel (researchers) and academic staff of SPC of science cities (persons)

Наукоград	Год				
	2020	2021	2022	2023	2024
Бийск	1 017	878	895	865	943
Дубна	2 629	2 603	2 654	3 388	3 450
Жуковский	3 440	4 372	4 292	3 543	3 591
Кольцово	1 554	1 437	1 529	1 477	1 259
Королев	7 227	7 833	7 622	6 614	6 741
Мичуринск	1 656	1 483	1 644	1 554	1 248
Обнинск	3 011	3 242	3 224	3 375	3 217
Реутов	1 848	1 870	1 944	1 907	1 931
Серпухов	-	-	-	-	2 223
Троицк	1 573	1 364	1 465	1 510	1 669
Фрязино	2 347	2 524	2 667	2 483	2 605
Черноголовка	1 404	1 358	1 251	1 163	1 159

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

Если рассмотреть результативность деятельности наукоградов как отношение общего объема произведенных товаров НПК к численности работников НПК [12], то с наибольшей результативностью функционируют наукограды Реутов и Королев, с наименьшей — Троицк и Мичуринск (см. табл. 6).

Инновационное развитие наукоградов зависит от затрат на инвестиции в основной капитал и основные средства, включающие затраты на основные производственные фонды (оборудование, здания), а также на оборотный капитал, которые необходимы для запуска инвестиционного проекта, создания новой высокотехнологичной промышленной продукции или инновационных това-

ров, а также выполнения инновационных работ или оказания инновационных услуг.

Наибольшие затраты на инвестиции в основной капитал и основные средства в 2024 году (см. табл. 7) были у наукоградов Фрязино, Дубна и Королев, наименьшие — у наукоградов Черноголовка и Мичуринск. При этом, сравнивая инвестиционные возможности (привлекательность) НПК наукоградов по показателю «Объем затрат на инвестиции, приходящихся на одного работника НПК», выраженному в тыс. руб. на 1 работника НПК, наиболее привлекательными выглядят наукограды Фрязино и Троицк, наименее — Жуковский и Мичуринск.

Таблица 5. Общий объем произведенных товаров наукоградами за исключением организаций, образующих инфраструктуру наукограда (тыс. руб.)**Table 5.** Total volume of goods produced by science cities, excluding organizations that form the science city infrastructure (thousands of rubles)

Наукоград	Год				
	2020	2021	2022	2023	2024
Бийск	33 004 400	33 499 400	27 285 185	69 913 271	84 540 200
Дубна	51 102 000	51 138 920	63 168 230	135 771 428	178 878 633
Жуковский	48 092 000	64 556 150	48 639 044	76 439 287	40 411 700
Кольцово	21 959 000	25 829 780	26 374 117	30 543 726	34 575 922
Королев	142 444 000	181 193 290	172 790 346	252 616 293	294 491 639
Мичуринск	9 097 000	10 878 410	12 718 196	17 821 757	22 672 777
Обнинск	85 195 000	78 801 650	143 373 575	118 744 412	205 031 950
Реутов	26 583 000	68 855 090	66 622 370	98 033 738	94 643 046
Серпухов	-	-	-	-	155 426 013
Троицк	7 451 000	17 428 060	9 630 582	18 157 465	15 571 700
Фрязино	73 261 000	74 987 260	76 832 137	76 541 918	97 100 631
Черноголовка	13 054 000	12 775 420	6 662 926	10 693 166	9 825 456

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

В целом же в течение пяти лет существенного роста затрат на инвестиции в наукоградах (кроме наукоградов Дубна, Королев, Обнинск и Троицк) не наблюдается.

Одним из путей развития инновационной деятельности наукоградов является пересмотр подходов к распределению финансовой поддержки наукоградов между тремя направлениями мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов, способствующих (в соответствии с 70-ФЗ):

- развитию НПК наукоградов, в том числе малых и средних предприятий;
- реализации инновационных проектов, направленных на создание и разви-

тие производства высокотехнологичной промышленной продукции и (или) инновационных товаров и услуг в соответствии с приоритетными направлениями научно-технологического развития Российской Федерации;

- сохранению и развитию инфраструктуры наукограда.

В 2024 году меньше всего осуществлялось финансирование, направленное на развитие НПК наукоградов — 4 %. На реализацию инновационных проектов в наукоградах приходится только 30 %, в то время как на сохранение и развитие инфраструктуры наукоградов — 66 %.

Таблица 6. Общий объем произведенных товаров НПК наукоградов (тыс. руб.)
Table 6. Total volume of goods produced by the SPC of science cities (thousands of rubles)

Наукоград	Год					Объем товаров НПК на 1 работника НПК в 2024 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Бийск	16 086 160	17 875 058	21 917 083	27 285 185	44 709 285	10040
Дубна	40 882 030	38 373 409	53 160 910	133 957 713	160 476 826	10214
Жуковский	23 765 104	24 736 133	48 639 044	37 471 404	42 360 584	3845
Кольцово	20 795 068	23 461 823	19 441 594	21 716 409	23 124 120	5017
Королев	100 349 007	125 237 783	116 723 928	154 372 891	234 812 906	11396
Мичуринск	7 879 138	9 051 513	10 943 572	15 210 383	20 361 880	3527
Обнинск	61 341 003	61 811 521	75 444 089	86 675 291	104 501 635	7621
Реутов	24 069 119	53 968 730	54 611 140	76 891 557	90 593 548	19382
Серпухов	-	-	-	-	72 690 238	7653
Троицк	6 458 198	7 887 250	6 284 665	7 857 715	10 534 374	3170
Фрязино	53 172 005	56 934 680	75 154 116	66 426 618	80 467 279	6375
Черноголовка	7 193 103	6 929 390	6 662 926	6 880 539	6 880 539	5937

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
 Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

Несмотря на достаточно высокий уровень инновационного потенциала НПК наукоградов, такое распределение финансовой поддержки в совокупности с

недостаточной инвестиционной привлекательностью наукоградов не обеспечивает дальнейшее инновационное развитие НПК наукоградов.

Таблица 7. Затраты на инвестиции (тыс. руб.)
Table 7. Investment costs (thousands of rubles)

Наукоград	Год					Затраты на инвестиции на 1 работника НПК в 2024 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Бийск	1 283 332	471 248	904 536	1 184 009	2 509 455	564
Дубна	1 229 805	1 313 910	7 499 507	12 609 017	13 980 296	890
Жуковский	4 527 740	2 169 966	1 370 765	2 273 287	2 025 025	186

Окончание таблицы

Наукоград	Год					Затраты на инвестиции на 1 работника НПК в 2024 г.
	2020	2021	2022	2023	2024	
Кольцово	1 121 125	1 505 434	1 827 761	2 148 081	3 972 963	862
Королев	2 558 530	4 007 274	4 503 044	18 682 178	12 810 610	622
Мичуринск	350 022	179 116	608 810	740 207	907 341	157
Обнинск	1 846 987	3 310 679	3 320 656	4 718 977	6 657 961	486
Реутов	2 183 352	2 277 217	2 208 327	3 618 506	2 224 896	476
Серпухов	-	-	-	-	6 856 796	1038
Троицк	545 577	1 784 553	453 316	1 652 400	4 879 842	1469
Фрязино	16 809 185	7 000 000	7 195 853	2 022 943	20 057 092	1589
Черноголовка	588 474	543 993	374 228	623 731	554 859	479

Источник: составлено автором по данным [ист. 1-5]
 Source: compiled by the author based on data [source 1-5]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты анализа инновационной деятельности наукоградов позволяют говорить о них как об опорных точках научно-технологического развития России, а выявленные проблемы в развитии НПК отдельных наукоградов — предложить направления корректировки их деятельности, в частности:

- устранение непропорционального изменения среднесписочной численности работников НПК наукоградов и среднесписочной численности работников

наукоградов без инфраструктуры наукоградов;

- рост научного потенциала НПК наукоградов;

- приоритетное осуществление финансовой поддержки мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов, способствующих развитию их НПК.

Предложенные направления корректировки деятельности НПК могут быть использованы для их дальнейшего развития и совершенствования деятельности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Конфликт интересов отсутствует.

CONFLICT OF INTERESTS

There is no conflict of interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Емелин Н.М. Совершенствование подходов к оценке деятельности наукоградов. *Информация и инновации*. 2025;3:74-84. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.12>. EDN: ATWIRH

- Emelin N.M. Improving Approaches to Assessing the Activities of Science Cities. *Information and Innovations*. 2025;3:74-84. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.12>
2. Гриценко Е.В. Наукограды России как инновационные территории: эволюция правового статуса. *Муниципальное имущество: экономика, право, управление*. 2022;3:3-7. <https://doi.org/10.18572/2072-4314-2022-3-3-7>. EDN: IBQRAY
Gritsenko E.V. Science Cities of Russia as Innovative Territories: Evolution of the Legal Status. *Municipal Property: Economics, Law, Management*. 2022;3:3-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.18572/2072-4314-2022-3-3-7>
 3. Миронова С.М. Финансово-правовой статус наукоградов и особенности его реализации. *Финансовое право*. 2021;7:11-17. <https://doi.org/10.18572/1813-1220-2021-7-11-17>. EDN: QBCQBI
Mironova S.M. Financial and Legal Status of Science Cities and Features of Its Implementation. *Financial Law*. 2021;7:11-17. (In Russ.). <https://doi.org/10.18572/1813-1220-2021-7-11-17>
 4. Калинин В.В. Признаки наукограда Российской Федерации как отличительные особенности территории с высоким научно-техническим потенциалом. *Advances in Law Studies*. 2022;10(4):61-65. <https://doi.org/10.29039/2409-5087-2022-10-4-61-65>. EDN: SASCFQ
Kalinin V.V. Features of the Science City of the Russian Federation as Distinguishing Features of the Territory with High Scientific and Technical Potential. *Advances in Law Studies*. 2022;10(4):61-65. (In Russ.). <https://doi.org/10.29039/2409-5087-2022-10-4-61-65>
 5. Воскресенская О.В. Инновационный потенциал России, её регионов и отраслей. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2024;(11-1):17-24. <https://doi.org/10.17513/vaael.3815>. EDN: YYXLUI
Voskresenskaya O.V. Innovative potential of Russia, its regions and industries. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2024;(11-1):17-24. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/vaael.3815>
 6. Смирнов М.Ю. Региональная социально-экономическая дифференциация: влияние структурных ограничений и диспропорций инновационного потенциала. *Экономика, предпринимательство и право*. 2025;15(4):2637-2656. <https://doi.org/10.18334/epp.15.4.122908>. EDN: HFOIAB
Smirnov M.Y. Regional socio-economic differentiation: the impact of structural constraints and imbalances in innovation potential. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2025;15(4):2637-2656. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/epp.15.4.122908>
 7. Кулагина А.Г., Бобин Д.В., Ефимова Е.Г., Юсупов И.Ю. Инновационный потенциал региона: Кластерный анализ регионов РФ. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2024;12(150). <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.68>. EDN: BEJPLO
Kulagina A.G., Bobin D.V., Efimova E.G., Yusupov I.Yu. Innovative Potential of the Region: Cluster Analysis of the Regions of the Russian Federation. *International Research Journal*. 2024;12(150). (In Russ.). <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.68>

8. Емелин Н.М., Артамонов Ю.Н. Многоуровневый синтез индикативных показателей мониторинга научно-технологического и инновационного потенциала территориальных образований. *Мониторинг. Наука и технологии*. 2024;1(59):62-70. <https://doi.org/10.25714/MNT.2024.59.009>. EDN: YWFOUS
Emelin N.M., Artamonov Yu.N. Multilevel Synthesis of Indicative Indicators for Monitoring the Scientific, Technological, and Innovative Potential of Territorial Entities. *Monitoring. Science and Technology*. 2024;1(59):62-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.25714/MNT.2024.59.009>
9. Митякова Е.В., Митякова О.И. Комплексная оценка динамики развития наукоградов России. *Инновационное развитие экономики*. 2022;5(71):43-51. <https://doi.org/10.51832/22237984.2022.5.43>. EDN: TBGVYW
Mityakova E.V., Mityakova O.I. Comprehensive Assessment of the Dynamics of Russia's Science Cities Development. *Innovative Development of the Economy*. 2022;5(71):43-51. (In Russ.). <https://doi.org/10.51832/22237984.2022.5.43>
10. Володина Е.Д., Гуцынюк О.Н., Полещук О.Д., Попова Е.А., Ридигер А.В. Проблемы реализации государственной научно-технической политики по поддержке наукоградов и территорий с высокой концентрацией научно-технологического потенциала. *Информация и инновации*. 2023;18(3):50-68. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2023-18-3-50-68>. EDN: OELOUM
Volodina E.D., Gutsyniuk O.N., Poleshchuk O.D., Popova E.A., Ridiger A.V. Problems of Implementation of the State Scientific and Technical Policy to Support Science Cities and Territories with a High Concentration of Scientific and Technological Potential. *Information and Innovations*. 2023;18(3):50-68. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2023-18-3-50-68>
11. Калинин В.В. Научно-производственный комплекс наукограда Российской Федерации как отличительный признак территории с высоким научно-техническим потенциалом. *Муниципальное имущество: экономика, право, управление*. 2024;1:23-26. <https://doi.org/10.18572/2500-0349-2024-1-23-26>. EDN: ANSSPE
Kalinin V.V. The Scientific and Production Complex of the Science City of the Russian Federation as a Distinguishing Feature of a Territory with High Scientific and Technical Potential. *Municipal Property: Economics, Law, Management*. 2024;1:23-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.18572/2500-0349-2024-1-23-26>
12. Емелин Н.М. Подход к анализу деятельности научно-производственных комплексов наукоградов. *Известия ИИФ*. 2024;3(73):103–106. EDN: NOJFWE
Emelin N.M. Approach to the Analysis of the Activities of Scientific and Production Complexes in Science Cities. *Izvestiya IIF*. 2024;3(73):103–106. (In Russ.).
13. De Groot E.A., Segers R., Prins D. Disentangling the enigma of multi-structured economic cycles – A new appearance of the golden ratio. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021;169:120793. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120793>. EDN: BSJOZF
14. Тузкова Д.К. Перспективы развития инновационного потенциала наукоградов. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2024;(12-1):131-135. <https://doi.org/10.17513/vaael.3876>. EDN: BEGOIZ

Tuzkova D.K. Prospects for the Development of the Innovative Potential of Science Cities. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2024;(12-1):131-135. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/vaael.3876>

15. Дорошенко Ю.А., Иноземцева А.А. Современные методические подходы к оценке инновационного потенциала региона. *Beneficium*. 2022;2(43):34–40. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2022.2\(43\).34-40](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2022.2(43).34-40). EDN: KMSCAP
Doroshenko Yu.A., Inozemtseva A.A. Modern methodological approaches to assessing the innovative potential of the region. *Beneficium*. 2022;2(43):34-40. (In Russ.). [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2022.2\(43\).34-40](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2022.2(43).34-40)

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ / SOURCES

1. Справка об оценке соответствия показателей научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным пунктом 8 статьи 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации», и достижения результатов, предусмотренных планами мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2020 году. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (дата обращения: 03.02.2026).
Certificate on the assessment of the compliance of the indicators of scientific and production complexes of science cities of the Russian Federation with the requirements established by paragraph 8 of Article 2.1 of the Federal Law of April 7, 1999 No. 70-FZ «On the Status of a Science City of the Russian Federation» and the achievement of the results provided for in the action plans for the implementation of strategies for the socio-economic development of science cities of the Russian Federation in 2020. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (date of access: 03.02.2026).
2. Справка об оценке соответствия показателей научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным пунктом 8 статьи 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации», и достижения результатов, предусмотренных планами мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2021 году. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (дата обращения: 03.02.2026).
Certificate on the assessment of the compliance of the indicators of scientific and production complexes of science cities of the Russian Federation with the requirements established by paragraph 8 of Article 2.1 of the Federal Law of April 7, 1999 No. 70-FZ «On the Status of a Science City of the Russian Federation» and the achievement of the results provided for in the action plans for the implementation of strategies for the socio-economic development of science cities of the Russian Federation in 2021. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (date of access: 03.02.2026).
3. Справка об оценке соответствия показателей научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным пунктом 8 статьи 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе на-

укограда Российской Федерации», и достижения результатов, предусмотренных планами мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2022 году. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (дата обращения: 03.02.2026).

Certificate on the assessment of the compliance of the indicators of scientific and production complexes of science cities of the Russian Federation with the requirements established by paragraph 8 of Article 2.1 of the Federal Law of April 7, 1999 No. 70-FZ "On the Status of a Science City of the Russian Federation" and the achievement of the results provided for in the action plans for the implementation of strategies for the socio-economic development of science cities of the Russian Federation in 2022. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (date of access: 03.02.2026).

4. Справка об оценке соответствия показателей научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным пунктом 8 статьи 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации», и достижения результатов, предусмотренных планами мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2023 году. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (дата обращения: 03.02.2026).

Certificate on the assessment of the compliance of the indicators of scientific and production complexes of science cities of the Russian Federation with the requirements established by paragraph 8 of Article 2.1 of the Federal Law of April 7, 1999 No. 70-FZ "On the Status of a Science City of the Russian Federation" and the achievement of the results provided for in the action plans for the implementation of strategies for the socio-economic development of science cities of the Russian Federation in 2023. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (date of access: 03.02.2026).

5. Справка об оценке соответствия показателей научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным пунктом 8 статьи 2.1 Федерального закона от 7 апреля 1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации», и достижения результатов, предусмотренных планами мероприятий по реализации стратегий социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2024 году. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (дата обращения: 03.02.2026).

Certificate on the assessment of the compliance of the indicators of scientific and production complexes of science cities of the Russian Federation with the requirements established by paragraph 8 of Article 2.1 of the Federal Law of April 7, 1999 No. 70-FZ "On the Status of a Science City of the Russian Federation" and the achievement of the results provided for in the action plans for the implementation of strategies for the socio-economic development of science cities of the Russian Federation in 2024. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/about/deps/dkdno/naukograd/> (date of access: 03.02.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Николай Михайлович Емелин, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки и техники РСФСР, главный научный сотрудник, ФГБУ «Научно-технический институт межотраслевой информации» (НТИМИ); ORCID: 0009-0001-4046-2344; e-mail: info@ntimi.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nikolay M. Emelin, Dr. Sci (Eng.), Prof., Honored Worker of Science and Technology of the RSFSR, Chief Researcher, Federal State Budgetary Institution Scientific and Technical Institute of Intersectoral Information; ORCID: 0009-0001-4046-2344; e-mail: info@ntimi.ru

Поступила / Received 10.02.2026

Принята / Accepted 11.03.2026

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

Центры компетенций по роботизации как инструмент преодоления барьеров внедрения промышленных роботов в машиностроении

О.В. Демьянова, Э.И. Муллахметов ✉

*Казанский федеральный университет, Институт управления, экономики и финансов
ул. Бутлерова, д. 4, г. Казань, 420008, Российская Федерация*

✉ amirmullahmetov14@yandex.ru

Аннотация. *Введение.* Основными барьерами для повышения уровня роботизации в России являются кадровый дефицит, финансовая неопределённость, монополизация компетенций. Научно обоснованная архитектура центров компетенций по роботизации (ЦКР) отсутствует.

Цель. Обосновать создание сети ЦКР, предложить функциональную модель, архитектуру с ИИ-ядром и трехуровневую иерархию для повышения эффективности внедрения роботов в машиностроении.

Материалы и методы. Использовались методы системного анализа, функционального моделирования, сравнительного анализа, контент-анализа. Материалы: статистика Международной федерации робототехники (IFR), результаты опросов предприятий, практики «Росатома», ОАО «РЖД» и АНО «Федерального центра компетенций в сфере производительности труда» (ФЦК).

Результаты. Выявлены три группы барьеров. Предложена модель ЦКР из шести модулей, включая ИИ-ядро: база знаний, предиктивная аналитика, генерация дорожных карт, мониторинг KPI. Разработана трехуровневая иерархия: федеральный — региональный — отраслевой ЦКР.

Заключение. Предложенная архитектура отличается от аналогов центральной ролью ИИ в сквозной автоматизации аудита, мониторинга и принятия решений. Ожидаемые эффекты: снижение стоимости внедрения на 15–25 %, сокращение сроков проектов до 6–9 месяцев, рост производительности на 1,5–2,5 п. п. Сеть ЦКР с ИИ-ядром может стать элементом госполитики. Ключевые меры для достижения этого: включение ЦКР в нацпроекты, стандартизация требований к ИИ-ядрам, единая методическая база.

Ключевые слова: роботизация; центр компетенций; промышленные роботы, машиностроение; кадровый дефицит; производительность труда; искусственный интеллект

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Демьянова О.В., Муллахметов Э.И. Центры компетенций по роботизации как инструмент преодоления барьеров внедрения промышленных роботов в машиностроении. *Информация и инновации*. 2026;21(1):20-33. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

Robotics competence centers as a tool for overcoming barriers to the adoption of industrial robots in mechanical engineering

Olga V. Demyanova, Emir I. Mullakhmetov ✉

*Kazan Federal University, Institute of Management, Economics and Finance
4, Butlerov street, Kazan, 420008, Russian Federation
✉ amirmullahmetov14@yandex.ru*

Abstract. *Introduction.* The main barriers to increasing the level of robotics in Russia are personnel shortages, financial uncertainty, and the monopolization of competencies. A scientifically sound architecture for robotics competence centers (RCC) is lacking.

Aim. To justify the creation of a network of RCCs, propose a functional model, an AI-based architecture, and a three-level hierarchy to improve the efficiency of robot implementation in mechanical engineering.

Materials and methods. Methods of system analysis, functional modeling, comparative analysis, and content analysis were used. Materials included statistics from the International Federation of Robotics (IFR), company survey results, and practices from Rosatom, Russian Railways, and the Federal Center for Competence in Labor Productivity (FCC).

Results. Three groups of barriers were identified. A model of the CCR consisting of six modules was proposed, including an AI core (knowledge base, predictive analytics, road map generation, and KPI monitoring). A three-level hierarchy has been developed: federal, regional, and sectoral CCR.

Conclusion. The proposed architecture differs from its analogues in the central role of AI in end-to-end automation of audit, monitoring, and decision-making. The expected effects include a 15-25 % reduction in implementation costs, a 6-9 month reduction in project timelines, and a 1.5-2.5 p. p. increase in productivity. The CCR network with an AI core can become an element of government policy. Key measures to achieve this include the

inclusion of CCR in national projects, the standardization of requirements for AI cores, and a unified methodological framework.

Keywords: robotization; competence center; industrial robots; mechanical engineering; staff shortage; labor productivity; artificial intelligence

Funding. No funding.

For citation: Demyanova O.B., Mullakhmetov E.I. Robotics Competence Centers as a Tool for Overcoming Barriers to the Adoption of Industrial Robots in Mechanical Engineering. *Information and Innovations*. 2026;21(1):20-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.26>

ВВЕДЕНИЕ

В условиях перехода к Индустрии 4.0 и формирования шестого технологического уклада промышленная роботизация становится критическим фактором конкурентоспособности. Цифровая трансформация машиностроения требует пересмотра подходов к организации производства [1]. История автоматизации показывает, что технологические сдвиги перераспределяют, а не сокращают занятость в долгосрочной перспективе [2]. Однако в России плотность роботизации составляет лишь 6–29 роботов на 10 тыс. занятых, что в десятки раз ниже, чем в Южной Корее (1012), Сингапуре (905) или Германии (429) [3, 4, 5]. Эмпирические исследования показывают, что импорт промышленных роботов повышает производительность труда на отечественных предприятиях на 48–54 %, а для малого и среднего бизнеса — до 54,7 % [2]. Несмотря на очевидные выгоды, массовое внедрение роботов сдерживается комплексом взаимосвязанных барьеров.

Новизна настоящего исследования заключается в:

- разработке функциональной модели отраслевого ЦКР с выделением шести модулей, включая ИИ-ядро;
- создании архитектуры, где ИИ выполняет сквозные функции аудита, мониторинга, формирования рекомендаций и дорожных карт;
- предложении трехуровневой иерархии (федеральный — региональный — отраслевой), адаптированной к российской системе управления промышленностью.

Цель исследования — обосновать создание сети центров компетенций по роботизации как механизма комплексного преодоления барьеров, в том числе за счёт использования инструментов искусственного интеллекта для повышения эффективности внедрения роботов в машиностроении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании применялись методы: системного анализа для выделения барьеров роботизации и их взаимосвязей; функционального моделирования для описания модульной структуры ЦКР; сравнительного анализа для сопоставления существующих практик («Росатом», РЖД, ФЦК); синтеза для обобщения лучших практик и формирования трехуровневой иерархии.

Методика расчёта экономического эффекта базируется на данных о средней стоимости роботизированной ячейки (5–15 млн руб.), типичном сроке окупаемости без господдержки (4–6 лет) и оценках экспертов об эффекте от сопровождения ЦКР (сокращение сроков на 30–40 %) [8, 9].

Также использовались материалы: статистические данные Международной федерации робототехники (IFR) за 2023–2025 гг.; результаты опросов предприятий, опубликованные в Business-Gazeta [ист. 1] и в работе [8]; открытые отчёты и материалы Госкорпорации «Росатом» (2024) [ист. 2], ОАО «РЖД» (проект «Облачная фабрика программных роботов») [ист. 3] и Федерального центра компетенций в сфере производительности труда (2025) [ист. 4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования выделены три группы барьеров, образующих замкнутый круг, устранение которых должно повлиять на повышение эффективности внедрения роботов.

Кадровые барьеры. Обрабатывающей промышленности РФ не хватает 1,9 млн квалифицированных кадров, в том числе около 60 тыс. специалистов по промышленной робототехнике (инженеров-интеграторов, конструкторов, программистов) [ист. 1]. Влияние роботизации на занятость неоднозначно: по данным [6] внедрение

промышленных роботов повышает производительность, но может сокращать занятость в низкоквалифицированных сегментах; в [7] показано, что эффект зависит от способности рынка труда адаптироваться. Роботизация сокращает рутинные рабочие места на ~12 %, но одновременно повышает спрос на высококвалифицированных специалистов на 35 % [5]. Отдача от роботизации наиболее высока для малых и средних предприятий, что подтверждает необходимость адресной поддержки через центры компетенций [11]. Система образования слабо ориентирована на реальные задачи: например, в Самарском университете готовят робототехников для космоса, а не для обслуживания манипуляторов на промышленных предприятиях [ист. 1]. Предприятия не могут сформулировать техническое задание и оценить экономическую эффективность — отсутствует «квалифицированный заказчик». Необходимые компетенции будущего включают системное мышление, программирование контроллеров, работу с техническим зрением и ИИ, кибербезопасность, интеграцию с MES/ERP [10]. McKinsey Global Institute оценивает, что до 30 % рабочих операций могут быть автоматизированы, что создаёт как риски, так и возможности для переквалификации [ист. 5].

Финансово-экономические барьеры. Стоимость роботизированной ячейки составляет 5–15 млн руб., срок окупаемости без господдержки достигает 4–6 лет. По данным опроса, 74 % компаний главным барьером называют экономическую неопределённость, 63 % — нехватку собственных средств, 50–63 % — дорогие кредиты [8]. В [12] авторы выделяют технологические, кадровые и регуляторные риски, которые должны учитываться при расчёте эффективности проектов роботизации, и предлагают модифицированную модель

CAPM для учёта этих рисков. При низкой стоимости труда прямая замена человека роботом часто нерентабельна [4].

Институциональные барьеры. Успешные кейсы сосредоточены в госкорпорациях («Росатом», РЖД, ОАК), которые замыкают экспертизу на себе [ист. 1]. В стране лишь 152 частных интегратора, большинство из которых — малый бизнес, неспособный проводить предпроектный аудит за свой счёт. В 2024 г. проведено 120 аудитов предприятий, но конверсия во внедрения низкая из-за отсутствия связи между диагностикой и проектом [ист. 1]. Малые предприятия вынуждены либо отказываться от роботизации, либо обращаться к дорогим зарубежным вендорам, доля которых ещё недавно превышала 80 % [4].

Интеграция бережливого производства и цифровых технологий является ключевым фактором повышения операционной эффективности [13].

Три барьера образуют замкнутый круг: нет квалифицированного заказчика → нет окупаемости → госкорпорации не делятся опытом → кадры не готовятся. Разорвать его может институт, концентрирующий экспертизу и тиражирующий решения, в том числе на базе технологий искусственного интеллекта. Центры компетенций должны заниматься не только технологическими решениями, но и разработкой стандартов, методик и кадровым обеспечением [ист. 6].

Для обоснования предлагаемой архитектуры ЦКР целесообразно обратиться к успешным практикам, реализованным в крупнейших российских корпорациях и государственных структурах.

В Госкорпорации «Росатом» функции отраслевого интегратора по робототехнике выполняет компания «Росатом Сервис». На 21 предприятии пяти дивизионов Госкорпорации функционируют 36 робототехни-

ческих комплексов. в рамках четвёртой стратегической сессии по цифровизации Машиностроительного дивизиона «Росатома» определены пять ключевых центров компетенций дивизиона: проектирование изделий; планирование и управление производством; промышленная автоматизация и безопасность производства; управление данными; управление эффективностью производства и роботизация. Опыт «Росатома» демонстрирует, что создание ЦКР должно быть неразрывно связано с производственной и технологической экспертизой, а также с разработкой собственных методик технико-экономического обоснования (ТЭО). Кроме того, «Росатом» реализует программу по созданию собственного центра компетенций для выхода на производство 3 тыс. промышленных роботов ежегодно к 2030 году [ист. 2].

Холдинг «РЖД» реализовал проект «Облачная фабрика программных роботов» (ОФР) — отечественную цифровую инфраструктуру, предоставляющую сервисы по роботизации бизнес-процессов. Архитектура платформы включает: портал ОФР (веб-интерфейс для создания заявок, настройки и управления роботами); ПО ROBIN RPA (создание, отладка и исполнение алгоритмов); модули ROBIN Studio, ROBIN Robot, ROBIN Orchestrator для централизованного управления [ист. 3]. Доступ к платформе организован через веб-интерфейс, возможно выполнение трудоёмких операций в «облаке» и изолированное хранение данных клиента. По данным компании, внедрение ОФР позволило сократить время обработки типовых запросов в 3–5 раз и обработать более 600 тыс. запросов с помощью программных роботов [9]. Опыт ОАО «РЖД» показывает эффективность облачной модели предоставления услуг по роботизации, при которой предприятия получают доступ к цифровой платформе

и экспертизе без необходимости создания собственных локальных центров.

ФЦК и его региональная сеть реализуют проекты по роботизации производств. Проект длится два месяца и включает: диагностику текущего состояния предприятия; определение функциональных требований к робототехнике; подбор оптимальной конфигурации; оценку экономической целесообразности с расчётом текущих показателей, стоимости внедрения и ожидаемого эффекта [ист. 4]. Цифровизация бережливого производства требует создания специализированных центров компетенций, которые системно сопровождают предприятия на всех этапах [14]. К 2025 году планируется охватить поддержкой более 1 500 предприятий [ист. 4]. Однако, как отмечают эксперты, существующие меры не в полной мере решают проблему дефицита квалифицированных интеграторов и отсутствия типовых отраслевых решений [ист. 1].

Основываясь на передовых практиках выделены ключевые элементы архитектуры ЦКР: централизованная цифровая платформа, модуль аудита и диагностики, база знаний и банк типовых решений, экспертная группа, предиктивная аналитика, финансово-координационный модуль. Дополнительным элементом, отсутствующим в существующих системах, является ИИ-ядро, обеспечивающее сквозную автоматизацию.

Применение технологий искусственного интеллекта для создания умных производственных систем уже показывает высокую эффективность в ряде отраслей [15].

Развитие гибких производственных систем непосредственно связано с необходимостью создания отраслевых центров компетенций [16].

ЦКР — организационная единица (подразделение корпорации, центр при вузе или технопарке), аккумулирующая экс-

пертизу по промышленной роботизации и сопровождающая предприятия на всех этапах внедрения. Его цель — снижение всех трёх групп барьеров через концентрацию знаний, методик, кадров и типовых решений. Ключевым элементом ЦКР становится ИИ-ядро, занимающее центральное место в архитектуре.

Функции ЦКР систематизированы в табл. 1. В отличие от традиционных центров, в предлагаемой модели ИИ-ядро выполняет не вспомогательную, а ведущую роль, автоматизируя сквозные процессы: от приёма заявки до мониторинга реализованного проекта.

Таблица 1. Функции Центра компетенций по роботизации
Table 1. Functions of the Robotics Competence Center

Функция	Содержание	Снижаемый барьер
Экспертно-методическая	Типовые ТЗ, ТЭО, стандарты расчёта ОЕЕ, срока окупаемости	Кадровый, финансовый
Образовательная	Тренинги, сертификация интеграторов и операторов, курс «квалифицированного заказчика»	Кадровый
Проектно-интеграционная	Сопровождение проектов от аудита до пуска наладки	Финансовый
Информационно-аналитическая	База кейсов, бенчмаркинг, мониторинг рынка	Институциональный
Финансово-координационная	Помощь в получении субсидий, льготного лизинга	Финансовый
Интеллектуальная аналитика и прогнозирование (ИИ)	Ведение базы данных и знаний ЦКР; предиктивная аналитика востребованных компетенций; автоматизированная генерация ТЭО; рекомендательная система выбора решений; прогнозирование технологических трендов; автоматический аудит предприятия; мониторинг KPI в реальном времени; формирование дорожной карты	Кадровый, финансовый, институциональный

Искусственный интеллект выполняет в ЦКР четыре ключевые функции. Первая — интеллектуальная база данных и знаний центра. ИИ-ядро аккумулирует паспорта типовых роботизированных ячеек, технологические карты, методики расчёта экономической эффективности,

нормативно-справочную информацию, реестр специалистов и интеграторов. На его основе строится рекомендательная система: при поступлении заявки от предприятия ИИ подбирает наиболее близкие кейсы и предварительно оценивает диапазон ожидаемой экономии. Это сокра-

щает время предпроектного анализа с нескольких недель до 1–2 дней.

Вторая — предиктивная аналитика востребованных компетенций. ИИ-ядро анализирует динамику рынка робототехники, технологические тренды (развитие машинного зрения, коллаборативных роботов, ИИ) и строит прогнозы, какие компетенции станут наиболее дефицитными через 1, 3 и 5 лет. Прогнозы ложатся в основу учебных программ ЦКР, позволяя готовить специалистов с опережением спроса. Этот механизм отсутствует в существующих центрах компетенций и является авторской разработкой.

Третья — формирование предварительных дорожных карт внедрения. На основе аудита предприятия и выявленных «узких мест» ИИ-ядро автоматически генерирует проект дорожной карты: перечень рекомендуемых решений, их приоритетность, ожидаемые сроки и экономические эффекты. Эксперты ЦКР верифицируют предложения. Автоматизация этой функ-

ции снижает трудоёмкость планирования на 50–70 % (по экспертным оценкам). Механизмы принятия управленческих решений в области цифровизации могут быть положены в основу алгоритма выбора приоритетных проектов роботизации [17].

Четвёртая — автоматизированный мониторинг и донастройка. После внедрения роботизированной ячейки ИИ-ядро подключается к системам сбора данных (SCADA, MES) и в реальном времени отслеживает ключевые показатели эффективности (OEE — общая эффективность оборудования, время цикла, уровень брака, время простоев). При отклонении от плановых значений ИИ формирует рекомендации по корректирующим действиям (например, изменить режимы обработки, провести внеплановое обслуживание, скорректировать программу робота). Это реализует принцип непрерывного улучшения (кайдзен) в цифровом контуре.

Архитектура ЦКР представлена на рис. 1. ИИ-ядро занимает центральное место,

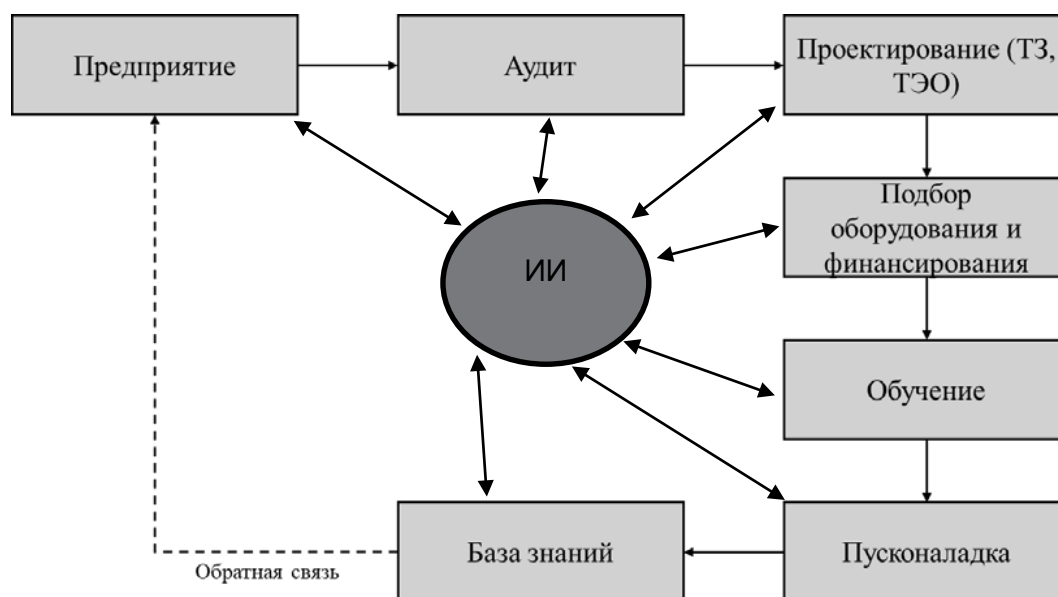


Рис. 1. Архитектура Центра компетенций по роботизации с ИИ-ядром
Fig. 1. Architecture of the Robotics Competence Center with AI core

выполняя функции сквозного управления процессами аудита, мониторинга и принятия решений.

Для охвата разных масштабов предлагается трехуровневая модель центров роботизации (рис. 2).



Рис. 2. Иерархическая модель сети центров роботизации

Fig. 2. Hierarchical model of the robotics centers network

Федеральный (головной) ЦКР разрабатывает единые стандарты и методики ТЭО, ведёт общедоступную базу знаний, мониторинг рынка оборудования, координирует региональные и отраслевые центры, даёт рекомендации для госорганов.

Региональные (межотраслевые) ЦКР (на базе вузов или технопарков) проводят аудит предприятий региона, адаптируют типовые решения, обучают и сертифицируют специалистов, создают центры коллективного пользования оборудованием, сопровождают проекты, популяризируют роботизацию.

Отраслевые ЦКР (на базе холдингов или кластеров) обеспечивают глубокую технологическую экспертизу (сварка, сборка, контроль, механообработка), разработку специализированной оснастки, первичную апробацию решений, обучение работе с уникальным оборудованием,

накопление отраслевой статистики для точного ТЭО. в отраслевом ЦКР ИИ-ядро адаптируется под специфику отрасли (например, для авиастроения — база знаний по титановой механообработке, лазерной сварке, контролю геометрии лопастей).

Предложенная архитектура ЦКР с ИИ-ядром принципиально отличается от существующих российских аналогов. ФЦК использует ручную диагностику экспертами без элементов ИИ, что ограничивает масштабируемость. «Облачная фабрика роботов» РЖД ориентирована на программную роботизацию (RPA) бэк-офисных процессов и не охватывает промышленную робототехнику (физические роботы, коботы, AGV). Корпоративные центры «Росатома», обладая глубокой производственной экспертизой, не имеют унифицированного ИИ-ядра и открытой базы знаний для внешних предприятий. Предлагаемая модель впервые

объединяет промышленную роботизацию, цифровую платформу и предиктивную аналитику ИИ в единую архитектуру.

Создание полномасштабной сети ЦКР принесёт:

- экономические: снижение стоимости внедрения на 15–25 %; сокращение срока проекта с 12–18 до 6–9 месяцев; дополнительный прирост производительности труда в регионе на 1,5–2,5 п.п.; за счёт использования ИИ — дополнительное снижение затрат на предпроектные работы на 30–40 %;

- кадровые: подготовка 100–150 сертифицированных специалистов за 3 года; снижение оттока молодёжи благодаря высокотехнологичным рабочим местам; обучение на основе прогнозов спроса (снижение кадрового дисбаланса на 20–25 %);

- стратегические: ускорение перехода к Индустрии 4.0, особенно в драйверах роботизации (автопром, электроника, авиастроение, где корреляция с выпуском $r=0,94$ [3]); переход предполагает коллаборативную роботизацию, что требует от центров компетенций развития новых компетенций в области человеко-машинного взаимодействия [18].

Основным ограничением является отсутствие эмпирической верификации предложенной модели на реальном отраслевом центре (например, в вертолётостроении). Представленные оценки экономических эффектов основаны на экспертных данных и статистике похожих проектов [8, 9]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на пилотную апробацию и количественную оценку эффективности ИИ-ядра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Барьеры роботизации в российском машиностроении носят системный характер (кадровые, финансовые, институциональные) и не могут быть преодолены

только субсидированием. Требуется организационный механизм, концентрирующий экспертизу и тиражирующий успешные решения.

На основе анализа передовых практик («Росатом», РЖД, ФЦК) разработана функциональная модель центра компетенций по роботизации, включающая шесть модулей: экспертно-методический, образовательный, проектно-интеграционный, информационно-аналитический, финансово-координационный и интеллектуальный (ИИ-ядро).

Предложена архитектура ЦКР, в которой ИИ-ядро занимает центральное место и выполняет четыре ключевые функции: интеллектуальная база знаний и рекомендательная система; предиктивная аналитика востребованных компетенций; автоматизированное формирование дорожных карт внедрения; мониторинг KPI и корректирующие рекомендации.

Разработана трехуровневая иерархия сети ЦКР (федеральный, региональный, отраслевой), позволяющая масштабировать решения от государственного уровня до конкретных отраслевых кластеров.

Создание сети ЦКР с ИИ-ядром должно стать элементом государственной промышленной политики. Ключевые меры: включение ЦКР в национальные проекты (например, «Эффективная и конкурентная экономика») как условия предоставления льгот; разработка типовых положений с обязательным требованием наличия ИИ-ядра; обеспечение единой методической базы и стандартов обмена данными.

Перспективой дальнейших исследований является проведение количественной оценки эффективности отраслевого ЦКР с ИИ-ядром на примере вертолётостроительного предприятия, в том числе расчёт корреляции между глубиной использования ИИ и успешностью проектов роботизации.

ВКЛАД АВТОРОВ

О.В. Демьянова — концептуализация, руководство исследованием, методология, создание рукописи и её редактирование.

Э.И. Муллахметов — создание черновика рукописи, проведение исследования, формальный анализ, визуализация.

Все авторы одобрили окончательный вариант рукописи.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Olga V. Demyanova — conceptualization, supervision, methodology, writing — review & editing.

Emir I. Mullakhmetov — writing — original draft, investigation, formal analysis, visualization.

All authors have approved the final version of the manuscript.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Амелин С.В. Организация производства в машиностроении в условиях цифровой трансформации. *Организатор производства*. 2020;28(1):17–23. EDN: DYXHQN
Amelin S.V. Organization of production in mechanical engineering in the context of digital transformation. *Production Organizer*. 2020;28(1):17–23. (In Russ.).
2. Autor D.H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*. 2015;29(3):3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
3. Федюнина А.А., Городной Н.А., Симачев Ю.В. Влияние роботизации на производительность промышленных предприятий в России. *Российский журнал менеджмента*. 2023;21(1): 66–88. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2023.104>. EDN: HSVFAI
Fedunina A.A., Gorodny N.A., Simachev Yu.V. The impact of robotization on the productivity of industrial enterprises in Russia. *Russian Journal of Management*. 2023;21(1):66–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/spbu18.2023.104>
4. Банников С.А. Мировые тренды роботизации и перспективы ее развития в России. *BENEFICIUM*. 2023;(2):6–12. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12). EDN: OJOISF
Bannikov S.A. Global trends in robotics and prospects for its development in Russia. *BENEFICIUM*. 2023;(2):6–12. (In Russ.). [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12)
5. Шевченко О.П., Золкин А.Л., Хабибуллин Ф.Ф., Жильцов С.А. Экономические последствия автоматизации и роботизации в промышленности. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2025;14(1):23–33. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.01.14.003>. EDN: BTRRLJ
Shevchenko O.P., Zolkin A.L., Khabibullin F.F., Zhiltsov S.A. Economic consequences of automation and robotization in industry. *Economics and Management: Problems,*

- Solutions*. 2025;14(1):23–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.01.14.003>
6. Graetz G., Michaels G. Robots at work. *Review of Economics and Statistics*. 2018;100(5): 753–768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
 7. Acemoglu D., Restrepo P. Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*. 2020;128(6):2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
 8. Коробейникова О.М., Дугина Т.А., Мамбетмуратов Т.Ж. Факторы, ограничивающие инвестиционную активность малого и среднего бизнеса в России. *Казанский экономический вестник*. 2024;(1):53–58. EDN: KQGWBF
Korobeynikova O.M., Dugina T.A., Mambetmuratov T.Zh. Factors limiting the investment activity of small and medium-sized businesses in Russia. *Kazan Economic Bulletin*. 2024;(1):53–58. (In Russ.).
 9. Степанов Ю.Н., Яковлева Н.В., Ермаков С.Г., Баталов Д.И. Реализация проекта по роботизации рутинных операций для повышения операционной эффективности компании (кейс РЖД). *Интеллектуальные технологии на транспорте*. 2023;(3):14–21. <https://doi.org/10.24412/2413-2527-2023-335-14-21>. EDN: ONOYQE
Stepanov Yu.N., Yakovleva N.V., Ermakov S.G., Batalov D.I. Implementation of a project for the robotization of routine operations to increase the company's operational efficiency (case study of Russian Railways). *Intelligent Technologies in Transport*. 2023;(3):14–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2413-2527-2023-335-14-21>
 10. Морозов О.А. Автоматизация и роботизация как будущее промышленного производства. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2024;(4):84–89. EDN: ZQORBZ
Morozov O.A. Automation and robotization as the future of industrial production. *Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement*. 2024;(4):84–89. (In Russ.).
 11. Староватова Д.А. Связь уровня роботизации и производительности труда: важен ли масштаб бизнеса? *Journal of New Economy*. 2023;24(1):81-103. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2023-24-1-4>. EDN: PSIBPS
Starovatova D.A. The relationship between the level of robotization and labor productivity: does business scale matter? *Journal of New Economy*. 2023;24(1):81-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2023-24-1-4>
 12. Борисова О.В. и др. Меры финансовой господдержки и риск-факторы, влияющие на стоимость инвестиционных проектов по внедрению промышленных робототехнических комплексов. *Финансы: теория и практика*. 2025;29(3):20-34. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>. EDN: YTIJYO
Borisova O.V. et al. Measures of state financial support and risk factors affecting the cost of investment projects for the implementation of industrial robotics complexes. *Finance: Theory and Practice*. 2025;29(3):20-34. (In Russ.). <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>
 13. Кольчев В.Д., Белкин И.О. Интеграция бережливого производства и цифровых технологий в управление операционной деятельностью промышленных предприятий. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством»*. 2023;(03):45–58. <https://doi.org/10.6060/ivecofin.2023573.653>. EDN: UAWLCH

- Kolchev V.D., Belkin I.O. Integration of lean production and digital technologies into the operational management of industrial enterprises. *News of Higher Educational Institutions. Series «Economics, Finance and Production Management»*. 2023;(03):45–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.6060/ivecofin.2023573.653>
14. Левенцов В.А., Левенцов А.Н. Бережливое производство и проблемы его цифровизации. *Экономика и управление*. 2023;(2):20–27. <https://doi.org/10.17513/snt.39493>. EDN: ULNBMG
Leventsov V.A., Leventsov A.N. Lean production and problems of its digitalization. *Economics and Management*. 2023;(2):20–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/snt.39493>
15. Варламов О.О. Применение миварных технологий логического искусственного интеллекта для создания умных производственных систем. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2025;(2):32–46. <https://doi.org/10.25729/ESI.2025.38.2.003>. EDN: OBQUCX
Varlamov O.O. Application of mivar technologies of logical artificial intelligence for the creation of smart production systems. *Information and Mathematical Technologies in Science and Management*. 2025;(2):32–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.25729/ESI.2025.38.2.003>.
16. Лосев В.В., Калинин А.О. К вопросу развития гибких производственных систем. *Информатика. Экономика. Управление*. 2023;2(4):0247–0256. <https://doi.org/10.47813/2782-5280-2023-2-4-0247-0256>. EDN: DAUGTF
Losev V.V., Kalinin A.O. On the development of flexible manufacturing systems. *Informatics. Economics. Management*. 2023;2(4):0247–0256. (In Russ.). <https://doi.org/10.47813/2782-5280-2023-2-4-0247-0256>
17. Макарова Е.Л., Фирсова А.А., Дергачев А.А. Механизмы принятия управленческих решений в области цифровизации производственных процессов промышленного предприятия. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. 2023;23(3):299–306. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-3-299-306>. EDN: SCQBMM
Makarova E.L., Firsova A.A., Dergachev A.A. Mechanisms of managerial decision-making in the field of digitalization of production processes of an industrial enterprise. *Proceedings of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Law*. 2023;23(3):299–306. (In Russ.). <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-3-299-306>
18. Северин А.И., Виноградов Ю.М. Прогресс робототехники в переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2024;(1):356–361. EDN: GZBCER
Severin A.I., Vinogradov Yu.M. Progress of robotics in the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0. *Proceedings of Tula State University. Technical Sciences*. 2024;(1):356–361. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-356-357>

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ / SOURCES

1. «Менеджмент на предприятиях не заинтересован внедрять»: в Иннополисе выясняли, почему буксует роботизация. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/700369> (дата обращения: 09.02.2026).

- “Company management is not interested in implementing it”: In Innopolis, they investigated why robotics is stalling. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/700369> (access date: 09.02.2026).
2. В Росатоме прошла отраслевая сессия по робототехнике, новости энергетической компании АО «Росатом Сервис». URL: <https://rosatom-service.ru/news/v-rosatome-proshla-otraslevaya-sessiya-po-robotote/> (дата обращения: 11.02.2026).
Rosatom held an industry session on robotics. URL: <https://rosatom-service.ru/news/v-rosatome-proshla-otraslevaya-sessiya-po-robotote/> (access date: 11.02.2026).
 3. Облачная фабрика программных роботов. URL: <http://www.rzdtech.ru/proekty/ofr/> (дата обращения: 09.02.2026).
Cloud factory of software robots. URL: <http://www.rzdtech.ru/proekty/ofr/> (access date: 09.02.2026).
 4. Полторы тысячи российских предприятий получают поддержку в роботизации своих производств. URL: <https://frp74.ru/news/poltory-tysyachi-rossiyskikh-predpriyatij-poluchat-podderzhku-v-robotizatsii-svoikh-proizvodstv/> (дата обращения: 02.03.2026).
1,500 Russian enterprises will receive support in robotizing their production. URL: <https://frp74.ru/news/poltory-tysyachi-rossiyskikh-predpriyatij-poluchat-podderzhku-v-robotizatsii-svoikh-proizvodstv/> (access date: 02.03.2026).
 5. Manyika J., Chui M., Miremadi M. et al. Harnessing automation for a future that works. URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works> (access date: 10.02.2026).
 6. Zakoldaev D.A., Gurjanov A.V., Shukalov A.V., Zharinov I.O. Products of the Industry 4.0 competence centers. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020;734:012043. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012043>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Демьянова, д-р экон. наук, проф., заведующий кафедрой экономики производства, Казанский федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3438-1457>; e-mail: 89053185835@mail.ru

Эмир Ильдарович Муллахметов, аспирант, Казанский федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9972-4512>; e-mail: amirmullahmetov14@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Demyanova, Dr. Sci. (Econ.), Associate Prof., Head of the Department of Production Economics, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3438-1457>; e-mail: 89053185835@mail.ru

Emir I. Mullakhmetov, Postgraduate Student, Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9972-4512>; e-mail: amirmullahmetov14@yandex.ru

Поступила / Received 03.03.2026

Принята / Accepted 27.03.2026

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.24>

УДК 656.07

JEL R40

Анализ обеспечения безопасности и надежности функционирования Московского метрополитена**А.А. Кочетков** ✉

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
Ленинградский проспект, 49/2, г. Москва, 125167, Российская Федерация

✉ AKochetkov@fa.ru

Аннотация. *Введение.* Повысилась роль Московского метрополитена как ведущего флагмана всей транспортной инфраструктуры столицы. Для эффективного функционирования метрополитена важно соблюдение технических и нормативных показателей, которые определяют интенсивность движения поездов и влияют на безопасность всей инфраструктуры. *Цель.* Проанализировать и оценить показатели безопасности и надежности объектов Московского метрополитена для повышения эффективности его функционирования. *Материалы и методы.* Статистические методы моделирования, методы теории массового обслуживания, теории надежности, системного анализа и структурно-функциональный подход. *Результаты.* Рассчитаны количественные характеристики пассажиропотока метрополитена, а также определены особенности возникновения сбоев. Показано, что вследствие увеличения роста пассажиропотока в час пик большинство станций работают на пределе своих возможностей. Предложен интегральный коэффициент пропускной способности метрополитена. *Заключение.* Активная модернизация Московского метрополитена и введение инноваций способствуют повышению надежности и комфорта перевозки пассажиров. С целью повышения эффективности функционирования системы метрополитена необходимо 100 % оснащение всех линий инновационными поездами, а также важно приступить к реконструкции «проблемных» дистанций и внедрить ряд предупредительных мероприятий. Инновационная модернизация метрополитена также позволит повысить инвестиционную привлекательность отдельных районов Москвы.

Ключевые слова: метрополитен; надежность; безопасность; сбой; пассажиропоток; пропускная способность; транспорт; безаварийность

© Кочетков А.А., 2026



Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Кочетков А.А. Анализ обеспечения безопасности и надежности функционирования Московского метрополитена. *Информация и инновации*. 2026;21(1):34-50. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.24>

Analysis of the safety and reliability of the Moscow metropolitan

Artur A. Kochetkov ✉

*Finance University under the Government of the Russian Federation
49/2, Leningradsky Avenue, Moscow, 125167, Russian Federation*

✉ AKochetkov@fa.ru

Abstract. *Introduction.* The role of the Moscow metropolitan as the leading flagship of the entire transport infrastructure of the capital has increased. For the effective functioning of the metropolitan, it is important to comply with technical and regulatory indicators that determine the intensity of train traffic and affect the safety of the entire infrastructure. *Aim.* To analyze and evaluate the safety and reliability indicators of Moscow metropolitan facilities in order to improve the efficiency of its functioning. *Materials and Methods.* Statistical modeling methods, methods of queuing theory, reliability theory, systems analysis and a structural-functional approach. *Results.* Quantitative characteristics of metro passenger flow are calculated, and the features of the occurrence of failures are determined. It is shown that due to the increase in passenger flow during rush hours, most stations operate at the limit of their capacity. An integral coefficient of metro capacity is proposed. *Conclusion.* Active modernization of the Moscow metropolitan and the introduction of innovations contribute to increasing the reliability and comfort of passenger transportation. In order to improve the efficiency of the metro system, it is necessary to equip 100 % of all lines with innovative trains, and it is also important to begin the reconstruction of "problem" distances and implement a number of preventive measures. Innovative modernization of the metro will also increase the investment attractiveness of certain districts of Moscow.

Keywords: metropolitan; reliability; safety; failure; passenger flow; capacity; transport; accident-free

Funding. No funding.

For citation: Kochetkov A.A. Analysis of the safety and reliability of the Moscow metropolitan. *Information and Innovations*. 2026;21(1):34-50. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.24>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы обосновывается трансформацией Московского метрополитена из транспортного объекта в ключевой инновационный сегмент всей городской инфраструктуры, который определяет уровень социально-экономического развития. В 2025 году сеть Московского метрополитена значительно расширилась за счет Большой кольцевой линии (БКЛ), а также активного строительства новых станций Рублево-Архангельской ветки, что в корне меняет транспортную географию не только Москвы, но и прилегающих территорий [ист. 1]. Также надо отметить такой процесс как всеобщая интеграция транспортного комплекса — метрополитен стал ключевым звеном мультимодальной системы, которая включает в себя Московское центральное кольцо (МЦК), диаметры (МЦД), а также речной транспорт, что требует новых методов и подходов управления пассажиропотоком.

При этом в транспортной инфраструктуре Москвы введены такие удобные новшества как цифровые табло, голографические широкие мониторы, облегчающие построение сложных маршрутов, а также оплата по биометрии, способствующая увеличению пропускной способности станций [ист. 2]. Синхронизировано расписание движения поездов метрополитена, составов Московских диаметров и речного транспорта для предотвращения скопления пассажиров на платформах. При этом современные транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) оборудованы крытыми переходами (например, ТПУ Нижегородская) по принципу «сухие ноги» и приспособлены для маломобильных граждан.

Московский метрополитен подтверждает статус технологического ли-

дера по числу цифровых технологий, в том числе с учетом старта тестирования первого беспилотного поезда 16 января 2026 года. В 2027 году в метрополитене начнут ходить беспилотные поезда, а к 2030 году будет запущена линия с составами без машинистов [ист. 3].

В рамках инновационной модернизации метрополитена запущен состав «Москва-2024», который уже курсирует на таких проблемных линиях как Таганско-Краснопресненская и Замоскворецкая. Инновационные вагоны «Москва-2024» обладают широкими дверями, сквозным проходом между вагонами, а также улучшенной шумоизоляцией и голографическими экранами со всей необходимой информацией.

Второй важнейшей инновацией является внедрение системы Face Pay (биометрия), которая позволяет ускорить проход пассажиров через турникеты в метрополитене, что повышает пропускную способность станций. Удобным дополнением являются установленные «умные турникеты», который работают как на вход, так и на выход пассажиров, что позволяет избежать скопление пассажиров в час пик.

Москва эффективно осваивает алгоритм «единого транспортного каркаса» для снижения пассажиропотока в подземке за счет развития альтернативных видов перемещения по городу. Среди такого набора опций важно выделить активное развитие транспорта — речного (электросуда), железнодорожного (МЦД), электробусного и системы каршеринга, что способствует рассредоточению пассажиров для выбора более оптимальных маршрутов и сокращению времени пребывания в пути.

Для эффективного функционирования метрополитена важно соблюдение технических и нормативных показателей,

которые определяют интенсивность движения поездов и влияют на безопасность всей инфраструктуры.

Цель работы — проанализировать и оценить показатели безопасности и надежности объектов Московского метрополитена для повышения эффективности его функционирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использовались статистические методы моделирования, методы теории массового обслуживания, теории надежности, системного анализа и структурно-функциональный подход. Источник данных — Департамент транспорта г. Москвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе учтены результаты анализа функционирования метрополитенов различных городов мира, например, [1, 2, 3]. В этих статьях акцент сделан на визуальный анализ динамики пассажиропотока с помощью прикладных компьютерных программ и банальной констатацией самого факта нагрузки в час пик без анализа конкретных показателей пропускной способности.

В рамках концепций теории очередей и теории надежности выделим основные показатели для оценки эффективности метрополитена [4].

Основные индикаторы анализа для оценки безопасности движения рассчитываются на основании следующих ключевых метрик [5]:

- интенсивность потока сбоев: среднее количество инцидентов за определенный период (месяц, год);
- среднее время ожидания сбоя: показатель, характеризующий периодичность возникновения нештатных ситуаций;

- интенсивность восстановления сбоя: скорость устранения последствий сбоя и возвращения к штатному графику движения;
- среднее время восстановления после сбоя.

Дадим некоторые пояснения по поводу указанных показателей. В нормативно правовой базе метрополитена отсутствует понятие сбоя или аварии [6]. Фактически, сбой — это нарушение графика движения поездов и скопление большого числа людей на перронах, без нанесения ущерба здоровью пассажиров [ист. 4]. Авария — это серьезный вред для инфраструктуры метрополитена и здоровья людей [7]. В исследовании [8] упомянуты все сбои, которые так или иначе имели место за последние 10 лет.

Аварийность

В табл. 1 приведена динамика сбоев в Московском метрополитене с детальным указанием происшествий по каждой линии за последние 13 лет. В это число вошли сбои, связанные как с неадекватным поведением пассажиров (зацеперы, самовольный спуск или падение на рельсы), так и сбои, которые пресс-служба метрополитена именуется как «проверка инфраструктуры» [9].

Общий итог таков: за 2013-2025 гг. всего в Московском метрополитене произошло 1246 сбоев, то есть в год происходит в среднем 96 сбоев в метрополитене.

Первое место по аварийности занимает Таганско-Краснопресненская линия: 240 сбоев за 13 лет, второе место принадлежит Замоскворецкой линии — 173 сбоя за аналогичный период и третье место отводится Серпуховско-Тимирязевской линии — 153 сбоя [10].

Приведенное в целом распределение аварийности объясняется, в сущности,

Таблица 1. Динамика сбоев Московского метрополитена за 2013–2025 гг.
Table 1. Dynamics of Moscow metropolitan failures in 2013–2025

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Итого	Линии
3	5	4	6	3	18	33	8	9	7	8	4	4	112	Арбатско-Покровская
0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	7	5	20	БКЛ
0	0	0	3	1	3	2	1	1	0	1	1	0	13	Бутовская
8	4	5	6	9	28	46	22	10	8	7	12	8	173	Замоскворецкая
4	4	3	3	4	5	19	3	2	1	1	4	1	54	Калининско-Солнцевская
5	3	3	2	2	4	18	3	4	5	6	4	4	63	Кольцевая
3	6	6	8	8	29	32	18	17	7	9	5	3	151	Калужско-Рижская
3	3	4	3	6	14	29	5	9	4	5	7	5	97	Люблинско-Дмитровская
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	Некрасовская
8	5	4	4	8	24	32	10	6	6	6	9	5	127	Сокольническая
10	6	5	4	12	17	33	21	11	10	9	10	5	153	Серпуховско-Тимирязевская
14	8	7	9	26	47	51	26	15	10	9	11	7	240	Таганско-Краснопресненская
3	3	3	4	3	6	6	6	1	1	0	3	1	40	Филевская
61	47	44	52	82	195	304	123	86	62	65	79	48	1246	

Источник: Составлено автором по [10]

Source: Compiled by the author based on [10]

большой загруженностью веток и ростом объема суточного пассажиропотока, что провоцирует скопление пассажиров на перронах и как следствие — изменения в штатном расписании поездов. Даже постепенное оснащение инновационными поездами «Москва» таких старейших веток как «Замоскворецкая» не в силах в корне переломить негативную тенденцию происшествий [ист. 5].

Наиболее проблемным для метрополитена был 2019 год, когда число сбоев достигло своего максимума. Тогда еще многие ветки не были обновлены инновационными составами, Московские диаметры не функционировали в полном объеме, и накапливались проблемы по ремонту и обновлению инфраструктуры.

Более подробно статистика приведена в табл. 1 и на рис. 1.

Из табл. 1 и рис. 1 можно увидеть, что динамика сбоев московской подземки имеет четко выраженный сезонный характер. Действительно погодные условия, сильные морозы или наоборот палящий зной нарушают подачу электрического питания и провоцируют проблемы в трансформаторах и депо, а это сказывается на графике движения поездов; особенно это ощутимо в июне-июле. Например, на Филевской линии в 2013 году было зафиксировано падение деревьев на рельсы; в 2025 году на той же линии были затоплены две станции «Багратионовская» и «Кунцевская» из-за проливных дождей [9].

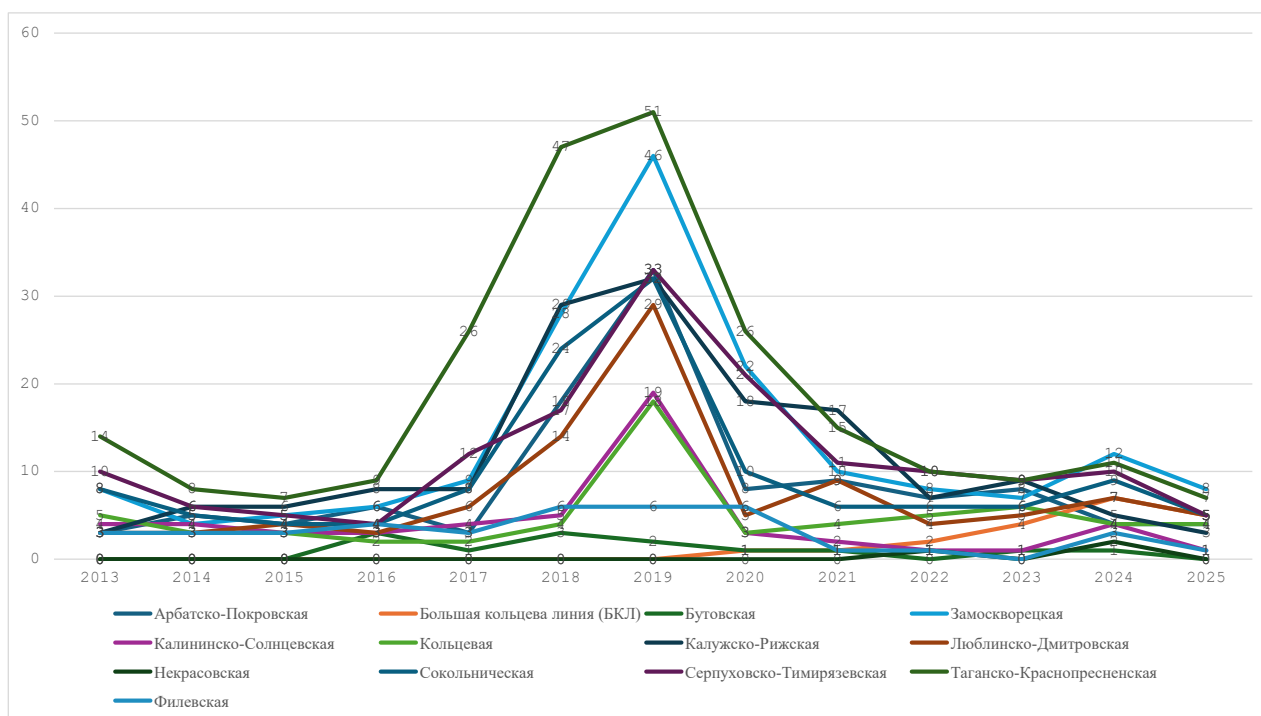


Рис. 1. Динамика сбоев работы Московского метрополитена с января по октябрь 2013-2025 гг.

Fig. 1. Dynamics of Moscow metropolitan failures from January to October 2013–2025
 Источник: Составлено автором по [ист. 6]

Source: Compiled by the author based on [source 6]

Рассчитаем основные показатели эффективности функционирования подземки в рамках теории массового обслуживания [11]. Для этого определим интенсивность потока сбоев за отчетный период. Если за 13 лет всего произошло 1246 сбоев, то за год в среднем интенсивность составляет $\lambda = 1246/13 = 95,84$ сбой/год. То есть в месяц происходит в среднем 7,98 сбоев; это значение можно округлит до 8 инцидентов в месяц. То есть $\lambda = 8$ сбой/месяц [11].

Что касается дневного сбоя, то он равен $\lambda = 0,3$ сбой/день. Если исходить из усредненных значений, то сбои происходят в метрополитене один раз в три дня. Важно отметить, что этот показатель характеризует метрополитен в целом без указаний конкретных линий. Причем каждая линия характеризуется своими особенностями и своей аварийностью.

В табл. 2 приведено среднее время ожидания сбоя по линиям метрополитена.

Таблица 2. Среднее время ожидания сбоев
 Table 2. Average waiting time for failures

Линии	Среднее число сбоев в месяц	Среднее время ожидания сбоя (в днях)
Арбатско-Покровская	1	30
БКЛ	0,13	234

Окончание таблицы

Линии	Среднее число сбоев в месяц	Среднее время ожидания сбоя (в днях)
Бутовская	0,08	360
Замоскворецкая	1	30
Калининско-Солнцевская	0,35	87
Кольцевая	0,40	74
Калужско-Рижская	1	30
Люблинско-Дмитровская	1	48
Некрасовская	0,02	1560
Сокольническая	1	30
Серпуховско-Тимирязевская	1	30
Таганско-Краснопресненская	2	15
Филевская	0,26	117

Источник: Составлено автором по [12]

Source: Compiled by the author on [12]

Из табл. 2 видно, что одной из наиболее безаварийных веток является БКЛ, так как среднее время ожидания 284 дня. Для сравнения на Калужско-Рижской линии этот показатель равен 30 дням, а на Таганско-Краснопресненской линии — 15. Это еще раз подчеркивает необходимость анализа «фиолетовой» линии и причин сбоев.

Показатели пассажиропотока

В табл. 3 приведены важные индикаторы, которые влияют на интенсивность пассажиропотока в Московском метрополитене.

Табл. 3 наглядно демонстрирует, что общее совокупное количество сбоев не превышает 100. Это подтверждается многочисленными исследованиями других

Таблица 3. Показатели пассажиропотока Московского метрополитена

Table 3. Passenger traffic indicators of the Moscow metropolitan

Показатель	Значение показателя
Общее число сбоев за год	95
Среднее число сбоев за месяц	8
Среднее время ожидания сбоя за неделю	2
Среднее число сбоев на одной линии за сутки	0,28
Интенсивность потока сбоев в метрополитене в час λ (сбой/час):	0,01
Количество сбоев за неделю (на всех линиях)	2,00
Среднее время работы метрополитена без сбоев (в часах)	96

Окончание таблицы

Показатель	Значение показателя
Интенсивность потока сбоев в метрополитене в день λ (сбой/день):	0,28
Интенсивность восстановления линии ($\mu = 1$ восстановление/1 час)	1
Среднее время восстановления метрополитена после сбоя ($1/\mu$) (в часах)	1
Интенсивность восстановления после аварий в метрополитене ($\mu = 1$ восстановление/4 часа),	3,5
Среднее время восстановления после аварий ($1/\mu$)	3,5

Источник: Составлено автором по [10]
Source: Compiled by the author based on [10]

аналитиков и экспертов [15]. Каждый месяц в московской подземке происходит не менее 6-8 сбоев, а в неделю — как минимум два.

Что касается интенсивности восстановления сбоев, то, к сожалению, в доступных источниках, эта информация отсутствует. Поэтому приходится использовать информацию, полученную от пассажиров. В среднем интенсивность восстановления

на линии редко превышает один час. Исключение составляют те случаи, которые относятся к серьезным авариям таким как крушение поездов на Арбатско-Покровской линии, которое случилось 15 ноября 2014 года.

Комплексные показатели оценки результативности функционирования Московского метрополитена приведены в табл. 4.

Таблица 4. Показатели оценки результативности функционирования Московского метрополитена

Table 4. Indicators for evaluating the effectiveness of the Moscow metropolitan

№	Показатель	Значение
1	2	3
1	Предельная плотность скопления пассажиров на станции	3 чел/м ²
2	Время стоянки поезда метрополитена на станции	25-50 секунд
3	Предельная пропускная способность одного эскалатора	7500 пасс/ч
4	Предельная пропускная способность одной станции метрополитена	4000 пасс/ч
5	Эксплуатационная скорость 1-го эскалатора метрополитена	1,3 м/с
6	Пропускная способность одного турникета в метрополитене	2500 пасс/ч
7	Средняя скорость движения пассажира в метрополитене	45-68 м/мин (2,25-4 км/ч)

Окончание таблицы

№	Показатель	Значение
1	2	3
8	Максимальная вместимость одного вагона метрополитена (инновационный вагон «Москва»)	190 пассажиров (плотность 5 чел/м ²) 330 пассажиров (плотность 10 чел/м ²)
9	Максимальная вместимость одного вагона метрополитена (вагон «Е»)	260 пассажиров

Источник: составлено автором по [14]

Source: compiled by the author on [14]

В таблице 4 представлены показатели, которые в целом определяют степень надежности функционирования метрополитена при условии, что не происходит никаких сбоев на линиях, вызванных как внутренними, так и внешними причинами.

Примечательно, что любое даже незначительное происшествие, как, например, поломка эскалатора, перевозящего в час около 8 тысяч пассажиров, влечет серьезную давку и скопление пассажиров на перроне.

Пусть на станции работает три эскалатора. Обозначим за λ_1 входящий поток пассажиров, равный 450 чел./мин. При этом пропускная способность эскалатора определяется $\mu = 100$ чел./мин.

Приведем расчет показателей до поломки эскалатора:

$n = 3$, где n — число эскалаторов.

Интенсивность нагрузки $\rho = 450/100 = 4,5$ [16].

Коэффициент загрузки $\psi = \frac{\rho}{n} = \frac{4,5}{3} = 1,5$ [17].

Заметим, что если коэффициент загрузки $\psi > 1$, то это свидетельствует о том, что в момент прибытия состава на станцию, на перроне всегда имеется определенная очередь из пассажиров, которую можно трактовать как допустимое скопление народа и которое как правило рассасывается до следующего поезда.

В случае поломки одного эскалатора из трех картина изменится следующим образом:

$n=2$, где n — число эскалаторов.

Новый коэффициент нагрузки станет равным [18]:

$$\psi_{\text{нов}} = \frac{450}{200} = 2,25$$

Это произойдет вследствие того, что пропускная способность узла снизится с 300 до 200 человек в минуту.

Определим скорость роста в очереди [19]:

$$v_{\text{очередь}} = \lambda - (n \times \mu) = 450 - 200 = 250 \text{ чел./мин}$$

При этом, если эскалатор находится в неисправности в течение 10 минут, то на перроне скопится 2500 пассажиров (10 мин \times 250 чел/мин = 2500). А это уже обозначает максимально плотное скопление людей на станции, и как следствие — давка, что может спровоцировать задержку поездов из-за проблем закрытия дверей, так как каждый будет хотеть попасть в вагон.

Также для вновь входящего пассажира со стороны улицы, и не подозревающего о поломке механизма, придется стоять в очереди не менее 12,5 мин. Расчет приведен ниже.

Время стояния пассажира в очереди [20]:

$$W = \frac{L_{queue}}{n \cdot \mu} = \frac{2500}{200} = 12,5 \text{ мин}$$

Для того чтобы избежать негативных сценариев в метрополитене применяют соответствующие меры:

1) метод резервирования, который заключается в наличии дополнительного эскалатора, который всегда может включиться в работу для поддержания

стабильной пропускной способности. Такой прием характерен для станций глубокого залегания;

2) адаптивное управление, которое позволяет оперативно переключать эскалаторы, работающие «на спуск» в режим на «подъем» в случае достижения критической плотности пассажиропотока на станции [21].

Статистика пассажирооборота за 2025 год приведена на рис. 2.

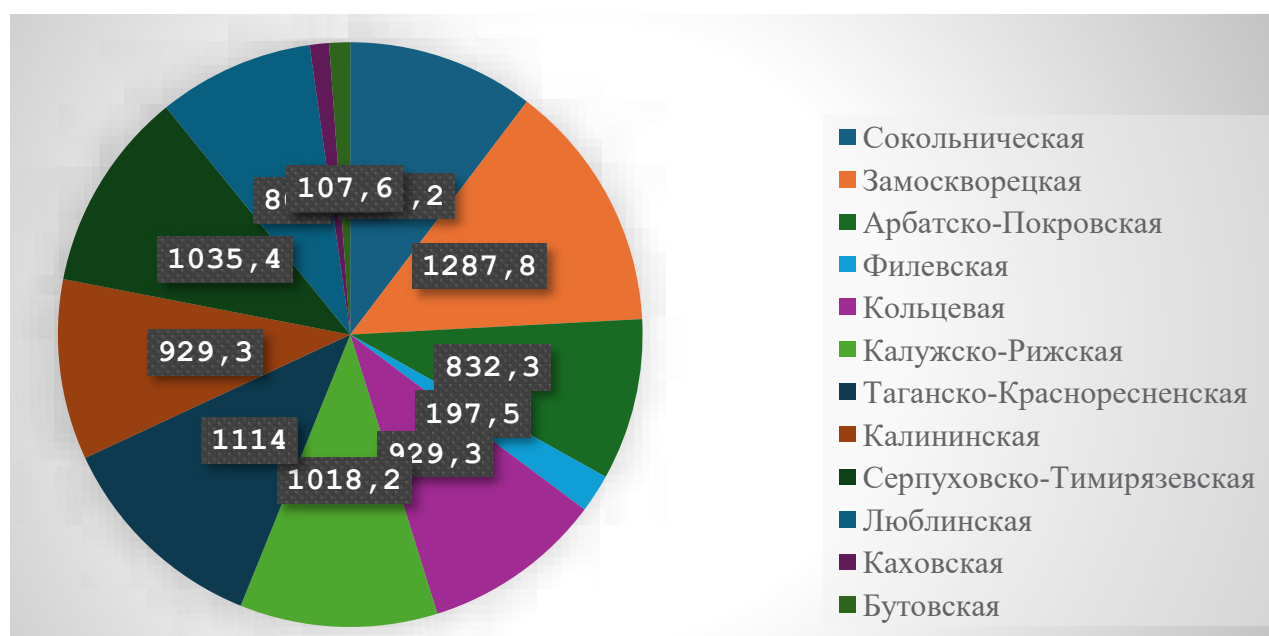


Рис. 2. Пассажиропоток Московского метрополитена, тыс. чел./сутки

Fig. 2. Passenger flow of the Moscow metropolitan, thousand people/day

Источник: составлено автором по [ист. 6, 7]

Source: compiled by the author on [source 6, 7]

Согласно рис. 2 видно, что три наиболее загруженные линии — Замоскворецкая, Калужско-Рижская и Серпуховско-Тимирязевская — имеют нагрузку более 850 тыс. человек в сутки, что повышает риск транспортных происшествий и неблагоприятных инцидентов, включая неадекватное поведение пассажиров и зацеперов.

Большое значение для метрополитена имеют новые инновационные поезда «Москва», которые обладают повышенным

комфортом и общей вместимостью до 1500 тыс. человек. Такой показатель вместимости особенно важен в час пик, когда пассажиропоток достигает своего апогея.

Однако, если взять суточный пассажиропоток на самых загруженных линиях, когда число людей превышает 1 200 000 человек, то даже новые инновационные составы не всегда способны справиться с таким скоплением пользователей метрополитена.

Таким образом, с учетом роста мегаполиса через пару лет Таганско-Краснопресненская линия может быть сильно перегружена и задержки на ней станут опять частым явлением, как это уже было в последние 10-15 лет, когда на ней курсировали устаревшие составы. Открытие БКЛ в 2023 году увеличило пассажиропо-

ток только на 3 % (250 тыс. чел.), и к концу 2024 года поток составил около 1300 тыс. человек [ист. 6, 7]. В табл. 5 представлена сравнительная характеристика пропускной способности линий в зависимости от наплыва пассажиров [14].

Из табл. 5 видно, что больше половины линий работают на пределе своих воз-

Таблица 5. Пропускная способность линий Московского метрополитена
Table 5. Capacity of Moscow metropolitan lines

№	Название линий	Объем пассажи-ро-по-тока в сутки (тыс. чел.)	Предельная пропускная способность за сутки (чел.)	Эффек-тивность	Расчет инте-грального ко-эффициента пропускной способности
	Сокольническая	962,2	864	-	0
	Замоскворецкая	1287,8	864	-	0
	Арбатско-Покровская	832,3	864	+	1
	Филевская	197,5	864	+	1
	Кольцевая	939,3	1188	+	1
	Калужско-Рижская	1018,2	1188	-	0
	Таганско-Краснопресненская	1114	1188	-	0
	Калининская	929,3	864	-	0
	Серпуховско-Тимирязевская	1035,4	864	-	0
	Люблинская	803	864	+	1
	Каховская	99,2	864	+	1
	Бутовская	107	864	+	1
	БКЛ	1200	1188	-	0
				Итого	6/13

Источник: составлено автором по [14]

Source: compiled by the author on [14]

можностей. Рассчитаем интегральный коэффициент реальной пропускной способности станций. Разделим число станций, испытавших перегрузку на общее число станций:

$$I = (6/13) \times 100 \% = 46 \%$$

Интегральный коэффициент пропускной способности свидетельствует о постоянной загруженности линий и необ-

ходимости постоянного увеличения парка поездов инновационными составами «Москва», а также о важности строительства новых диаметров для разгрузки столичной подземки.

Можно сделать вывод, что необходимо не только 100 % оснащение всех линий метрополитена инновационными составами, но и развитие альтернативных видов городского транспорта — например пересадка на МЦК и МЦД, а также через систему перехватывающих парковок — на каршеринг.

Следует отметить, что беспилотные поезда не будут особенно эффективны в час пик, когда объем пассажиропотока достигнет предельных значений. Мон-

таж новых вестибюлей и открытие новых станций также добавят проблем, особенно в случае неблагоприятных метеорологических условий: сильные ливни или жара вызовут затопление депо, так и возгорание трансформаторов, что спровоцирует перебои с электропитанием.

В табл. 6 приведены наиболее существенные показатели, которые получены из предыдущих расчетов.

Приведенная в табл. 6 вместимость определена с учетом технических нормативов старых и новых инновационных поездов метрополитена. Показано, что предельная вместимость пассажиров достигается именно благодаря инновационному составу «Москва». То есть,

Таблица 6. Предельные показатели эффективности Московского метрополитена по скорости движения поездов

Table 6. Maximum efficiency indicators of the Moscow metropolitan in terms of train speed

№	Наименование показателя	Формула расчета	Значение
1	Средняя скорость движения пассажира на метрополитене	15 км/45 мин.	20 км/ч
2	Число пассажиров в одном вагоне в случайный момент времени (закон Рэлея)	$\begin{cases} \frac{x}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2 * \sigma^2}\right) \\ x > 0 \end{cases}$	130-150 чел
3	Число пассажиров в одном поезде в случайный момент времени	150 чел × 8 ваг.	1200 чел
4	Предельное число пассажиров в одном вагоне в час пик	В соответствии с полной вместимостью вагона	300 чел
5	Предельное число пассажиров в одном поезде в час пик	В соответствии с полной вместимостью вагонов 300×8	2400 чел
6	Предельная вместимость вагона «Е»	В соответствии с полной вместимостью вагонов	264 чел
7	Предельная вместимость одного вагона поезда «Москва»	(плотность 10 чел/м ²)	330 чел
8	Предельная вместимость одного состава поезда «Москва»	(плотность 10 чел/м ²)	1617 чел

исходя из цифры 1617 человек (максимальное число человек в составе), мы делаем вывод, что за час может быть перевезено максимально 1617чел. × 40 пар = 64680 человек. Это достаточно важный показатель, который характеризует предельные возможности метрополитена уже на «новом» инновационном уровне.

На «номерных» поездах это значение не превышает $264 \times 8 \times 40 = 84480$ тысяч человек за час. К примеру, если взять такую загруженную ветку как Замоскворецкая линия, то даже при стопроцентном соблюдении штатного расписания поездов невозможно перевезти более 100 тысяч человек за один час, что не может не сказаться на вынужденных сбоях и коллапсах.

Представляется целесообразным также повысить информационную осведомленность пассажиров через новые цифровые приложения и мобильные сервисы о возможных коллапсах, а также усилить сеть WI-FI. Востребованным будет создание дополнительных аварийно-спасательных служб, которые должны нести круглосуточное дежурство на дистанциях. Кроме этого, важную роль играет Единый диспетчерский центр (ЕДЦ) Московского метрополитена, который аккумулирует всю информацию и проецирует ее на голографический экран в форме дашбордов и диаграмм. Единый диспетчерский центр призван создать единое цифровое гиперпространство, оптимально объединяющее диспетчеров, всех технических служб (движения, электроснабжения, эскалаторной) для мгновенного реагирования на сбой, предлагая сотни шаблонных сценариев в случае внештатных ситуаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремительное развитие сети метрополитена Москвы, открытие новых станций, вестибюлей, монтаж новых диаметров, внедрение цифровых технологий и инноваций — все эти вместе взятые факторы способствуют повышению комфорта пассажиров и повышают безопасность перемещения. При этом снижается нагрузка на наземный общественный транспорт — электробусы, маршрутные такси, так как метрополитен охватывает все больше прилегающих к городу территорий.

В работе рассчитаны количественные характеристики пассажиропотока метрополитена, а также определены особенности возникновения сбоев. Показано, что вследствие увеличения роста пассажиропотока в час пик большинство станций работают на пределе своих возможностей. Предложен интегральный коэффициент пропускной способности метрополитена.

Активная модернизация Московского метрополитена и введение инноваций способствует повышению надежности и комфорта перевозки пассажиров. С целью повышения эффективности функционирования системы метрополитена необходимо 100 % оснащение всех линий инновационными поездами, а также важно приступить к реконструкции «проблемных» дистанций и внедрить ряд предупредительных мероприятий.

Инновационная модернизация метрополитена также позволит повысить инвестиционную привлекательность отдельных районов Москвы, ускорить темпы развития других видов городского транспорта, а также создать новые полюсы деловой активности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCE

1. Sobral T., Dias T., Borges J. Visualization of Urban Mobility Data from Intelligent Transportation Systems. *Sensors*. 2019;19(2):332. <https://doi.org/10.3390/s19020332>
2. Ahmadov H., Manafov E., Guliyev H., Huseynov F. A Fuzzy logic-based multi-sensor diagnostic system for traction motor bearings in railway applications. *Transport Problems*. 2025;2(2):73-84. <https://doi.org/10.20858/tp.2025.20.2.06>. EDN: VVBHBB
3. Tahir H.B., Yasmin Sh., Haque Md.M. A Poisson lognormal-lindley model for simultaneous estimation of multiple crash-types: application of multivariate and pooled univariate models. *Analytic Methods in Accident Research*. 2024;41(2):1-12. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2023.100315>. EDN: EGEBDM
4. Sugama A., Okumura M. Simultaneous optimization of network and fares for self-financing public transportation system. *Asian Transport Studies*. 2024;10(1):1-15. <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2024.100135>. EDN: VNCZRC
5. Киселёв И.В. Территориальные сдвиги топологической структуры и пассажиропотока Московского метрополитена после ввода большой кольцевой линии. *Псковский регионологический журнал*. 2025;21(1):180-199. <https://doi.org/10.37490/S221979310033186-7>. EDN: ZQXSGM
Kiselev I.V. Territorial shifts in the topological structure and passenger flow of the Moscow Metro after the introduction of the Big Circle Line. *Pskov Regional Studies Journal*. 2025;21(1):180-199. <https://doi.org/10.37490/S221979310033186-7>
6. Kiribou I.A.R., Neya T., Nana B., Ogunjobi K., Daho T., Gounkaou Y.W., Muema F.M., Sintayehu D.W. Road Transport and Urban Mobility greenhouse gas emissions factor for air pollution modeling in Burkina Faso. *Journal of Urban Mobility*. 2025;7(2667-0917):1-12 <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2025.100106>. EDN: JHYILO
7. Liu X., Schmöcker J.A.D., Zhao J., Yang X. How to make service better? A review on developing service-oriented public transit systems. *Transport Reviews*. 2025;5:672-695 <https://doi.org/10.1080/01441647.2025.2502629>. EDN: YLVVKI
8. Шаперова В.С. Исследование пассажиропотока станции метрополитена с учетом включения элементов обеспечения транспортной безопасности. *Системный анализ и логистика*. 2023;2(36):72-87. <https://doi.org/10.31799/2077-5687-2023-2-72-87>. EDN: ASUPIY
Shaperova V.S. Research of the passenger flow at a metro station, taking into account the inclusion of elements of transport security. *System Analysis and Logistics*. 2023;2(36):72-87. <https://doi.org/10.31799/2077-5687-2023-2-72-87>
9. Gan Z. et al. Understanding urban mobility patterns from a spatiotemporal perspective: daily ridership profiles of metro stations. *Transportation*. 2020;47:315-336. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9885-4>. EDN: GCSYDN

10. Кочетков А.А. Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Эдитус». 2020. 158 с. ISBN 978-5-00149-399-0. EDN: DBFGKF
Kochetkov A.A. Moscow metro: accident rate, problems and prospects. Moscow: Editus, Limited Liability Company. 2020. 158 p. ISBN 978-5-00149-399-0
11. Kim K. Modelling public transportation multi-modal route choice using smart card big data. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers — Transport*. 2021;176:440-446. <https://doi.org/10.1680/jtran.21.00066>
12. Кочетков А.А. К вопросу безопасности и расчета риска транспортного социального обслуживания в контексте элементов теории массового обслуживания на примере Московского метрополитена. *Финансовый бизнес*. 2021;11(221):77-87. EDN: HOFTRH
Kochetkov A.A. On the issue of safety and risk calculation of transport social services in the context of elements of the queuing theory on the example of the Moscow metro. *Financial business*. 2021;11(221): 77-87.
13. Антонова В.М., Гречишкин Н.А., Кузнецов Н.А. Исследование модели пассажиропотока станции метро в среде имитационного моделирования AnyLogic при введении дополнительных услуг и с поиском «узких мест». *Журнал радиоэлектроники*. 2019;4(20):1-14. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2019.4.7>. EDN: ZJDHRK
Antonova V. M., Grechishkin N. A., Kuznetsov N. A. Research of the model of passenger traffic of the metro station in the AnyLogic simulation modeling environment with the introduction of additional services and with the search for bottlenecks. *Journal of Radioelectronics*. 2019;4(20):1-14. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2019.4.7>
14. Кочетков А.А. Системы массового обслуживания с периодическими функциями интенсивностей потоков на транспорте. *Экономика. Бизнес. Банки*. 2024;1(71):36-51. EDN: WDPJZT
Kochetkov A.A. Queueing systems with periodic functions of transport flow intensities. *Economy. Business. Banks*. 2024;1(71):36-51.
15. Степанов С.Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. Москва: Горячая линия-Телеком; 2015. 886 с. ISBN: 978-5-9912-0543-6. EDN: UBWYWF
Stepanov S.N. The theory of teletraffic: concepts, models, applications. Moscow: Hot Line-Telecom; 2015. 886 p. (In Russ.). ISBN: 978-5-9912-0543-6.
16. Вакуленко С.П. Оценка эффективности формирования транспортнопересадочного узла. *Экономика железных дорог*. 2020;8:35-43. EDN: VM0EZW
Vakulenko S.P. Assessment of the efficiency of the formation of a transport and transfer hub. *Economy of railways*. 2020;8:35-43.
17. Покусаев О.Н., Намиот Д.Е., Чекмарев А.Е. Дискретно-событийное моделирование для системы метро. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;9(7):107-113. EDN: AWAIUK
Pokusaev O.N., Namiot D.E., Chekmarev A.E. Discrete Event Modeling for the Metro System. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;9(7):107-113.
18. Намиот Д.Е. и др. Цифровые двойники и системы дискретно-событийного моделирования. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;9(2):70-75. EDN: VWEGHR

- Namiot D.E. et al. Digital twins and discrete event simulation systems. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;9(2):70-75.
19. Куприяновский В.П. и др. Цифровая железная дорога-прогнозы, инновации, проекты. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016;4(9):34-43. EDN: WIQHXX
Kupriyanovsky V.P. et al. Digital railway-forecasts, innovations, projects. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016;4(9):34-43.
20. Сидоренко В.Г., Маркевич А.В. Интеллектуальная система построения графиков работы машинистов метрополитена. *Автоматика, связь, информатика*. 2023;(8):19-20. <https://doi.org/10.34649/AT.2023.8.8.004>. EDN: ZLAMKP
Sidorenko V.G., Markevich A.V. Intelligent System for Scheduling The Work of Subway Drivers. *Automation, Communications, Informatics*. 2023;(8):19-20. <https://doi.org/10.34649/At.2023.8.8.004>
21. Михайлов В.С., Юрков Н.К. Интегральные оценки в теории надежности. Введение и основные результаты. Москва: Техносфера; 2020. 148 с. ISBN: 978-5-94836-598-5. EDN: FIXXWV
Mikhailov V.S., Yurkov N.K. Integral Estimates in Reliability Theory. Introduction and Main Results. Moscow: Tekhnosfera; 2020. 148 p. (In Russ.). ISBN: 978-5-94836-598-5.

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ / SOURCES

1. Собянин объявил о начале проходки нового тоннеля Рублево-Архангельской линии. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/14101050/> (дата обращения: 20.02.2026).
Sobyanin announced the start of tunnel construction on the new Rublevo-Arkhangelskaya Line. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/14101050/> (accessed: 20.02.2026).
2. Каталог услуг для жителей. URL: <https://www.mos.ru/uslugi/> (дата обращения: 20.02.2026).
Residential Services Catalog. URL: <https://www.mos.ru/uslugi/> (accessed: 20.02.2026).
3. Портал открытых данных Правительства Москвы. URL: <https://data.mos.ru/> (дата обращения: 20.02.2026).
Moscow Government Open Data Portal. URL: <https://data.mos.ru/> (accessed: 20.02.2026).
4. Тысячи пассажиров Московского метро. URL: <https://metrostat.ru/ru/moscow> (дата обращения: 20.02.2026).
Thousands of passengers on the Moscow metro. URL: <https://metrostat.ru/ru/moscow> (accessed: 20.02.2026).
5. Начали официальное тестирование первого в России беспилотного поезда метро отечественного производства! URL: <https://www.mosmetro.ru/news/details/8804> (дата обращения: 20.02.2026).
Official testing of Russia's first domestically produced driverless metro train has begun! URL: <https://www.mosmetro.ru/news/details/8804> (accessed 20.02.2026).

6. Stratil-Sauer N., Breyer N. Probabilistic modeling of delays for train journeys with transfers. *Journal of Public Transportation*. 2026;():1-24. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.17479>. EDN: MRUTFO
7. Du Z., Yang B., Liu J. Understanding the spatial and temporal activity patterns of subway mobility flows. URL: <https://arxiv.org/pdf/1702.02456>. 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1702.02456>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Артур Андреевич Кочетков, канд. экон. наук, старший преподаватель, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9731-8044>; e-mail: AKochetkov@fa.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Artur A. Kochetkov, Cand. Sci. (Econ.), Senior Lecturer, Finance University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9731-8044>; e-mail: AKochetkov@fa.ru

Поступила / Received 24.02.2026

Принята / Accepted 17.03.2026

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.25>**Управление товарными запасами
и выбор налогового режима:
ключевые аспекты для малого и среднего бизнеса****О.В. Шнайдер, В.Е. Андрианова** ✉

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
Ленинградский проспект, 49/2, Москва, 125167, Российская Федерация
✉ jkw89034@gmail.com

Аннотация. *Актуальность.* В условиях роста налогового бремени на малый и средний бизнес для выявления проблемных областей субъектов и последующей оптимизации процесса ведения бизнеса возникает потребность в рассмотрении различных способов налогового учета и системы управления товарными запасами. *Цель.* Комплексное изучение системы управления товарными запасами и анализа применяемых налоговых режимов на примере условного субъекта малого предпринимательства для выявления ключевых взаимосвязей, проблемных зон и разработки практических рекомендаций по оптимизации учета, минимизации налоговой нагрузки и повышению общей финансовой устойчивости бизнеса в условиях динамичной рыночной среды и меняющегося законодательства.

Материалы и методы. В качестве методологической основы использовались методы системного, сравнительного, финансового управленческого, коэффициентного, SWOT-анализа, метод средней себестоимости.

Результаты. Анализ деятельности условного индивидуального предпринимателя выявил эффективность управления товарными запасами, что подтверждается высоким коэффициентом оборачиваемости. Выбранная налоговая стратегия является оптимальной. По результатам SWOT-анализа выявлены факторы, которые ставят под угрозу деятельность условного субъекта. Ключевой угрозой является планируемый рост фиксированных страховых взносов с 2026 года.

Заключение. Исследование показало, что система учета и анализа движения товаров, основанная на методе средней себестоимости, позволила субъекту достичь высокой оборачиваемости запасов, минимизировать затраты на хранение и снизить риски обесценения. Применение упрощенной системы налогообложения для оптовой деятельности и патентной системы для розничной торговли в текущих условиях обеспечивает приемлемую налоговую нагрузку и снижает административные издержки за счет упрощенной отчетности.

© Шнайдер О.В., Андрианова В.Е., 2026



Для сохранения и повышения эффективности деятельности ИП необходимо не только поддерживать текущие эффективные практики управления запасами, но и активно внедрять инструменты аналитики для прогнозирования спроса, диверсифицировать поставщиков и регулярно оценивать соответствие выбранной системы налогообложения изменяющимся экономическим условиям и собственным операционным показателям.

Ключевые слова: управление товарными запасами; налоговый режим; бухгалтерский учет; движение товаров; упрощенная система налогообложения; розничная торговля; оптовая торговля; индивидуальный предприниматель; малый и средний бизнес

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Шнайдер О.В., Андрианова В.Е. Управление товарными запасами и выбор налогового режима: ключевые аспекты для малого и среднего бизнеса. *Информация и инновации*. 2026;21(1):51-64. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.25>

Inventory management and tax regime selection: key aspects for small and medium-sized businesses

Olga V. Schneider, Victoria E. Andrianova ✉

*Finance University under the Government of the Russian Federation
49/2, Leningradsky Avenue, Moscow, 125167, Russian Federation
✉ jkw89034@gmail.com*

Abstract. Relevance. With the growing tax burden on small and medium-sized businesses, it is necessary to consider various tax accounting methods and inventory management systems to identify problem areas and subsequently optimize business processes.

Aim. A comprehensive study of the inventory management system and analysis of applicable tax regimes using a simulated small business entity as an example to identify key relationships and problem areas and develop practical recommendations for optimizing accounting, minimizing the tax burden, and increasing the overall financial stability of the business in a dynamic market environment and changing legislation.

Materials and Methods. The methodological framework utilized methods of systemic, comparative, financial management, ratio, SWOT, and average cost analyses.

Results. Analysis of the simulated sole proprietor's operations revealed effective inventory management, as evidenced by a high turnover ratio. The chosen tax strategy is optimal. A SWOT analysis identified factors that threaten the simulated entity's operations. The key threat is the planned increase in fixed insurance premiums starting in 2026.

Conclusion. The study showed that a system for accounting and analyzing inventory movements based on the average cost method enabled the company to achieve high inventory turnover, minimize storage costs, and reduce depreciation risks. The use of a simplified tax system for wholesale operations and a patent system for retail trade in the current environment ensures an acceptable tax burden and reduces administrative costs through simplified reporting.

To maintain and improve the efficiency of individual entrepreneurs, it is necessary not only to maintain current effective inventory management practices but also to actively implement analytical tools for demand forecasting, diversify suppliers, and regularly assess the suitability of the chosen tax system for changing economic conditions and their own operating performance.

Keywords: inventory management; tax regime; accounting; goods movement; simplified taxation system; retail trade; wholesale trade; individual entrepreneur; small and medium-sized business

Funding. No funding.

For citation: Schneider O.V., Andrianova V.E. Inventory management and tax regime selection: key aspects for small and medium-sized businesses. *Information and Innovations*. 2026;21(1):51-64. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.25>

ВВЕДЕНИЕ

По данным Росстата оборот розничной торговли вырос за последние 10 лет почти на 25 млрд руб. [ист. 1]. Для оптимизации ведения учета и достижения максимальной прибыли каждая организация и индивидуальные предприниматели должны выбрать подходящую для их структуры бизнеса метод учета товаров, который в свою очередь влияет на систему управления запасами и финансовые потоки. На современном цифровом рынке, где наблюдается тенденция к размещению товаров на маркетплейсах для дальнейшей розничной торговли, ужесточается конкуренция среди продавцов, поэтому особенно важно выстроить правильную организацию учета товара, так как учет в свою очередь влияет на экономическую устойчивость бизнеса [1, 2, 3].

Немаловажным элементом для понимания эффективности выстроившейся системы учета товарных запасов является и комплексный анализ товаров и их движения. Благодаря комплексному анализу движения товаров экономический субъект может выявить проблемные места, требующие оптимизации. Проблемные места могут выявляться при наличии неэффективных участков логистических цепочек, неоправданно высоких затратах на складирование, хранение и транспортировку товарных запасов. Своевременное выявление ошибок в учете и в организации экономического процесса позволяют выявить потери и излишки до критических последствий, которые могут привести не только к значительной потере прибыли, но и в конечном счете к банкротству.

Учет и анализ движения товаров являются важными элементами в функционировании экономического субъекта, влияющими на его перспективное развитие,

в том числе, особенности организации бухгалтерского учета современных малых предприятий [4, 5, 6], вопросы развития малого и среднего бизнеса [7, 8, 9], проблемы изменения бизнеса, направления их выявления, а также их анализ [10, 11, 12], движение товаров сопряжено с учетом и формированием затрат экономического субъекта, а также его взаимодействием с контрагентами [13, 14, 15], важные аспекты управления системными изменениями предпринимательской среды [16, 17].

Цель исследования — комплексное изучение системы управления товарными запасами и анализа применяемых налоговых режимов на примере условного субъекта малого предпринимательства для выявления ключевых взаимосвязей, проблемных зон и разработки практических рекомендаций по оптимизации учета, минимизации налоговой нагрузки и повышению общей финансовой устойчивости бизнеса в условиях динамичной рыночной среды и меняющегося законодательства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовались методы сравнительного, финансового управленческого, коэффициентного, SWOT-анализа, метод себестоимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследовании проанализирован учет товаров, а также система налогообложения условного предпринимателя, деятельность которого заключается в оптовой и розничной торговле строительными материалами.

В структуре экономического субъекта задействованы три наемных работника: два продавца-консультанта и один главный бухгалтер, который занимается большинством административных задач,

то есть ведение учета, проведение инвентаризации, контроль над поставками товаров, работой продавцов. Разгрузка товаров осуществляется силами сторонней организации, так как товар зачастую является крупногабаритным и требует профессиональной помощи для доведения товаров до места сбыта. Доставка товаров производится за счет поставщиков. Оплата труда работников осуществляется в рамках трудового законодательства, с удержанием обязательных налогов и взносов во внебюджетные фонды. Информация о заработной плате является конфиденциальной и не может быть раскрыта в рамках научного исследования. Индивидуальный предприниматель является субъектом малого и среднего предпринимательства на основании Федерального закона от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [ист. 2] и подходит под критерии, описанные в ФЗ: небольшая среднесписочная численность работников — 3 человека, а также прибыль за календарный год не превышает 120 млн руб.

Статус малого предпринимательства дает возможность применения упрощенных способов ведения бухгалтерского учета, которые позволяет вести учет по укрупнённым статьям и освобождает от обязательного формирования полного пакета бухгалтерской отчетности, включающий в себя в соответствии с ФСБУ 4/2023 [ист. 3] бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, а также приложения к ним. В упрощенный состав бухгалтерской отчетности по-новому ФСБУ включается только бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах.

В Российской Федерации все индивидуальные предприниматели и другие субъекты бизнеса обязаны платить нало-

ги. Индивидуальный предприниматель имеет упрощенную систему налогообложения со ставкой налога на прибыль 6 % для доходов, которые осуществляются по коду ОКВЭД 46.73.6 — оптовая торговля строительными материалами. Налоговый кодекс в главе 26.2 [ист. 4] раскрывает подробную информацию о критериях, которым должен соответствовать экономический субъект, применяющий упрощенную систему налогообложения, объект, порядок определения доходов и расходов и так далее. Объектом налогообложения у ИП — «доходы минус расходы». Преимуществом выбранной системы налогообложения является возможность включения в состав расходов не только стоимость приобретённых товаров, но и другие затраты, непосредственно связанные с ведением предпринимательской деятельности, включая оплату труда, отчисления во внебюджетные фонды, арендные платежи и услуги по разгрузке крупногабаритного товара.

Деятельность, приносящая доходы от розничной торговли, облагается по патентной системе налогообложения. Патентная система налогообложения 24 (ПСН) представляет собой специальный налоговый режим, предусмотренный главой 26.5 Налогового кодекса Российской Федерации [ист. 4]. Данный режим позволяет использовать фиксированный размер налога, устанавливаемый исходя из потенциально возможного годового дохода, определяемого налоговыми органами на основании регионального законодательства. Налоговая нагрузка по патентной системе не зависит от фактически полученного дохода, что позволяет предпринимателю более точно планировать свои финансовые потоки. Право на применение патентной системы налогообложения предоставляется исключительно

но индивидуальным предпринимателям, и только в том случае, если среднесписочная численность работников не превышает 15 человек, а годовой доход по каждому из видов деятельности, включённому в ПСН, не превышает 60 млн руб.

Перечень видов деятельности, допускаемых к применению патента, приведён в статье 346.43 НК и включает, в том числе, розничную торговлю. Размер налога по патенту рассчитывается по формуле, установленной в пункте 1 статьи 346.51 НК РФ [ист. 4], и представляет собой 6 % от потенциально возможного годового дохода. При использовании ПСН индивидуальный предприниматель освобождается от обязанности представления налоговой декларации, что значительно снижает административную нагрузку. Вместе с тем предприниматель обязан вести книгу учёта доходов, которая может быть запрошена налоговыми органами при проведении контрольных мероприятий.

Документооборот в торговой деятельности организован в соответствии с требованиями Федерального закона № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» [ист. 5], а также нормативами по оформлению первичных учетных документов. Приемка товаров на склад сопровождается оформлением товарных накладных (форма ТОРГ-12) и актов о разгрузке. Учет движения товаров ведется в разрезе приходных и расходных операций, с обязательным отражением соответствующих первичных документов, в том числе кассовых и складских.

В собственности индивидуального предпринимателя есть торговое оборудование, один монитор, системный блок, принтер, кассовое оборудование, но из-за малоценности объектов главным бухгалтером было принято решение не учитывать перечисленное в качестве

основных средств. По строке запасы отражены товары, предназначенные для продажи. Также ИП имеет дебиторскую задолженность в размере 4 000 руб. и кредиторскую — 88 000 руб. Нераспределенная прибыль за 2024 год составила 633 000 руб.

Учет остатков на конец отчетного периода осуществляется на основании данных инвентаризации, проводимой не реже одного раза в год. Проведение инвентаризации регламентируется приказом Минфина России от 29.07.1998 N 34н [ист. 6], а также положениями учетной политики предпринимателя. Ответственным за проведение инвентаризации и корректность учета остатков является главный бухгалтер, в обязанности которого также входит формирование и подача отчетности, предусмотренной для субъектов малого бизнеса.

Особенностью учета в данном случае является применение метода оценки по средней себестоимости. В соответствии с требованиями ФСБУ 5/2019 [ист. 7], этот метод предполагает расчет средней стоимости единицы товара при каждом поступлении, что позволяет нивелировать колебания закупочных цен и обеспечить объективное формирование себестоимости реализуемых товаров. Дополнительно в расчет включаются затраты на разгрузочные работы, которые производятся привлеченными грузчиками. Указанные услуги рассматриваются как прямые расходы и входят в состав фактической себестоимости приобретённых товаров.

Услуги грузчиков включаются в состав затрат на приобретение товаров и, соответственно, формируют себестоимость реализуемой продукции. Учет движения товаров ведется без применения учетных цен. Все факты хозяйственной жизни ИП

фиксируются в специализированном программном продукте 1С.

Индивидуальный предприниматель не имеет право на налоговый вычет, так как деятельность субъекта не облагается НДС.

У индивидуального предпринимателя есть контрольно-кассовая техника для оплаты при помощи системы эквайринга.

Финансовый результат по итогам отчетного периода отражается на счете 99 по дебету — в случае убытка и по кредиту — в случае прибыли. Учет торговой наценки ведется без использования счета 42, результат от продажи товаров, то есть разница между продажной и фактической себестоимостью товаров, отражается на счете 90. Индивидуальный предприниматель больше не имеет отличительных особенностей в учете и сложных моментов из-за использования упрощенной системы ведения учета.

Для оценки эффективности управления запасами принято считать коэффициент оборачиваемости товарных запасов. По условным данным, за 2023 год себестоимость реализованных товаров составила 9 693 тыс. руб., а за 2024 год — 5 081 тыс. руб. Стоимость товарных запасов на начало 2024 года составила 629 тыс. руб., а на конец периода — 708 тыс. руб. Для того, чтобы рассчитать коэффициент оборачиваемости запасов используется следующая формула:

$$K_{об} = \frac{C/c_p}{\text{Средняя величина запасов}}, \quad (1)$$

где $K_{об}$ — коэффициент оборачиваемости, C/c_p — себестоимость реализованных товаров.

Путем подстановки условных значений отчетности субъекта найден коэффициент оборачиваемости запасов:

$$K_{об} = \frac{5\,081}{(629 + 708) / 2} = 7,6 \text{ оборотов}$$

Коэффициент достаточно высокий и свидетельствует о том, что субъект реализует товары с высокой частотой, избыточность товара достаточно низкая, то есть индивидуальный предприниматель не удерживает запасы на складе, а быстро их реализует.

Для выявления направления оптимизации менеджмента товаров проведен SWOT-анализ, результаты которого представлены в табл. 1. «SWOT-анализ помогает определить причины, по которым компания на рынке действует эффективно или неэффективно» [18].

По результатам анализа были выявлены факторы, которые ставят под угрозу деятельность условного субъекта. Однако необходимо отметить, что индивидуальный предприниматель зависим от постоянных поставщиков товара, у него нет альтернативных контрагентов, которые могли бы поставлять товар, от этого, соответственно деятельность компании находилась в режиме волатильности, так как в силу погодных условий, перебоев с поставкой и так далее интенсивность продаж изучаемого субъекта падала. Исследование также показало, что в период изучаемого отчетного года были выявлены резкие скачки спроса на определенные группы товаров. Так, весной спрос повышался на краску и именно такие товары были более рентабельными, но при этом в зимний и летний период спрос был непредсказуем, что затруднило планирование закупки разных видов товаров, некоторые из которых могли залеживаться на складе и потерять свои качественные характеристики.

В квадранте «Возможности» (см. табл. 1) раскрыты пути оптимизации управления движения товаров и повышения их оборо-

Таблица 1. SWOT-анализ деятельности индивидуального предпринимателя
Table 1. SWOT analysis of the activities of an individual entrepreneur

Сильные стороны	Слабые стороны
Эффективное управление товарными запасами, нормальная оборачиваемость	Зависимость от поставщиков в части доставки товаров
Отсутствие избыточных запасов, что минимизирует затраты на хранение и снижает риски обесценивания	Сложности в планировании запасов в случае резких изменений рыночного спроса
Применение метода средней себестоимости, что позволяет более точно учитывать затраты на товар	Ограниченный ассортимент товаров на складе, что может ограничить выбор для клиентов
Возможности	Угрозы
Внедрение систем автоматизированного учета для улучшения планирования	Колебания рыночного спроса могут повлиять на объемы продаж и запасы
Расширение ассортимента товаров для привлечения большего числа клиентов	Увеличение цен на строительные материалы у поставщиков, что может повлиять на прибыльность
Оптимизация логистики и складирования для сокращения времени на разгрузку и улучшения оборота запасов	Усиление конкуренции в сфере розничной торговли строительными материалами
Использование инструментов аналитики для более точного прогнозирования спроса и оптимизации товарных запасов	Проблемы с качеством товаров или недовольство клиентов, что может привести к возвратам и снижению доверия к бизнесу

Источник: составлено автором на основе [ист. 8]

Source: compiled by the author based on [source 8]

чиваемости. Во избежание риска наличия товаров, которые остаются без движения в течение отчетного периода, предпринимателю стоит разработать свою систему, позволяющую отслеживать самые популярные позиции в ассортименте.

Как показал SWOT-анализ, бизнес сталкивается с рядом вызовов, включая зависимость от поставщиков, сезонные колебания спроса и усиление конкуренции. Кроме того, совмещение двух налоговых режимов, несмотря на свои преимущества, создает дополнительную

сложность в учете и требует постоянного контроля за соблюдением лимитов по доходам и численности. Грядущие изменения в законодательстве, в частности, рост фиксированных страховых взносов с 2026 года и усиление цифрового контроля со стороны налоговых органов, могут существенно повлиять на финансовую устойчивость малого и среднего бизнеса.

Выбор оптимальной системы налогообложения для индивидуального предпринимателя является одной из ключевых финансовых задач, ошибка в решении кото-

рой может уменьшить всю операционную эффективность, достигнутую за счет грамотного управления запасами. Несмотря на существование упрощенных режимов, предприниматель сталкивается с рядом сложностей. Лимиты по доходам и численности работников для применения УСН и патента ежегодно индексируются, а их нарушение влечет принудительный переход на общую систему налогообложения с начала года, что создает серьезные административные и финансовые риски. В этой связи предпринимателю необходимо постоянно прогнозировать свои показатели, чтобы не выйти за установленные рамки. Как видно на примере исследуемого ИП, одна часть деятельности — опт — может эффективно работать на УСН «Доходы минус расходы», а другая — розница — на патенте. Однако разделение учета, необходимость отслеживать лимиты по двум режимам и сложность оценки общего финансового результата увеличивают нагрузку на бухгалтерию и повышают риск ошибок, что в свою очередь требует автоматизации процесса.

Экономическая политика государства демонстрирует устойчивый тренд на увеличение налогового бремени для бизнеса, что напрямую влияет на чистую прибыль и денежные потоки. С 2026 года вступают в силу изменения, которые окажут существенное влияние на деятельность ИП. С 1 января 2026 года произошла индексация фиксированных страховых взносов. Их размер будет привязан не к одному МРОТ, а рассчитываться исходя из медианной зарплаты по стране, что приведет к их значительному росту. По оценкам, максимальная сумма взносов может превысить 320 тыс. руб. в год. Для ИП с небольшим оборотом это станет серьезным ударом по рентабельности. Таким образом, Ключевой будущей угрозой фи-

нансовой устойчивости выступает резкое увеличение фиксированных страховых взносов с 2026 года.

Намечаются и изменения для налога на профессиональный доход (НПД), расширяется перечень видов деятельности для самозанятых, однако одновременно с этим обсуждается введение новых ограничений и контрольных мер, что может сделать режим менее привлекательным. Налоговые органы активно внедряют цифровые технологии и системы аналитики для контроля транзакций, например, систему «Честный ЗНАК», что повышает требования к корректности оформления всех операций и увеличивает риски штрафов даже для добросовестных предпринимателей. Для малого и среднего бизнеса грядущие изменения означают снижение финансовой устойчивости. Резкий рост фиксированных расходов в виде страховых взносов сократит маржу, особенно в периоды сезонного спада продаж. Это потребует либо повышения цен, что влечет за собой риск потерять клиентов, либо сокращения других издержек, например, инвестиций в маркетинг или обновление ассортимента, что может затормозить развитие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование деятельности условного индивидуального предпринимателя, специализирующегося на оптовой и розничной торговле строительными материалами, показало эффективность управления товарными запасами. Система учета и анализа движения товаров, основанная на методе средней себестоимости, позволила субъекту достичь высокой оборачиваемости запасов, минимизировать затраты на хранение и снизить риски обесценения. Применение упрощенной системы налогообложения для оптовой

деятельности и патентной системы для розничной торговли в текущих условиях обеспечивает приемлемую налоговую нагрузку и снижает административные издержки за счет упрощенной отчетности.

Для сохранения и повышения эффективности предпринимателю необходимо не только поддерживать текущие эффективные практики управления запасами, но и активно внедрять инструменты аналитики для прогнозирования спроса,

диверсифицировать поставщиков и регулярно оценивать соответствие выбранной системы налогообложения изменяющимся экономическим условиям и собственным операционным показателям. Успешное сочетание гибкого товарного менеджмента и взвешенной налоговой стратегии остается ключевым фактором обеспечения долгосрочной конкурентоспособности и устойчивости в условиях динамичной рыночной среды.

ВКЛАД АВТОРОВ

В.Е. Андрианова — концептуализация, методология, создание рукописи и ее редактирование.

О.В. Шнайдер — проведение исследования, создание черновика рукописи.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Victoria E. Andrianova — conceptualization, methodology, writing — review & editing.

Olga V. Schneider — investigation, writing — original draft.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have n conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Nuzhna O., Derevianko S., Hurenko T. et al. Accounting, analytical and financial support for making management decisions of the enterprise. *Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade*. 2024;17(se3):306-316. <https://doi.org/10.14571/brajets.v17.nse3.306-316>. EDN: HZBLLD.
2. Poyda-Nosyk N., Borkovska V., Bacho R. et al. The role of digitalization of transfer pricing in the company's management accounting system. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*. 2023;17(1):176-185. <https://doi.org/10.33094/ijaefa.v17i1.1096>. EDN: OENULB.
3. Poprozman N., Borkovska V., Balla I. et al. The role of accounting in ensuring the financial stability of enterprises. *Development Economics*. 2025;24(1):107-117. <https://doi.org/10.63341/econ/1.2025.107>. EDN: QZUYMC
4. Шнайдер В.В., Бле Н.А. Особенности организации бухгалтерского учета современных малых предприятий в условиях изменений законодательства. *Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика*. 2022;18(2):22-24. EDN: WVSHPG
Schneider V.V., Ble N.A. Features of the organization of accounting of modern small enterprises in the context of changing legislation. *Bulletin of the Volga Region State University of Service. Series: Economics*. 2022;18(2):22-24.

5. Куприянова Л.М., Шнайдер В.В. О формирование достоверной информации в финансовой отчетности. *Экономика. Бизнес. Банки*. 2022;(1):95-104. EDN: CWGKRZ
Kupriyanova L.M., Schneider V.V. On the formation of reliable information in financial statements. *Economics. Business. Banks*. 2022;(1):95-104.
6. Шлычков Д.С. Цифровизация бухгалтерской информации в системе управления экономическим субъектом. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2025;9(12):40-46. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.12.09.006>
Shlychkov D.S. Digitalization of accounting information in the management system of an economic entity. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2025;9(12):40-46. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.12.09.006>
7. Никифорова Е.В., Бариленко В.И., Музалев С.В. Аналитическое обоснование поддержки развития приоритетных отраслей российской экономики. *РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция*. 2022;(2):27-37. <https://doi.org/10.56584/1560-8816-2022-2-27-37>. EDN: OGWAEI
Nikiforova E.V., Barilenko V.I., Muzalev S.V. Analytical substantiation of support for the development of priority sectors of the Russian. *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*. 2022;(2):27-37. <https://doi.org/10.56584/1560-8816-2022-2-27-37>
8. Боровицкая М.В., Шнайдер О.В. Кактуальным вопросам приоритетных направлений и подходов к развитию МСП в моногородах. *Экономические науки*. 2023;(223):95-103. <https://doi.org/10.14451/1.223.95>. EDN: SOXRJL
Borovitskaya M.V., Schneider O.V. On current issues of priority areas and approaches to the development of SMEs in single-industry towns. *Economic sciences*. 2023;(223):95-103. <https://doi.org/10.14451/1.223.95>
9. Никифорова Е.В., Нарбут В.В. Анализ основных барьеров деловой активности предприятий в условиях санкционных ограничений. *Экономические науки*. 2025;(243):260-267. <https://doi.org/10.14451/1.243.260>. EDN: XLIOAG
Nikiforova E.V., Narbut V.V. Analysis of barriers to business activity under sanctions conditions. *Economic Sciences*. 2025;(243):260-267. <https://doi.org/10.14451/1.243.260>
10. Бариленко В.И. Мониторинг, анализ и оценка изменений бизнеса. *РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция*. 2025;(3):194-200. <https://doi.org/10.56584/1560-8816-2025-3-194-200>. EDN: NGPXNO
Barilenko V.I. Monitoring, Analysis, and Assessment of Business Changes. *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*. 2025;(3):194-200. <https://doi.org/10.56584/1560-8816-2025-3-194-200>
11. Петров А.М. Анализ предпринимательской деятельности: основные проблемы и пути их решения. *Экономические науки*. 2024;(238):170-173. <https://doi.org/10.14451/1.238.170>. EDN: AQXILV
Petrov A.M. Analysis of Entrepreneurial Activity: Main Problems and Solutions. *Economic Sciences*. 2024;(238):170-173. <https://doi.org/10.14451/1.238.170>
12. Трифонова В.К., Кеворкова Ж.А. Практика применения методического инструментария процессного подхода при определении эффективности бизнес-процессов в целях организации внутреннего контроля. *Современная экономика: проблемы и решения*. 2024;(10):146-157. <https://doi.org/10.17308/meps/2078-9017/2024/10/146-157>. EDN: DAZBSI

- Trifonova V.K., Kevorkova Zh.A. The practice of applying the methodological tools of the process approach in determining the effectiveness of business processes for the purpose of organizing internal control. *Modern Economy: Problems and Solutions*. 2024;(10):146-157. <https://doi.org/10.17308/meps/2078-9017/2024/10/146-157>
13. Гордова М.А. Зарубежный опыт управления затратами и его использование в России. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2022;3(6):22-27. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.06.03.003>. EDN: VCXREI
Gordova M.A. Foreign experience in cost management and its use in Russia. *Economy and Management: Problems, Solutions*. 2022;3(6):22-27. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2022.06.03.003>
14. Листопад Е.Е. Основы учета расчетов по договорам хозяйственной деятельности. *Экономические науки*. 2023;(220):25-27. <https://doi.org/10.14451/1.220.25>. EDN: EUPHHI
Listopad E.E. Fundamentals of accounting for settlements under business contracts. *Economic sciences*. 2023;(220):25-27. <https://doi.org/10.14451/1.220.25>
15. Ишкулова Г.Р., Мурзагалина Г.М. Рекомендации по эффективному управлению затратами. *Экономика и социум*. 2018;(1):1147-1150. EDN: YVIVCS
Ishkulova G.R., Murzagalina G.M. Recommendations for effective cost management. *Economy and Society*. 2018;(1):1147-1150.
16. Сухарев Ю.В., Лазарева Н.В., Захожая А.А. и др. Исследование экономики предпринимательства в торговле: монография. Москва: Русайнс. 2021.99с. ISBN 978-5-4365-6601-6. EDN: JKJIB
Sukharev Yu.V., Lazareva N.V., Zakhzhaya A.A. et al. Of the economics of entrepreneurship in trade: monograph. Moscow: Rusains. 2021.99с. ISBN 978-5-4365-6601-6.
17. Орлова Е.А., Суглобова С.А. Анализ налоговой нагрузки предприятий малого и среднего бизнеса в разрезе субъектов РФ. *Российский журнал менеджмента*. 2025;13(10):119-130. <https://doi.org/10.29039/2500-1469-2025-13-10-119-130>. EDN: BETGZV
Orlova E.A., Suglobova S.A. Analysis of the tax burden of small and medium-sized businesses by constituent entities of the Russian Federation. *Russian Journal of Management*. 2025;13(10):119-130. <https://doi.org/10.29039/2500-1469-2025-13-10-119-130>
18. Шнайдер В.В. SWOT-анализ и его значение при формировании экономической диагностики субъекта хозяйствования. *Гуманитарные балканские исследования*. 2021;5(1):41-43. <https://doi.org/10.34671/SCH.HBR.2021.0501.0008>
Schneider V.V. SWOT analysis and its importance in the formation of economic diagnostics of a business entity. *Humanitarian Balkan Research*. 2021;5(1):41-43. <https://doi.org/10.34671/SCH.HBR.2021.0501.0008>

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ / SOURSES

1. Розничная торговля и общественное питание. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya> (дата обращения: 20.02.2026).
Retail trade and catering. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya> (access date: 20.02.2026).
2. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144 (дата обращения: 20.02.2026).

Federal Law "On the Development of Small and Medium-sized Enterprises in the Russian Federation". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144 (access date: 20.02.2026).

3. Приказ «Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_472684/552e4f85ef02bf4fd75d2ee6d478849e354d4dc9 (access date: 20.02.2026).

Order "On approval of the Federal Accounting Standard FSB 4/2023 "Accounting (Financial) Statements". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_472684/552e4f85ef02bf4fd75d2ee6d478849e354d4dc9 (access date: 20.02.2026).

4. Налоговый кодекс Российской Федерации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671 (дата обращения: 20.02.2026).

The Tax Code of the Russian Federation. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671 (access date: 20.02.2026).

5. Федеральный закон «О бухгалтерском учете». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855(дата обращения: 20.02.2026).

Federal Law "On Accounting". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855 (access date: 20.02.2026).

6. Приказ Минфина России «Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_20081 (дата обращения: 20.02.2026).

Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation "On Approval of the Regulations on Accounting and Financial Reporting in the Russian Federation". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_20081 (access date: 20.02.2026).

7. Приказ «Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 5/2019 «Запасы». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348523/18ae7e0209c0fcd71bb531b56fe671a1c9e61af4 (дата обращения: 20.02.2026).

Order "On approval of the Federal Accounting Standard FSB 5/2019 "Reserves". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_348523/18ae7e0209c0fcd71bb531b56fe671a1c9e61af4 (access date: 20.02.2026).

8. SWOT-анализ: как бизнесу найти точки роста, зная свои силы и слабости. URL: https://allo.tochka.com/swot?ysclid=mm4sq6czwt258150814&utm_campaign=y_swot%3Fysclid%3Dmm4sq6czwt258150814 (дата обращения: 20.02.2026).

SWOT analysis: how can a business find growth points, knowing its strengths and weaknesses? URL: https://allo.tochka.com/swot?ysclid=mm4sq6czwt258150814&utm_campaign=y_swot%3Fysclid%3Dmm4sq6czwt258150814 (access date: 20.02.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Шнайдер, к.э.н., доцент, ФГОБУ ВО «Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5985-0243>; e-mail: ovshnajder@fa.ru

Виктория Евгеньевна Андрианова, ФГОБУ ВО «Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3961-8460>; e-mail: jkw89034@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Schneider, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Finance University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5985-0243>; e-mail: ovshnajder@fa.ru

Victoria E. Andrianova, Finance University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3961-8460>; e-mail: jkw89034@gmail.com

Поступила / Received 26.02.2026

Принята / Accepted 27.03.2026

Наукометрия и библиометрия /
Scientometrics and bibliometrics

Original article / Оригинальная статья

УДК [303.6+303.7]:001.8

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.23>**Analysis of the use of author keywords and IEEE terms
in IEEE Xplore to identify data current research topics
in energy technology and existing limitations****Boris N. Chigarev** ✉*Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences
3, Gubkina str., Moscow, 119333, Russian Federation*✉ bchigarev@ipng.ru

Abstract. *Relevance.* The study analyzes the topic of increasing energy consumption by AI systems, especially in training large models, which places pressure on energy infrastructures. *The aim of this study* is to analyze the limitations in the use of author keywords and IEEE terms presented in the corresponding fields of bibliometric records in the IEEE Xplore database on the topic of energy technologies. *Materials and methods.* The material under study consisted of 12,000 bibliometric records exported from the IEEE Xplore database from 2020 to 2025. Of these records, 6,000 were conference materials and 6,000 were journal articles. *Results.* The identified research highlights major trends in smart energy systems, emphasizing the integration of IoT, AI, and machine learning for enhanced operation and predictive maintenance. Key focus areas are smart microgrids, hydrogen energy storage, and electric transport/battery systems. A format is proposed for additional conclusions and recommendations on each issue under consideration, formulated in a semi-formal but clear descriptive style. *Conclusion.* The publications reflect a strong emphasis on cybersecurity, data privacy, and addressing economic and accessibility issues. Furthermore, research involves advanced topics like mathematical modeling, innovative components (e. g., varactor diodes), and thermal management to improve energy efficiency and ensure safe, modern energy infrastructure, particularly in applications like smart cities. *Future research* suggests utilizing the IEEE thesaurus to analyze publication trends based on term frequency in titles and abstracts.

Keywords: energy technologies; IEEE Xplore; bibliometric records; author keywords; IEEE terms; topic analysis

Funding. The work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (State Assignment No. 125021302095–2).

For citation: Chigarev B.N. Analysis of the use of author keywords and IEEE terms in IEEE Xplore data to identify current research topics in energy technology and existing limitations. *Information and Innovations*. 2026;21(1):65-91. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.23>

Анализ использования авторских ключевых слов и терминов IEEE в данных IEEE Xplore для определения актуальных тем исследований в области энергетических технологий и существующих ограничений

Б.Н. Чигарев ✉

*Институт проблем нефти и газа РАН
ул. Губкина, дом 3, г. Москва, 119333, Российская Федерация
✉ bchigarev@ipng.ru*

Аннотация. *Актуальность.* Исследование анализирует тему увеличения потребления энергии системами ИИ, особенно при обучении крупных моделей, что создает нагрузку на энергетическую инфраструктуру. *Целью* исследования является анализ ограничений в использовании авторских ключевых слов и терминов IEEE, представленных в соответствующих полях библиометрических записей в базе данных IEEE Xplore по теме энергетических технологий. *Материалы и методы.* Исследуемый материал состоял из 12 000 библиометрических записей, экспортированных из базы данных IEEE Xplore с 2020 по 2025 годы. Из этих записей 6 000 были материалами конференций, а 6 000 — статьями из журналов. *Результаты.* Проведенное исследование подчеркивает основные тенденции в умных энергетических системах, акцентируя внимание на интеграции IoT, ИИ и машинного обучения для улучшенной работы и профилактического обслуживания. Ключевыми направлениями являются умные микросети, водородные системы хранения энергии и системы электрического транспорта/аккумуляторов. Предложен формат дополнительных выводов и рекомендаций по каждому рассматриваемому вопросу, сформулированных в полуофициальном, но ясном описательном стиле. *Заключение.* Публикации отражают сильный акцент на кибербезопасности, конфиденциальности данных и решении экономических и проблемы доступности. Кроме того, исследования охватывают передовые темы, такие как математическое моделирование, инновационные компоненты (например, варикапные диоды) и управление теплотерями для повышения энергоэффективности и обеспечения безопасной, современной энергетической инфраструктуры, особенно в таких приложениях,

как умные города. Будущие исследования предполагают использование тезауруса IEEE для анализа тенденций публикаций на основе частоты употребления терминов в заголовках и аннотациях.

Ключевые слова: энергетические технологии; IEEE Xplore; библиометрические записи; авторские ключевые слова; IEEE terms; тематический анализ

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания ИПНГ РАН (тема № 125021302095–2).

Для цитирования: Чигарев Б.Н. Анализ использования авторских ключевых слов и терминов IEEE в данных IEEE Xplore для определения актуальных тем исследований в области энергетических технологий и существующих ограничений. *Информация и инновации*. 2026;21(1):65-91. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2026.23>

INTRODUCTION

Relevance of the study. Brief literature review

Justification for choosing IEEE Xplore as a source of bibliometric data and the importance of technology for the energy sector

The explosive growth in energy consumption by artificial intelligence systems requires the development of technologies in the energy sector. Training and launching large artificial intelligence models, such as GPT, requires significant computing resources, which leads to an increased load on data centers. The use of energy-intensive equipment, such as graphics processing units and specialized accelerators, places unprecedented demands on energy systems. As a result, high energy consumption has become one of the key constraints on the development and scaling of artificial intelligence technologies.

IEEE Xplore was selected for analyzing bibliometric data in the field of energy technologies due to its focus on relevant disciplines, in particular electrical engineering and computer science, which correspond to energy technologies such as smart grids, converters, renewable energy sources, and energy storage. The high quality of its peer-reviewed publications makes it a benchmark in the field of engineering. In addition, IEEE Xplore provides comprehensive coverage of both journal articles and conference proceedings. Access to the database is open and allows for the export of bibliometric records.

To avoid bias and demonstrate the significance of the issue under consideration, let us cite examples of publications that reflect the importance of IEEE-related technologies and the estimated costs of their implementation.

5G is a transformative technology with superior technical characteristics, support-

ing innovative services and products across the economy, potentially adding \$1 trillion to global GDP by the end of the decade [1].

5G technology can generate millions of jobs across various sectors, requiring a comprehensive study among engineering, business, and economists. Mobile networks can transform from social media to a pillar in economic growth [source 1].

The Internet of Things (IoT) market in additive and advanced manufacturing is expected to reach USD 1742.8 billion by 2030, growing at a CAGR of 20.47 % from 2022 to 2030, enhancing real-time data collection, quality control, predictive maintenance, and efficient inventory management [2].

IoT, or is expected to revolutionize various sectors, with an estimated 350 billion devices by 2030, contributing to 14 % of global GDP [source 2].

The research [source 3] explores the impact of Industrial Internet of Things (IIoT) projects on industrial efficiency and the world economy, focusing on the role of IoT in the Industrial Revolution. It examines the advantages, impact, and projected consequences of IIoT, as well as the implementation of IIoT projects in Russia and foreign markets.

The study [3] evaluates the economic feasibility of three transition strategies - wind and solar power, nuclear power, and fossil fuel power with carbon capture and storage. It reveals that the high wind and solar pathway is the most cost-effective, with cumulative costs ranging between 5.07 and 5.26 trillion USD. The high nuclear and high CCS pathways are significantly more expensive, with costs rising to 6.31 and 8.21 trillion USD, respectively. This study highlights the need for a comprehensive analysis of transition strategies.

The World Economic Forum predicts that blockchain could generate 3.1 trillion in eco-

conomic value by 2030, but adoption remains low, particularly among small and medium-sized enterprises. High initial costs, regulatory ambiguities, and technical knowledge barriers hinder its adoption. However, overcoming these challenges could improve security, speed up trade, and reduce transaction costs [source 4].

The study [4] predicts significant shifts in employment patterns, regulatory challenges, and societal structures due to the transformative potential of AI. It predicts AI-induced unemployment reaching 40-50 %, outpacing existing governance frameworks, and exacerbates economic inequalities. However, a 10 % probability suggests governments and societies are not prepared to manage these risks.

The global economy is vulnerable to macroeconomic disruptions, affecting operations and supply chain management systems. Advanced technologies like blockchain, AI, and quantum computing can enhance transparency but also introduce risks. A systemic approach is needed to integrate these technologies [5].

Generative AI's rapid advancements, driven by potential benefits, have negative environmental impacts. The current focus on efficiency enhancements instead of sustainability is unsustainable. Balancing innovation with sustainability is crucial for businesses, the economy, and the planet. Integrating environmental impact assessments, promoting sustainable AI models, and collaborating across diverse stakeholders is essential for advancing sustainable AI practices [6].

The examples above show that energy is fundamental to the electronic systems and devices studied by IEEE in areas such as smart grids, the Internet of Things, and artificial intelligence. This underscores the importance of energy technologies in all areas

of IEEE's activities, which serve as an important foundation for digital transformation and sustainable development.

The second objective of this study is to conduct a preliminary analysis of keyword significance. The selection of keywords is essential for accurately and completely describing the subject under study. Keywords act as filters that shape the researcher's understanding of the topic; errors in keyword selection can distort conclusions.

Reasons why choosing keywords for thematic analysis is important

The topic of keywords, especially author keywords, has been discussed for decades. In my opinion, the issue is discussed most specifically in publication [7], in which the author points out that readers decide to read the article based on the actual keywords in the title, rather than the list of author keywords. To make sure that the article is relevant to their research or of interest to them, they read the abstract.

The examples below illustrate the limited usefulness of author keywords for analyzing publication topics and collecting publications on a given topic.

The study [8] analyzes the role of author keywords in scientific articles and their descriptors in various databases. A comparison of 1080 articles with the descriptors revealed that 64.96 % of the authors' keywords in the IME database match the descriptors or do so after normalization, while 60.48 % in ISOC and 58.18 % in ICYT match the descriptors. Note: An English version of the article is available at <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/165>. Database names are retained as they appear in the abstract. For our research, numerical estimates are important.

The study [9] reveals that author keywords are found in titles, abstracts, and both titles and abstracts at 31 %, 52.1 %, and 56.7 %, respectively. Author-selected keywords are

found in references and high-frequency keywords at 41.6 % and 56.1 %, respectively. Core authors' keywords appear less frequently in titles and abstracts, but more frequently in references and high-frequency keywords. Keywords in high-frequency keywords are positively associated with paper citation counts. Note that this article probably best illustrates the issue of key authorial words.

The study [source 5] examines the retrievability of author-provided keyphrases from scientific publications' abstracts using phrase-level matching. Results show that author-provided keyphrases are often not present in abstracts, with abstract coverage around 30 % in three datasets. Unsupervised methods achieve coverage of less than 20 %, indicating limited accuracy in identifying keywords. Note that this article confirms the results of the previous one and points out the limited application of unsupervised methods for keyword extraction.

The article [10] analyzes the presence of scientific article authors keywords in database descriptors. It found that 25 % of keywords appeared in the same form as descriptors, and 21 %, even after normalization, were still detected in the descriptors, indicating that almost 46 % of keywords are present in the descriptors. Also note the result that almost 46 % of the keywords are present in the descriptors is not significantly different from the previously announced results. An important addition to this work is the significance of keyword normalization.

Bibliometric analysis using literature from the Web of Science is gaining popularity for understanding scientific field structure [11]. Keywords Plus, a more descriptive term, is as effective as Author Keywords in analyzing knowledge structure, but less comprehensive in representing an article's content. Note that the statement that Keywords Plus are more descriptive but less comprehen-

sive suggests that to increase comprehensiveness, it is advisable to increase the size of the Keywords Plus dictionary.

The study [12] analyzed human-assigned keywords in neurological disorders publications and compared them with unsupervised and machine-algorithm-based extracted terms. It found that while author-provided keywords are crucial for readability, they lack specificity for in-depth analysis. The study suggested that machine learning algorithms, which are more compatible with unstructured data, could be a valid alternative to human-generated keywords for more accurate results. It should be noted that machine learning algorithms could be a valid alternative to human-generated keywords. The computational complexity of this approach should be taken into account. It is most rational to consider them as a supplement to the existing glossary of terms.

The paper [13] discusses the increasing availability of author keywords in biomedical journal articles, revealing that over 60 % of these keywords can be linked to a closely related indexing term, based on a comparative study of MEDLINE indexers' assignments. Also note 60 % is a really good result for such assessments.

The study [14] found that out of 955 keywords, 414 cases were repeated in titles, resulting in a 43 % match or overlap. However, the majority of these matches are due to specialized terminologies, with a ratio of 80.7 % of specialized keywords in titles to the total number of keywords. This suggests that users need domain-specific background knowledge to find relevant information. Using general terms in queries is unlikely to lead to successful results. Note that it would be useful to expand the results of this work to analyze the role of specialized terminologies in abstract texts.

The study [15] focuses on determining

the percentage of keywords in abstracts, with results for three journals being 48.81, 41.59, and 56.84 respectively. Note that it is fairly normal for abstract texts to contain only between 40–60 % keywords.

The brief literature review above makes it possible to identify the main limitations of using author keywords for in-depth text analysis.

The purpose of this study

This study aims to analyze the limitations of using a dictionary of keywords — Including both author-defined terms and IEEE terms — to determine the thematic structure of research in energy technology using the IEEE Xplore database. The paper presents valid examples of publications related to this topic, assesses the limitations associated with keywords from directly exported bibliometric records, and offers a suggestion for improvement to increase the completeness of topic descriptions by compiling a more relevant keyword dictionary.

One of the aims of the study is to propose a format for additional conclusions and recommendations on each issue under investigation, formulated in a semi-formal but personalized style.

Materials and methods

The material under study consisted of 12,000 bibliometric records from 2020 to 2025, exported from the IEEE Xplore database. Of these, 6,000 were conference materials and 6,000 — journal articles.

The data was obtained upon query: “(“Document Title”: energy) OR (“Abstract”: energy)) AND (“Document Title”: technology) OR (“Abstract”: technology)” to ieeexplore.ieee.org. The “Journals” and “Conferences” filters were used accordingly.

This study did not use any special programs; only SQL queries and string processing utilities, such as `grep`, were applied.

After each table, topical examples of publi-

cations on the subject described by the terms contained therein are provided. Following a brief description of the content of the selected publications, comments are provided in a semi-formal but personalized style.

Note: Due to the highly specialized nature of the terminology used in the abstracts of the sample publications, the intention was to preserve the original spelling of the terminology as much as possible. This may trigger a reaction from some anti-plagiarism software. However, altering the terminology could significantly distort the meaning of the referenced text. Therefore, one of the secondary tasks of this work was to practice an informal procedure for summarizing the texts of publication abstracts.

RESULTS AND DISCUSSION

Common remark for sections Conferences and Journals publications

After each Table containing keywords, there are examples of selected publications obtained by analyzing the corresponding abstracts. The search for the publications was focused on publications closely related to the listed keywords and was conducted using three open-access abstract databases: IEEE Xplore, ScienceDirect, and MDPI. The selection criteria for these sample publications included both citation frequency and publication date. The citation frequency of each work was confirmed by searching for the title on Google, which allowed us to accurately identify the most cited recent publications.

CONFERENCES PUBLICATIONS

IEEE Terms

General characteristics of IEEE Terms in bibliometric records of conference proceedings.

Of the total number of records, 6,000,304 records do not have IEEE Terms filled in.

The total number of unique IEEE keywords in the IEEE Terms field after lemmatization: 2938.

The total number of times IEEE Terms appeared in abstract texts: 106910.

The total number of unique IEEE Terms found in the abstract texts: 2191.

Percentage of unique IEEE Terms founded in the abstract texts among all unique IEEE Terms: $100 \times 2191 / 2938 = 74.6\%$.

The average number of times a unique IEEE Term appears in all abstracts: $106910 / 2191 = 48.8$.

To generate new requests for material collection, the most interesting terms are those that appear most frequently in publications, are taken from frequently cited publications, and appear in later publications. Examples of the 20 publications with the highest scores are presented in Tables 1–3.

Table 1. Top 20 IEEE Terms most frequently found in conference materials

Таблица 1. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE в материалах конференций

IEEE Terms	Count	IEEE Terms	Count
Renewable energy sources	1372	Power demand	352
Energy consumption	753	Photovoltaic systems	346
Energy efficiency	707	Power system stability	343
Costs	641	Sustainable development	324
Real-time systems	456	Simulation	323
Batteries	448	Internet of Things	302
Production	419	Smart grids	292
Optimization	389	Wireless sensor networks	272
Technological innovation	362	Reliability	271
Wireless communication	361	Stability analysis	270

Query. Find top-3 most cited peer-reviewed scientific publications described by keywords → *Renewable energy sources, Energy consumption, Energy efficiency, Costs, Real-time systems*. Published in 2020–2025 years.

The most frequently occurring terms in the general set of abstract texts reflect the most common and frequently discussed issues. Publications on such issues are not necessarily the most highly cited. There are simply many works on them, or they describe the general context of publications, for example, reflecting the relevance of the topic.

IoT can be used to monitor energy consumption in solar-powered buildings. Its purpose is to provide real-time data to support energy efficiency. A Wi-Fi-enabled device is proposed that allows daily and weekly energy consumption studies to be conducted, enabling consumers to implement energy-saving measures. This is an affordable solution, as traditional systems can be costly and complex [source 6].

The study [16] examines hydrogen energy storage (HES) systems for long-term and large-scale energy storage, focusing on their high energy density, long-term storage, and adaptability to the energy sys-

tem. It highlights system optimization challenges, energy management strategies, and economic viability, as well as emerging technologies such as artificial intelligence and machine learning. The study also discusses advances in battery technologies and HES methods.

The paper [17] evaluates the technical and economic impacts of a microgrid at the building level. It considers photovoltaic generation, battery energy storage, and electric vehicle use. Using real on-site data, it quantifies system efficiencies and provides insights into microgrid design and implementation. The study found that economic benefits depend on tariff variability, energy storage system costs, degradation, and equipment efficiency. Additionally, the study emphasizes the importance of real

on-site data in calculating overall asset efficiencies.

The topic of renewable energy is widely promoted at the political level and supported by incentives for investment. For the effective use of renewable energy, the key issues at present are solutions for large-scale energy storage and optimization of its distribution not only at the national level, but also at the local level. The most discussed solutions to these problems are the use of hydrogen generated by renewable sources and the introduction of smart microgrids capable of implementing efficient energy consumption and distribution in real time. It is assumed that the effective operation of microgrids will be achieved through the use of the Internet of Things. This is reflected in the above publications.

Table 2. Top 20 IEEE Terms related to the most cited conference materials

Таблица 2. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE, связанных с наиболее цитируемыми материалами конференций

IEEE_Terms	AVG	IEEE_Terms	AVG
Phase shifters	90	Bitcoin	22.5
Frequency division multiplexing	80	Metallization	22
Computer crashes	44	Passivation	22
Industrial control	44	Program processors	21
Malware	44	Aerospace control	20
Switched mode power supplies	28	Ground penetrating radar	20
IEEE 802.15 Standard	26	Sidelink	20
Precoding	24.5	Downlink	18.3
Quality of experience	24	Access control	18
Electron accelerators	23	Authorization	18

Note that AVG field is calculated as the average citation count of articles to which this term refers (Article_Citation_Count).

The table shows that terms related to engineering solutions are most frequently used in the most cited publications. The

first two terms, *Phase shifters*, *Frequency division multiplexing*, are more directly related to technical tasks, while the following terms, *Computer crashes*, *Industrial control* and *Malware*, refer to the reliability and security of their operation at the system level.

Below are examples of articles that use the first two terms from the table.

Phase shift spatial multiplexing has recently emerged as an effective multiple-input multiple-output technology with reduced radio frequency chains. The paper [18] proposes a new PSSM system with superposition coded modulation, which introduces a flexible extension of quadrature amplitude modulation (QAM) constellations in the baseband, significantly improving bit error rate performance.

The paper [19] investigates a novel, low RF-chain technique called phase-shifter-aided spatial multiplexing (PSSM) in the context of frequency-selective channels. Based on the concept of single-carrier frequency-domain equalization, the authors developed a message-passing detector tailored specifically for PSSM systems. This detector efficiently leverages prior constraints and handles the linear inverse problem by integrating belief propagation and expectation propagation.

The publications listed above refer to 2025; their citation rates have not yet been established.

The following publication is recommended for the second part of the listed keywords.

In order to ensure the resilience and security of the power grid, it is necessary to identify security vulnerabilities in power electronic devices. Fuzzing is an effective technique for detecting security flaws in software and firmware. It involves subjecting the system under test to a series of unexpected inputs, which can result in unexpected behavior, such as system crashes. However, new methods are needed to detect the unexpected behavior of power electronic devices during fuzzing. In [source 7] the authors verify the use of electromagnetic waves to detect silent system crashes in power electronic devices, with the aim of advancing fuzzing in this field.

According to IEEE Xplore, this article has been cited three times. This information is current as of September 27, 2025.

Table 3. Top 20 IEEE Terms related to the most recent conference materials
Таблица 3. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE, относящихся к материалам последних конференций

IEEE Terms	IEEE Terms
Electronic packaging thermal management	Superconducting microwave devices
Message services	Switched reluctance motors
Fly ash	Chip scale packaging
Streams	Phase locked loops
Root mean square	Biosensors
Transport protocols	Laser fusion
Space-air-ground integrated networks	Radio spectrum management
Phase change memory	Space missions
Sparse matrices	Space communications
Gravitational waves	Quantum cryptography

Due the highly specific nature of the terms listed in the table, here are some examples of recent publications that mention the term *Electronic packaging thermal management*.

The study [source 8] focuses on the preparation of high-performance graphite film/aluminum composites and diamond/aluminum composites for in-plane and isotropic high thermal conductivity requirements, exploring the impact of magnesium and silicon elements on thermal conductivity and mechanical characteristics.

Wireless technology and electronic device miniaturization have increased power density, posing challenges to thermal management. Efficient thermal interface materials (TIMs) are needed for stable thermal performance in compact devices. The 2025 review [20] analyzes TIMs used in electronic packaging cooling, focusing on nano-enhanced phase change materials (NePCMs) that combine high latent heat with superior thermal conductivity.

The article [21] was published on August 20, 2025. Its popularity was assessed based on the number of views it received. Current as of September 6. The use of wide band-gap semiconductors such as SiC and GaN offers effective methods for minimizing thermal losses caused by conduction losses in high-frequency switching topologies. Advancements in high-power density devices and innovative cooling systems like phase change materials and nanofluids show potential for enhanced heat dissipation in power electronics, with improved designs enabling more efficient thermal management.

The topic of electronic packaging thermal management is a classic one, and it can be assumed that *nano-enhanced phase change materials (NePCMs)* may serve as an emerging area of interest for research.

Author Keywords

The author's keywords could be spelled differently, so they had to be converted to lowercase, lemmatized. The text was cleaned up by removing various types of quotation marks, unnecessary punctuation, and symbols, such as copyright symbols. Different types of separators in complex words were converted to hyphens. The abstract texts underwent the same preparation. Some changes had to be made manually, for example, k-mean++ algorithm → k-mean\+\+ algorithm.

General characteristics of Author Keywords in bibliometric records of conference proceedings.

Of the total number of records 6000 — 653 records do not have Author Keywords filled in.

The total number of unique Author Keywords in the Author Keywords field after lemmatization: 13249.

The total number of times Author Keywords appeared in abstract texts: 247683.

The total number of unique Author Keywords found in the abstract texts: 7719.

Percentage of unique Author Keywords founded in the abstract texts among all unique Author Keywords: $100 \times \frac{7719}{13249} = 58.3\%$.

The average number of times a unique Author Keywords appears in all abstracts: $\frac{247683}{7719} = 32.1$.

The Author Keywords field is less populated than the IEEE Terms field.

The relative frequency of unique Author Keywords in the abstract texts is lower than that of IEEE Terms.

Note that without preprocessing the authors' keywords and abstracts texts, the above values would be significantly lower. Therefore, works in which authors' keywords are used to evaluate keyword extraction methods raise doubts. This issue requires

further detailed research and is therefore not discussed here.

To generate new queries for collecting materials, it is useful to examine the author keywords that appear most frequently

in publications, are related to publications with high citation rates, and appear in more recent publications. This is reflected in Tables 4–6.

Table 4. Top 20 author keywords most frequently found in conference materials
Таблица 4. 20 авторских ключевых слов, наиболее часто встречающихся в материалах конференции

Author keywords	Count	Author keywords	Count
renewable energy	349	microgrid	119
energy efficiency	273	energy consumption	109
internet of thing	221	machine learn	108
blockchain	201	artificial intelligence	100
smart grid	198	optimization	95
energy storage	188	battery	94
iot	176	energy storage system	93
electric vehicle	143	renewable energy source	85
energy management	137	energy	82
energy harvest	133	solar energy	82

When selecting keywords for their publications, authors consider not only the content of the article but also its broader relevance. Therefore, the terms *renewable energy*, *energy efficiency*, *internet of things*, *smart grid* and *energy storage* accurately reflect this context for articles presented at conferences and collected in the IEEE Xplore database under the topic “energy AND technology”.

One example of a well-cited work published in the IEEE Xplore database is the article [source 9]. The paper discusses the integration of renewable energy sources into smart grid systems, highlighting the need for a holistic solution that includes real-time energy monitoring, smart algorithms for energy management, and cloud computing for data analysis. Simulation results show that distributed IoT systems can improve smart

grid practices by reducing energy transportation losses, ensuring AC grid stability, and integrating renewable energy potential.

An example of a review that reveals a number of aspects related to the keywords listed in Table 4 and indexed in the ScienceDirect database is the work [22]. The integration of blockchain and IoT in smart grids can improve energy management, security, and operational efficiency. Blockchain ensures secure transactions without centralized authorities, while IoT allows real-time data collection and monitoring. These technologies address cybersecurity, data security, and network security challenges. By leveraging smart contracts and consensus algorithms, they enhance grid resilience and privacy, providing robust solutions for distributed energy resources and decentralized energy markets.

The review [23] in the MDPI database addresses this topic. This article analyzes existing research on energy management in smart cities, identifying technological trends and highlighting future directions. It uses a literature review of Scopus and Web

of Science databases to evaluate studies. Future research should focus on smart energy grids, energy storage, renewable energy integration, and innovative technologies like the Internet of Things, 5G/6G, artificial intelligence, blockchain, and digital twins.

Table 5. Top 20 author keywords related to the most cited conference materials

Таблица 5. 20 наиболее часто встречающихся авторских ключевых слов, относящихся к наиболее цитируемым материалам конференций

Author Keywords	AVG	Author Keywords	AVG
process in memory	131	heuristic algorithm	34
accelerator	131	client selection	34
proof-of-stake	54	global energy demand	29
climate action	54	plan renewable energy project	29
dram	46.67	target	29
malware	44	bio-mass power plant	29
apt	44	carbon footprint	28
car park	37	amr	28
time save	37	precision farm	28
internet layer	37	reproducibility	28

Even among the author's keywords that appear most frequently in the cited texts, there are many common terms such as *accelerator*, *climate action*, *drama*, *malware*. In order to find more specific and interesting publication topics, let's select the author's keywords: *process in memory* and *heuristic algorithm*. Upon exact request "*process in memory*" AND "*heuristic algorithm*" to IEEE Xplore no publications were found. However, since heuristic algorithms are used in many engineering solutions, it was decided to examine which highly cited publications containing the term "*heuristic algorithm*" have been indexed in IEEE Xplore in recent years. Interestingly, all three publications selected according to these criteria and published in conference proceedings contained

the term "*Meta-Heuristic Algorithm*" in their titles.

The paper [24] introduces a Sine Cosine hybrid optimization algorithm with Modified Whale Optimization Algorithm (SCMWOA) for solving continuous and binary decision variables. The SCMWOA algorithm outperforms other algorithms and offers better accuracy.

The article [25] explores an energy-efficient distributed no-wait flow-shop scheduling problem with sequence-dependent setup time (DNWFSP-SDST) to minimize makespan and total energy consumption. It constructs a mixed-integer linear programming model and proposes a cooperative meta-heuristic algorithm based on Q-learning (CMAQ). The article also proposes an en-

ergy-saving strategy based on knowledge to improve makespan and TEC.

The study [26] presents a novel method for detecting oral cancer in medical images using a convolutional neural network and

optimized deep belief network. The algorithm, a hybrid of Particle Swarm Optimization (PSO) and AI-Biruni Earth Radius (BER) Optimization, optimizes the design parameters of the CNN and DBN.

Table 6. Top 20 author keywords related to the most recent conference materials

Таблица 6. 20 наиболее часто используемых авторских ключевых слов, относящихся к материалам последних конференций

Author Keywords	Author Keywords
programmable delay cell	future grid
multi-resolution	software-define wire sensor network
conversion time	smart energy meter system
energy/ conversion	short message service
accuracy fom	multi-modal technology
high-entropy alloy	ai-drive decision-make
electronic application	real-time feedback
supergrid	ultra-low latency
ac-dc energy node	synchronization
hvdc grid	human-machine interaction

The author’s keywords, which characterize more recent publications, reveal many common terms among them: *multi-resolution, conversion time, energy / conversion, accuracy fom*.

Therefore, as in the previous case, let’s limit ourselves to publications in IEEE Xplore that contain the term “programmable delay cell” in the title. There were no such publications in 2025, but one publication each was found for 2023 and 2024.

The work [source 10] introduces an all-digital differential programmable delay circuit for time domain applications, including time-to-digital converters and temperature sensors. The circuit offers eight delay modes and occupies 0.0072 mm² layout area.

The work [source 11] presents a 90-nm CMOS programmable delay cell with eight modes, a stable output, and a low pow-

er consumption of 0.671 μW at M0 and 3.88 μW at M7, despite occupying only 0.009 mm of space.

A subjective assessment suggests that the author’s keywords may not be the most effective for searching for new, specific, and relevant topics. Conducting a separate study to identify key terms from titles and abstracts, followed by a study akin to the current one, could be beneficial. Additionally, it has been observed that commonly occurring terms tend to be more general, whereas terms that appear frequently in highly cited, recent publications tend to be more specialized.

JOURNALS

IEEE Terms

General characteristics of IEEE Terms in bibliometric records of journal articles.

Of the total number of records, 6,000,22 records do not have IEEE Terms filled in.

The total number of unique IEEE keywords in the IEEE Terms field after lemmatization: 3137.

The total number of times IEEE Terms appeared in abstract texts: 118360.

The total number of unique IEEE Terms found in the abstract texts: 1998.

Percentage of unique IEEE Terms founded in the abstract texts among all unique IEEE Terms: $100 \times 1998 / 3137 = 63.7\%$.

The average number of times a unique IEEE Term appears in all abstracts: $118360 / 1998 = 59.2$.

Compared to unique IEEE terms in conference proceedings, the percentage of unique IEEE terms found in journal article records in abstract texts is lower, but they occur more frequently.

Tables 7–9 show the top 20 IEEE terms that are most frequently encountered in general, most frequently encountered in highly cited publications, and most frequently encountered in new publications, respectively.

Table 7. Top 20 IEEE terms most frequently encountered in journal articles

Таблица 7. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE в научных статьях

IEEE Terms	Count	IEEE Terms	Count
Optimization	756	Computer architecture	418
Internet of Things	691	Wireless sensor networks	385
Energy consumption	676	Task analysis	382
Wireless communication	595	Computational modeling	346
Resource management	545	Servers	312
Energy efficiency	464	Delays	311
Batteries	459	Logic gates	292
Costs	457	Real-time systems	289
Sensors	455	Security	282
Renewable energy sources	425	Switches	277

By looking at the dominant themes of publications on energy and technology in the IEEE context, it becomes apparent that the optimization of everything listed below this term in the table appears in numerous articles.

Optimization, Internet of Things, Energy consumption, Wireless communication, Resource management, Energy efficiency, since the topic described by these terms is very broad, lets limit ourselves to three examples from the IEEE Xplore database that are most

relevant to the interests outlined in this article and related to these terms.

The study [27] explores a resource allocation scheme to reduce energy consumption in relay-assisted IoT networks. A joint optimization problem is formulated, considering scheduling IoT devices, transmit power allocation, and computation frequency allocation. Using graph theory, near-optimal and low-complexity suboptimal solutions are proposed. Simulations show that the near-optimal scheme achieves 6, 4 and 2

times lower energy consumption compared to fixed schemes.

Intelligent Reflective Surface is a technology that improves the spectral and energy efficiency of wireless networks. By adjusting the phase shifts, it enables high gain passive beamforming, improving spectral efficiency. The research objective [28] was to maximize energy efficiency by optimizing the phase shifters, beamformer, time allocation and transmit power while ensuring minimum rate requirements. An alternating optimization algorithm is proposed to solve the nonlinear fractional programming problem. Simulation results show that IRS can improve

the system performance compared with benchmarks.

The integration of autonomous aerial vehicles (UAVs) and low-Earth orbit (LEO) satellites is beneficial for IoT task processing due to the ability to overcome ground network coverage issues [29]. In this paper, energy-efficient resource allocation in LEO-enabled UAV networks is considered. A novel ORHCC optimization algorithm is proposed to optimize trajectories and hover points of UAVs, improving endurance and minimizing energy consumption. Results show 12.5 % and 20.76 % reduction in energy consumption compared to the proximal policy-based optimization and the greedy baseline algorithm.

Table 8. Top 20 IEEE terms related to the most cited articles in journals

Таблица 8. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE, относящихся к наиболее цитируемым статьям в журналах

IEEE Terms	AVG	IEEE Terms	AVG
Resource description framework	769	Dielectric losses	166.75
User interfaces	594	Augmented reality	166
Semiconductor devices	562	Satellite communication	162
Mars	491	Fuel cell vehicles	162
Ubiquitous computing	459	Medical Internet of Things	155
Biology	306	Focusing	153.5
Backhaul	286	Nash equilibrium	153
Rural areas	286	Conductivity measurement	143
Torque control	176	Haptic interfaces	142
Androids	173	Message passing	140.5

The most interesting terms in this table are likely to be: *Resource description framework*, *Ubiquitous computing*. Below are examples of three publications that reflect some aspects of this topic.

The article [30] presents a new, asymptotically optimal, fully decentralized, real-time framework for IoT networks, integrating

wireless computation offloading and fog computing. It addresses challenges in data-intensive applications and provides ubiquitous computing for continuously increasing IoT services.

The paper [source 12] explores a new ontology-based approach for controlling the behavior of Edge Computing devices. It proposes

utilizing ontology reasoning mechanisms on resource-constrained Edge devices, enabling on-the-fly function modifications, ad-hoc monitoring of intermediate data, and interoperability within IoT. The solution is demonstrated through an ontology-driven Smart Home edge device for locating lost items.

The study [31] extends a logic-based methodology for clustering data in Resource Description Frameworks (RDFs) by computing a Common Subsumer structure. The method was tested on two datasets: public procurement and drugs in pharmacology. Both datasets provided concise descriptions of clusters with up to 1800 resources.

Taking into account the terms selected from the table and the summary of the three articles presented above, the following topics for research can be proposed. The development of intelligent frameworks for edge data management focuses on three key areas: 1) Decentralized intelligence, which shifts computation to the network's edge for enhanced efficiency, 2) semantic understanding, which employs knowledge-based models to give meaning to data, and 3) enhanced IoT capabilities, which are aimed at addressing challenges like data handling, device interoperability, and insightful data extraction.

Table 9. Top 20 IEEE Terms related to the most recent journal articles

Таблица 9. 20 наиболее часто встречающихся терминов IEEE, относящихся к новым статьям в научных журналах

IEEE Terms	IEEE Terms
Systematic literature review	Resonance
Cables	Closed box
Smart charging	Digital audio players
Fast Fourier transforms	Petri nets
Torque measurement	IEEE 802.16 Standard
Tracking loops	Curve fitting
Piezoelectric effect	Predictive analytics
Optical mixing	Proof of stake
Silicon dioxide	Nuclear imaging
Lead zirconate titanate	Photosynthesis

In this case, let's try to answer just one question: "Why has the topic of *Systematic literature review* become so popular in recent publications?"

Given that the publication type *Systematic literature review* has a very specific meaning, the search for such reviews in IEEE Xplore was performed based on the exact match of "Systematic literature review" in the publica-

tion title and the terms *energy and technology* in the metadata. Publications listed in this database for 2025–2026 were considered. Current as of September 9, 2025. A total of 9 publications were found, which were ranked by number of views. A brief description of three of them is provided below.

Industry 4.0 has accelerated manufacturing by introducing innovative technologies

like supervised machine learning to anticipate equipment failures and optimize maintenance schedules. The [32] study presents a systematic literature review of 216 peer-reviewed papers, focusing on a structured taxonomy of predictive maintenance methods in safety-critical industries, highlighting their domain-specific usage.

Source number estimation is crucial in multi-sensor array signal processing, essential for radar, sonar, wireless communication, and astronomy applications. This review [33] outlines traditional methods and recent advancements. Variables like noise background, signal-to-noise ratio, snapshot number, array manifold, and element number significantly impact algorithm performance. The review suggests future research, particularly deep learning techniques, and addresses unresolved challenges and gaps in current studies.

The systematic literature review [source 13] examines how artificial intelligence (AI) can improve smart grid stability. It evaluates 41 studies using machine learning, deep learning, neural networks, and explainable AI. Findings show AI enhances grid stability through predictive capabilities and adaptive controls. Challenges include scalability, data privacy, model interpretability, while opportunities lie in hybrid models and blockchain integration.

Scientific publications in the systematic literature review (SLR) format are crucial because they provide comprehensive syntheses of research in rapidly evolving fields such as Industry 4.0, multi-sensor signal processing, and AI in smart grids. SLRs systematically summarize complex studies, reveal methodological taxonomies, and identify challenges and research gaps. They also support evidence-based decision-making for technology deployment.

Author Keywords

General characteristics of Author Keywords in bibliometric records of journal articles.

Of the total number of records, 6,000,653 records do not have Author Keywords filled in.

The total number of unique Author Keywords in the Author Keywords field after lemmatization: 16677.

The total number of times Author Keywords appeared in abstract texts: 221149.

The total number of unique Author Keywords found in the abstract texts: 6055.

Percentage of unique Author Keywords founded in the abstract texts among all unique Author Keywords: $100 \times 6055 / 16677 = 36.3\%$.

The average number of times a unique Author Keywords appears in all abstracts: $221149 / 6055 = 36.5$.

It seems that authors of scientific articles are less guided by the frequency of keywords in abstracts than authors of conference proceedings. This is also a topic that deserves separate research.

Tables 10–12 show the top 20 Author Keywords that are most frequently encountered in general, most frequently encountered in highly cited publications, and most frequently encountered in new publications, respectively.

As in previous cases, the most frequently occurring author keywords are mainly general in nature: *energy efficiency, internet of thing, energy harvest, blockchain, machine learn*. To find a more interesting option for exploring the topic of technology for energy, consider publications found using keywords *deep reinforcement learn and smart grid* in IEEE Xplore.

The growing reliance on renewable energy and flexible loads in smart grids poses challenges to optimizing power systems

Table 10. Top 20 author keywords most frequently found in journal articles
Таблица 10. 20 наиболее часто встречающихся авторских ключевых слов в научных статьях

Author Keywords	Count	Author Keywords	Count
energy efficiency	366	renewable energy	127
internet of thing	353	edge compute	126
energy harvest	213	mobile edge compute	122
blockchain	202	iot	112
machine learn	174	wire sensor network	110
deep reinforcement learn	156	wire power transfer	109
resource allocation	154	unman aerial vehicle	108
electric vehicle	154	artificial intelligence	106
smart grid	144	reconfigurable intelligent surface	105
deep learn	128	energy consumption	104

due to high levels of uncertainty. While traditional optimization methods require accurate mathematical models, advanced meters allow for data-driven artificial intelligence methods. Deep reinforcement learning (DRL) has gained attention for its performance in solving problems with high uncertainty. The article [34] provides a comprehensive literature review of DRL and its applications in smart grid operations. It identifies challenges and potential solutions and suggests future research directions. It is worth noting that at the time of the database query on September 9, 2025, the publication had 84 Cites in Papers and 19,487 Full Text Views.

The paper [35] presents a deep reinforcement learning framework for enhancing resiliency in smart power grids against cyber-physical disturbances. The framework, based on the Deep Deterministic Policy Gradient algorithm, is optimized using the Root Mean Square Propagation method for stable training. It features a two-layered control architecture, a comprehensive reward design,

and a resiliency adaptation layer for rapid response to disturbances and cyber-attacks. The framework offers a scalable and intelligent solution for enhancing smart grid resiliency.

Smart meters are crucial for energy management, but fraudulent customers can compromise them, leading to cyber-attacks. To combat this, a deep reinforcement learning (DRL) approach is proposed [source 14]. This method uses RL's adaptability to dynamic cyber-attacks and consumption patterns, enabling optimal decision-making. Experiments show the DRL approach improves detection of electricity theft cyber-attacks and efficiently defends against new attacks.

The application of deep reinforcement learning (DRL) in smart grid systems is explored, focusing on optimization, resilience, and cybersecurity. Key research areas include data-driven control for renewable energy variability, tailored DRL algorithms for grid operations, enhancing power system resilience against cyber-attacks, and real-time fraud detection in smart metering.

Table 11. Top 20 author keywords related to the most cited articles in journals
Таблица 11. 20 наиболее часто встречающихся авторских ключевых слов, связанных с наиболее цитируемыми статьями в журналах

Author Keywords	AVG	Author Keywords	AVG
intelligent communication environment	962	ai/ml drive air interface	594
pervasive artificial intelligence	962	network localization and sense	594
network automation	962	cognitive spectrum share	594
all-spectrum reconfigurable transceiver	962	sub-terahertz	594
internet of nanothings	962	run-core convergence	594
internet of bionanothings	962	subnetwork	594
df relay	769	network as a platform	594
massive connectivity	629	passive array	562
datum rate	621	phase shift model	562
passive array optimization	595	quantum communication	506.5

It should be noted that the topics of the *internet of nanothings* and the *internet of bionanothings* are highly specialized and therefore require separate consideration. Therefore, only one review will be considered [36]. Advances in synthetic biology and nanotechnology have led to the development of tools for manipulating biological cells, allowing for the creation of Bio-Nanothings — small, inconspicuous devices suitable for in-vivo applications such as health monitoring and targeted drug delivery. These nano-scale devices can form a collaborative network (nanonetwork) when connected to external high-bandwidth networks like 5G. This paper reviews bio-cyber interfaces for loBNT architecture, discussing options such as bio-electronic devices and RFID-enabled implants, while addressing potential vulnerabilities and mitigation strategies for future implementations.

Previously, no publications were reviewed for the query “*all-spectrum reconfigurable transceiver*” thus let us focus on this task.

urable transceiver” thus let us focus on this task.

All-Spectrum Reconfigurable Transceivers are devices capable of operating with any wireless standard through software updates, while covering the entire radio frequency range. This is the idealized solution for wireless communications.

A precise search of databases on the topic “*all-spectrum reconfigurable transceiver*” yielded no results. Therefore, similar publications will be found from all three databases, with an emphasis on semantic similarity and citation frequency.

IEEE Xplore: The paper [37] introduces a reconfigurable bidirectional wireless power and data transceiver (RB-WPDT) for wearable biomedical applications. It supports full-duplex data transmission via a single inductive link, allowing real-time control and monitoring between devices. The full-duplex method uses frequency shift-keying pulse-width modulation for downlink and load shift-key-

ing for uplink, ensuring simultaneous bidirectional data transmission with minimal interference.

ScienceDirect: The research [38] introduces a reconfigurable antenna capable of operating in multiple frequency ranges and supporting various wireless communication uses, including 5G sub-6 GHz. The antenna uses strategically placed varactor diodes for frequency changes and pattern reversal, enhancing its ability to adapt to the dynamic needs of wireless networks. The paper investigates and evaluates five operating modes based on varactor diode switching conditions.

MDPI: The paper [39] discusses the use of reconfigurable antennas for IoT applica-

tions, focusing on electrical reconfiguration techniques. It reviews various approaches, including PIN diodes, digital tunable capacitors (DTCs), varactor diodes, and RF switches, and categorizes them based on their implementation. These antennas can adapt their frequency, radiation pattern, or polarization to meet changing requirements.

The articles focus on the development of reconfigurable wireless communication systems, emphasizing dynamic reconfigurable antennas for 5G and IoT, bidirectional transceivers for wearable biomedical devices, and electrical reconfiguration techniques such as varactor diodes and RF switches that support adaptive operations in various environments.

Table 12. Top 20 author keywords related to the most recent articles in journals

Таблица 12. 20 наиболее часто встречающихся авторских ключевых слов, относящихся к самым последним статьям в журналах

Author Keywords	Author Keywords
energy-use right trade system	normalize step response matrix
psm-did	discrete map
green technology innovation motivation	power system plan and economic
onboard energy storage system	long-duration storage system
train trajectory	valuation of emergent technology
reversible solid oxide cell	peer-to-peer system
seaport energy-logistic dispatch	peer-to-peer energy resource share
green vehicle	rural community
integrate energy	techno-economic assessment
superposition principle	optimization methodology

Given that many terms in this table are general in nature, such as *train trajectory*, *green vehicle*, *integrate energy*, *superposition principle*, let's choose a term that reflects a relatively new and promising research topic: *onboard energy storage system*.

IEEE Xplore: The article [40] explores the use of onboard energy storage systems

(OESS) in modern railway systems to reduce energy consumption. It highlights the lack of intelligent energy management considering regenerative braking energy utilization. The article also explores the stochastic characteristics of regenerative braking power in railway power networks, aiming to optimize train trajectory while utilizing OESS.

IEEE Xplore: The study [source 15] develops an energy management system for an onboard energy storage system in a railway traction system, aiming to control the state of charge of a supercapacitor for regenerative braking energy. The control strategy is designed using model predictive control (MPC), and simulation results show its effectiveness compared to Proportional Integral and Fuzzy Logic controllers.

ScienceDirect: The study [41] focuses on the China Railways High-Speed 5 Electric Multiple Unit and proposes a mathematical model and capacity optimization method for an on-board energy storage system using lithium batteries and supercapacitors. It establishes a model considering electrical characteristics, weight, and volume, and proposes an energy management strategy to address energy consumption and power quality issues. The capacity optimization uses a bi-level programming model, considering constraints like train load and space.

All three studies share the theme of optimizing energy consumption in railway systems.

CONCLUSION

For this study, the most basic method of selecting IEEE terms and author keywords was used, based on their frequency of occurrence and the average number of citations of articles in which these words appear, as well as the novelty of such publications.

The keywords and examples of publications found clearly reflect well-known trends in the development of energy technologies, focusing on the integration of the IoT, wireless communications, artificial intelligence, and machine learning to enhance energy systems. Key topics include smart microgrids, energy storage (notably hydrogen), and advanced mathematical modeling. It emphasizes the importance of safe opera-

tions, economic issues, and accessibility in energy infrastructure, particularly for electric transport and battery systems. The interdisciplinary field of smart energy systems is highlighted, incorporating renewable sources and innovative technologies like machine learning for predictive maintenance and energy management. Additional components such as varactor diodes and thermal management materials are noted for improving efficiency. It also addresses cybersecurity and data privacy to ensure secure energy solutions in modern applications like smart cities and electric vehicles.

The main issue identified during the study was the low frequency of terms from the Author Keyword and IEEE Terms fields in the abstract texts. Additionally, with a large number of author keywords, their spelling can vary significantly, which requires preliminary lemmatization, removal or replacement of abbreviations, and other text cleaning, such as removing various types of quotation marks and copyright symbols. Author keywords contain many rare terms that can interfere with in-depth text analysis.

The solution lies in the classic approach — using a broad thematic vocabulary. IEEE provides this opportunity. At the same time, it seems appropriate to use IEEE terms not just as keywords, but to evaluate their occurrence in the texts of titles and abstracts. The latter is due to the fact that experts in a given field conduct an initial assessment of the relevance of a publication to their interests by reading the titles and abstracts of publications. The use of a dictionary of terms verified by experts will allow the analysis of bibliometric records that do not have a keyword field but contain titles and abstracts in the exported data. For example, OnePetro.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES / СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Whalley J., Curwen P. Creating value from 5G: The challenge for mobile operators. *Telecommunications Policy*. 2024;48(2):102647. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102647>. EDN: EHQALT
2. Okokpujie I.P., Tartibu L.K. Study of the economic viability of internet of things (IoT) in additive and advanced manufacturing: A comprehensive review. *Prog Addit Manuf*. 2025;10(5):3175-3194. <https://doi.org/10.1007/s40964-024-00822-7>. EDN: CCMXDA
3. Hu P., Yang H., Zhang Y., Hu Q., Zhang C. Comparative analysis of economic feasibility in China's power transition pathways. *Energy Conversion and Management*. 2025;344:120256. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120256>. EDN: KTETZM
4. Gerlich M. Brace for Impact: Facing the AI Revolution and Geopolitical Shifts in a Future Societal Scenario for 2025–2040. *Societies*. 2024;14(9):180. <https://doi.org/10.3390/soc14090180>. EDN: KSGQXQ
5. Yoon J., Alkhudary R., Talluri S., Fénies P. Risk Management and Macroeconomic Disruptions in Supply Chains: The Role of Blockchain, Digital Twins, Generative AI, and Quantum Computing. *IEEE Trans Eng Manage*. 2025;72:2995-3009. <https://doi.org/10.1109/TEM.2025.3585433>. EDN: BJUVKY
6. Friday B., Abbas A. Balancing Innovation and Sustainability: Assessing the Impact of Generative AI on Energy Consumption. *International journal of innovative research & development*. 2024;13(9):26-32. <https://doi.org/10.24940/ijird/2024/v13/i9/SEP24021>
7. Smiraglia R.P. Keywords, Indexing, Text Analysis: An Editorial. *KO*. 2013;40(3):155-159. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2013-3-155>
8. Leiva I.G., Arroyo A.A. La relación entre las palabras clave aportadas por los autores de artículos de revista y su indización en las bases de datos ISOC, IME e ICYT. *Rev esp doc Cient*. 2005;28(1):62-79. <https://doi.org/10.3989/redc.2005.v28.i1.165>
9. Lu W., Liu Z., Huang Y., Bu Y., Li X., Cheng Q. How do authors select keywords? A preliminary study of author keyword selection behavior. *Journal of Informetrics*. 2020;14(4):101066. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101066>. EDN: MFPZLE
10. Leiva I.G., Arroyo A.A. Keywords given by authors of scientific articles in database descriptors. *J Am Soc Inf Sci*. 2007;58(8):1175-1187. <https://doi.org/10.1002/asi.20595>
11. Zhang J., Yu Q., Zheng F., Long C., Lu Z., Duan Z. Comparing keywords plus of WOS and author keywords: A case study of patient adherence research. *Asso for Info Science & Tech*. 2016;67(4):967-972. <https://doi.org/10.1002/asi.23437>
12. Tiwari P., Chaudhary S., Majhi D., Mukherjee B. Comparing research trends through author-provided keywords with machine extracted terms: A ML algorithm approach using publications data on neurological disorders. *Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication*. 2023;3(1). <https://doi.org/10.47909/ijsmc.36>. EDN: KSYCFG

13. Névéol A., Doğan R.I., Lu Z. Author keywords in biomedical journal articles. *AMIA Annu Symp Proc.* 2010;537-541. PMID: 21347036
14. Babaii E., Taase Y. Author-assigned Keywords in Research Articles: Where Do They Come from? *Iranian Journal of Applied Linguistics.* 2013;16(2):1-19
15. Chien T.W., Shao Y., Chou W. Applying Social Network Analysis to Understand the Percentages of Keywords within Abstracts of Journals: A System Review of Three Journals. *Curr Trends Biomedical Eng & Biosci.* 2018;16(1):555926. <https://doi.org/10.19080/CTBEB.2018.16.555926>
16. Gulraiz A., Al-Bastaki A.J., Magamal K., et al. Energy advancements and integration strategies in hydrogen and battery storage for renewable energy systems. *iScience.* 2025;28(3):111945. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.111945>. EDN: LFMIPR
17. Correia A.F.M., Moura P., De Almeida A.T. Technical and Economic Assessment of Battery Storage and Vehicle-to-Grid Systems in Building Microgrids. *Energies.* 2022;15(23):8905. <https://doi.org/10.3390/en15238905>. EDN: ANNBRH
18. Xu X., Xiao Y., Chen J., Liu M., Lei X., Xiao M. Iterative Detection for Phase-shifter-aided Spatial Multiplexing with Superposition Coded Modulation. *IEEE Trans Veh Technol.* 2026;75(3):5156-5160. <https://doi.org/10.1109/TVT.2025.3609727>
19. Liu M., Zhang L., Chen J., Zammit S., Xiao Y. Message Passing Detector for Phase-Shifter-Aided Spatial Multiplexing Over Frequency Selective Channels. *IEEE Trans Veh Technol.* 2025;74(5):8273-8278. <https://doi.org/10.1109/TVT.2025.3531355>
20. Rahman I.U., Nardini S., Buonomo B., Manca O., Khan H., Siviero B. Thermal interface materials: A promising solution for passive heat dissipation in electronic appliances. *Thermal Science and Engineering Progress.* 2025;62:103673. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103673>. EDN: ONVYCD
21. Orville T., Tajwar M., Bihani R., Saha P., Hannan M.A. Enhancing Thermal Efficiency in Power Electronics: A Review of Advanced Materials and Cooling Methods. *Thermo.* 2025;5(3):30. <https://doi.org/10.3390/thermo5030030>. EDN: LACIID
22. Nasrinasrabadi M., Hejazi M.A., Chaharmahali E., Hussein M. A comprehensive review of blockchain integration in smart grid with a special focus on internet of things. *Energy Conversion and Management: X.* 2025;27:101196. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.101196>. EDN: PJAXDD
23. Szpilko D., Fernando X., Nica E., Budna K., Rzepka A., Lăzăroiu G. Energy in Smart Cities: Technological Trends and Prospects. *Energies.* 2024;17(24):6439. <https://doi.org/10.3390/en17246439>. EDN: ROPQVM
24. El-Kenawy E.S.M., Mirjalili S., Alassery F., et al. Novel Meta-Heuristic Algorithm for Feature Selection, Unconstrained Functions and Engineering Problems. *IEEE Access.* 2022;10:40536-40555. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166901>. EDN: ROPQVM
25. Zhao F., Jiang T., Wang L. A Reinforcement Learning Driven Cooperative Meta-Heuristic Algorithm for Energy-Efficient Distributed No-Wait Flow-Shop Scheduling With Sequence-Dependent Setup Time. *IEEE Trans Ind Inf.* 2023;19(7):8427-8440. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3218645>. EDN: CKMDPY

26. Myriam H., Abdelhamid A.A., El-Kenawy E.S.M., Ibrahim A., et al. Advanced Meta-Heuristic Algorithm Based on Particle Swarm and Al-Biruni Earth Radius Optimization Methods for Oral Cancer Detection. *IEEE Access*. 2023;11:23681-23700. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3253430>. EDN: BZDCCJ
27. Al-Abiad M.S., Hassan Md.Z., Hossain Md.J. Energy-Efficient Resource Allocation for Federated Learning in NOMA-Enabled and Relay-Assisted Internet of Things Networks. *IEEE Internet Things J*. 2022;9(24):24736-24753. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3194546>. EDN: ZCHXHM
28. Mi Y., Song Q. Energy Efficiency Maximization for IRS-Aided WPCNs. *IEEE Wireless Commun Lett*. 2021;10(10):2304-2308. <https://doi.org/10.1109/LWC.2021.3100329>. EDN: RRZVLH
29. Wang Q., Xia X., Chen T., et al. Energy-Efficient Resource Allocation in LEO-Assisted UAV Architecture for Internet of Things. *IEEE Internet Things J*. 2025;12(8):9614-9626. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3542618>. EDN: DFBWDV
30. Lyu X., Ren C., Ni W., Tian H., Liu R.P. Cooperative Computing Anytime, Anywhere: Ubiquitous Fog Services. *IEEE Wireless Commun*. 2020;27(1):162-169. <https://doi.org/10.1109/MWC.001.1900044>. EDN: DCGQJY
31. Colucci S., Donini F.M., Di Sciascio E. Computing the Commonalities of Clusters in Resource Description Framework: Computational Aspects. *Data*. 2024;9(10):121. <https://doi.org/10.3390/data9100121>. EDN: XDMVOE
32. Guidotti D., Pandolfo L., Pulina L. A Systematic Literature Review of Supervised Machine Learning Techniques for Predictive Maintenance in Industry 4.0. *IEEE Access*. 2025;13:102479-102504. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3578686>. EDN: MQKXFP
33. Shengguo G., Xiaotao F. A Systematic Literature Review of Source Number Estimation in Multi-Sensor Array Signal Processing. *IEEE Access*. 2025;13:104756-104778. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3573071>. EDN: UJISSF
34. LiY., YuC., ShahidehpourM., YangT., ZengZ., ChaiT. Deep Reinforcement Learning for Smart Grid Operations: Algorithms, Applications, and Prospects. *Proc IEEE*. 2023;111(9):1055-1096. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2023.3303358>. EDN: HTEHBM
35. Wang B., Baziar A., Askari M.R. A Deep Reinforcement Learning Framework for Adaptive Resiliency Enhancement in Smart Power Grids. *IEEE Access*. 2025;13:135420-135428. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3593903>. EDN: ZMPRLG
36. Zafar S., Nazir M., Bakhshi T., et al. A Systematic Review of Bio-Cyber Interface Technologies and Security Issues for Internet of Bio-Nano Things. *IEEE Access*. 2021;9:93529-93566. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3093442>. EDN: HILDOP
37. Lee J., Kim Y., Kang D., Song I., Lee B. A Reconfigurable Bidirectional Wireless Power and Full-Duplex Data Transceiver IC for Wearable Biomedical Applications. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*. 2025;19(4):767-776. <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2024.3483950>
38. Tathare S.S., Goswami P. Design and development of a reconfigurable antenna with varactor diodes for next-generation wireless communication systems. *Computers and Electrical Engineering*. 2025;123:110091. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2025.110091>. EDN: YYEKAE
39. García E., Andújar A., Anguera J. Overview of Reconfigurable Antenna Systems for IoT Devices. *Electronics*. 2024;13(20):3988. <https://doi.org/10.3390/electronics13203988>. EDN: NOYIRT

40. Wu C., Lu S., Tian Z., Xue F., Jiang L. Energy-Efficient Train Control with Onboard Energy Storage Systems Considering Stochastic Regenerative Braking Energy. *IEEE Trans Transp Electrific.* 2025;11(1):257-274. <https://doi.org/10.1109/TTE.2024.3389960>
41. Zhang W., Su Z., Tian M. Modeling and Capacity Configuration Optimization of CRH5 EMU On-Board Energy Storage System. *ENERGY.* 2025;122(1):307-329. <https://doi.org/10.32604/ee.2024.057426>

SOURCES / ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ

1. Alkholidi A., Alsharabi N.A., Hamam H., Alshammari T.S. The 5G Wireless Technology and a Significant Economic Growth and Sustainable Development. In: International Conference on Smart Computing and Application (ICSCA). *IEEE.* 2023;():1-6. <https://doi.org/10.1109/ICSCA57840.2023.10087596>
2. Loh K.H.L. 1.2 Fertilizing AIoT from Roots to Leaves. In: 2020 IEEE International Solid-State Circuits Conference — (ISSCC). *IEEE.* 2020;():15-21. <https://doi.org/10.1109/ISSCC19947.2020.9062950>
3. Asaturova Y. Development of the Industrial Internet of Things in the Russian Economy. In: Proceedings of the 2nd International Scientific Conference on Innovations in Digital Economy: SPBPU IDE-2020. *ACM.* 2020;()1-7. <https://doi.org/10.1145/3444465.3444496>. EDN: XWNJBZ
4. Farahani J.V., Schlechter T. An Analytical Study of Barriers to Blockchain Adoption in International Trade. In: 11th International Conference on Web Research (ICWR). *IEEE.* 2025;():313-322. <https://doi.org/10.1109/ICWR65219.2025.11006191>
5. Sazzed S. An Exploratory Study on the Author Keyphrases Selection Behaviours in Scientific Articles. In: Thomson R., Dancy C., Pyke A., eds. Social, Cultural, and Behavioral Modeling. *Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing;* 2022;(13558):252-260. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17114-7_24
6. Raman R., Jagtap R., Muthumamilakshmi S., Lalitha M., Jethava G., Murugan S. Energy Monitoring in Solar-Powered Buildings Using Internet of Things. In: Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon). *IEEE.* 2023;():318-322. <https://doi.org/10.1109/SmartTechCon57526.2023.10391826>
7. Uwibambe M.L., Pan Y., Li Q. Fuzzing for Power Grids: A Comparative Study of Existing Frameworks and a New Method for Detecting Silent Crashes in Control Devices. In: IEEE Design Methodologies Conference (DMC). *IEEE.* 2023;():1-6. <https://doi.org/10.1109/DMC58182.2023.10412473>
8. Zhu P., Ma Y., Xia Y., Zhang Q., Wu G. Carbon/Aluminum Composites with High Thermal Conductivity for Thermal Management Applications. In: 25th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT). *IEEE.* 2024;():1-4. <https://doi.org/10.1109/ICEPT63120.2024.10668551>
9. Dankan G.V., Surya S.G., Kumar N.M.G., Prasad K., Prasad V.S., Kaur M. Optimizing Renewable Energy Integration in Smart Grids through IoT-Driven Management Systems. In: 2nd International Conference on Advancement in Computation & Computer Technologies (InCACCT). *IEEE.* 2024;():783-788. <https://doi.org/10.1109/InCACCT61598.2024.10551160>

10. Chakraborty K., Majumder A., Mondal A.J. Area and Power Efficient Differential Programmable Delay Cell. In: IEEE 20th India Council International Conference (INDICON). *IEEE*. 2023;():887-891. <https://doi.org/10.1109/INDICON59947.2023.10440771>
11. Chakraborty K., Pandey J.G., Mondal A.J. Design and Analysis of an Area and Power Efficient Programmable Delay Cell. In: 37th International Conference on VLSI Design and 2024 23rd International Conference on Embedded Systems (VLSID). *IEEE*. 2024;():31-36. <https://doi.org/10.1109/VLSID60093.2024.00010>
12. Ryabinin K., Chuprina S. Ontology-Driven Edge Computing. In: Krzhizhanovskaya V.V., Závodszy G., Lees M.H., et al., eds. Computational Science – ICCS 2020. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing. 2020;(12143):312-325. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50436-6_23. EDN: JGCKDG
13. Ibrahim M., Mahmoud M.A., Islam N., Gunasekara S.S. Enhancing Smart Grid Stability Using AI Techniques: A Systematic Literature Review. In: 21st IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA). *IEEE*. 2025;():50-55. <https://doi.org/10.1109/CSPA64953.2025.10933390>
14. El-Toukhy A.T., Elgarhy I., Badr M.M., et al. Securing Smart Grids: Deep Reinforcement Learning Approach for Detecting Cyber-Attacks. In: International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets). *IEEE*. 2024;():1-6. <https://doi.org/10.1109/SmartNets61466.2024.10577711>
15. Lahmidi H., Ouassaid M., Tebaa M. Onboard Railway Energy Storage Control using Model Predictive Control for Energy Braking Recovery. In: 6th Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM). *IEEE*. 2024;():233-238. <https://doi.org/10.1109/GPECOM61896.2024.10582622>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Boris N. Chigarev, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Борис Николаевич Чигарев, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

Received / Поступила 13.02.2026

Accepted / Принята 06.03.2026

МЦНТИ: события, информация, мнения / ICSTI: Events, Information, Opinions

Рабочая встреча Юрия Лончакова и Дмитрия Протасовского

17 февраля 2026 года директор МЦНТИ д.т.н. Юрий Лончаков при участии сотрудников Штаб-квартиры провел рабочую встречу с генеральным директором Российского дома международного научно-технического сотрудничества (РД МНТС) Дмитрием Протасовским, которого сопровождали директор Международного центра инноваций и трансфера технологий Сергей Касьянов и руководитель Центра международных проектов и инициатив Анастасия Рябухина.

Стороны обсудили возможные направления взаимодействия между МЦНТИ и РД МНТС, подтвердили заинтересованность в совместных мероприятиях и обмене актуальной научно-технической информацией, а также подписали Соглашение о сотрудничестве.



Working Meeting between Mr. Yury Lonchakov and Mr. Dmitry Protasovsky

On 17 February 2026, ICSTI Director D.Sc. Yury Lonchakov, with participation of Headquarters staff, held a working meeting with Mr. Dmitry Protasovsky, CEO of the Russian House of International Scientific and Technical Cooperation (RH ISTC). Mr. Protasovsky was accompanied by Mr. Sergey Kasyanov, Director of the International Center of Innovation and Technology Transfer, and Ms. Anastasiya Ryabukhina, Head of the Center for International Projects and Initiatives.

The Parties discussed potential areas of collaboration between ICSTI and RH ISTC, confirmed their interest in joint events and the exchange of relevant scientific and technical information, and signed a Cooperation Agreement.



Подписано в печать.
Печать офсетная
Тираж 500 экз.

Адрес редакции: 125252, Россия, Москва, ул. Куусинена, д. 21-Б

Типография АО «Т8 Издательские Технологии»,
Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.

