

УДК 001.891:378.1

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-9-1128-1140>

О сравнительном анализе тематики научных публикаций в сфере искусственного интеллекта в международных и российских журналах

Наталья Валерьевна Мелех¹, Александр Олегович Аверьянов^{2✉}, Валерий Алексеевич Гуртов³

^{1, 2, 3} Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

¹ natalie_melekh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1924-7228>

² aver@petsu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2884-8110>

³ vgurt@petsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2442-7389>

Аннотация

Цель. Выполнить сравнительный анализ тематики и объемов публикационной активности в сфере искусственного интеллекта (ИИ) российских авторов в журналах, индексируемых в таких базах данных, как Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и WoS/Scopus, применительно к областям технологий ИИ, научным направлениям и организациям места работы.

Задачи. Сформировать перечень публикаций авторов с российской аффилиацией в журналах, индексируемых WoS/Scopus, в том числе отнесенных к квартилям Q1 и Q2, а также в материалах конференций уровня A*, тематика которых относится к сфере ИИ; создать перечень публикаций российских исследователей, посвященных тематике ИИ, в журналах, индексируемых в РИНЦ, в том числе относящихся к категории K1; провести сравнительный анализ тематик и структуры публикаций российских авторов в журналах, индексируемых в WoS/Scopus и РИНЦ, применительно к областям технологий ИИ, группам научных специальностей, организациям места работы авторов.

Методология. Основу методологии проведенного исследования составляет экспертный анализ публикаций в научных журналах, индексируемых WoS/Scopus, в том числе в квартилях Q1 и Q2, в трудах конференций уровня A*, научных журналах, индексируемых в РИНЦ за 2017–2021 гг., тематика которых относится к сфере ИИ, на основе выборок из открытых баз данных публикаций с использованием библиотек и пакетов для обработки и анализа данных. Критерием отнесения статьи к тематике ИИ послужило наличие в полях поиска «название публикации» и (или) «ключевые слова», «аннотация» словосочетаний из областей технологий и суб-технологий ИИ.

Результаты. Сравнение высокорейтинговых публикаций WoS/Scopus, Q1, Q2, A* и публикаций РИНЦ K1 показывает, что среди публикаций WoS/Scopus, Q1, Q2, A* доминирует «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (32 %) и «Компьютерное зрение» (30 %). Среди публикаций РИНЦ K1 преобладают «Ответственный искусственный интеллект (этика и философия, правовые нормы, безопасность)» (34 %), «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (28 %) и «Интеллектуальный анализ данных и процессов, осмысление закономерностей» (13 %).

Выводы. Проведенный анализ публикационной активности российских авторов в отношении тематики ИИ на основе сравнения тематики научных публикаций из баз данных WoS/Scopus и РИНЦ может послужить в качестве информационной основы при выборе центров ИИ-компетенций и формирования перечней лучших практик в сфере ИИ.

Ключевые слова: публикационная активность, искусственный интеллект, научные публикации, библиометрические индикаторы, WoS, Scopus, РИНЦ

Для цитирования: Мелех Н. В., Аверьянов А. О., Гуртов В. А. О сравнительном анализе тематики научных публикаций в сфере искусственного интеллекта в международных и российских журналах // *Экономика и управление*. 2023. Т. 29. № 9. С. 1128–1140. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-9-1128-1140>

© Синцова Е. А., Звягина Е. М., 2023

Comparative analysis of the topics of scientific publications in the field of artificial intelligence in international and Russian journals

Natalia V. Melekh¹, Alexandr O. Averyanov²✉, Valery A. Gurtov³

^{1, 2, 3} Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

¹ natalie_melekh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1924-7228>

² aver@petsu.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2884-8110>

³ vgurt@petsu.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2442-7389>

Abstract

Aim. To perform a comparative analysis of the topics and volumes of publication activity in the field of artificial intelligence (AI) of Russian authors in journals indexed in such databases as the Russian Science Citation Index (RSCI) and WoS/Scopus, in relation to the fields of AI technologies, scientific directions and organisations of the place of work.

Tasks. To create a list of publications by authors with Russian affiliation in journals indexed in WoS/Scopus, including those categorised as Q1 and Q2 quartiles, as well as in the proceedings of A* level conferences, the topics of which are related to the AI sphere; to create a list of publications by Russian researchers devoted to the AI topics in journals indexed in RSCI, including those categorised as Q1; to carry out a comparative analysis of the topics and structure of publications by Russian authors in journals indexed in WoS/Scopus and RSCI in relation to the fields of AI technologies, groups of scientific specialties, and organisations of the authors' place of work.

Methods. The methodology of the study is based on expert analysis of publications in scientific journals indexed in WoS/Scopus, including Q1 and Q2 quartiles, in proceedings of A* level conferences, scientific journals indexed in RSCI for 2017–2021, the subject matter of which relates to the field of AI, based on selections from open databases of publications using libraries and packages for data processing and analysis. The criterion for attributing an article to the AI subject was the presence of word combinations from the fields of AI technologies and subtechnologies in the search fields “publication title” and (or) “Keywords”, “Abstract”.

Results. Comparison of highly rated WoS/Scopus, Q1, Q2, A* and RINC K1 publications shows that among WoS/Scopus, Q1, Q2, A* publications “Machine learning: knowledge representation, ontology, interpretation, explanation” (32 %) and “Computer vision” (30 %) dominate. Among RINC Q1 publications, “Responsible Artificial Intelligence (ethics and philosophy, legal regulations, security)” (34 %), “Machine learning: knowledge representation, ontology, interpretation, explanation” (28 %) and “Intelligent analysis of data and processes, making sense of patterns” (13 %) dominate.

Conclusions. The analysis of publication activity of Russian authors in relation to AI topics on the basis of comparison of scientific publications from WoS/Scopus and RINC databases can serve as an information basis for selection of AI competence centres and formation of lists of best practices in the field of AI.

Keywords: *publication activity, artificial intelligence, scientific publications, bibliometric indicators, WoS, Scopus, RSCI*

For citation: Melekh N.V., Averyanov A.O., Gurtov V.A. Comparative analysis of the topics of scientific publications in the field of artificial intelligence in international and Russian journals. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2023;29(9):1128-1140. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-9-1128-1140>

Введение

Среди новых высокотехнологичных секторов экономики в последние пять лет в мире наиболее активно развивается сфера искусственного интеллекта (ИИ). Опираясь на грандиозные вычислительные ресурсы и объемы доступных данных системы ИИ типа ChatGPT принимают участие в выра-

ботке управленческих решений и могут дать аргументированный ответ практически на любой вопрос пользователя [1].

В связи с высокими темпами развития сферы ИИ не успевает сформироваться устойчивый понятийный аппарат для нее, аналитические обзоры направлений развития ИИ быстро устаревают. Наиболее адекватным способом оценки текущих по-

казателей сферы ИИ служит анализ научных публикаций в журналах и материалах конференций. Публикационная активность может выступать параметром оценки в исследованиях тенденций внедрения и развития отраслей и технологий [2, с. 527].

Для мирового научного сообщества в сфере ИИ характерно резкое увеличение количества публикаций, посвященных тематике ИИ. С 2017 по 2021 г. общее количество публикаций (в журналах, материалах научных конференций, монографиях, диссертациях) возросло от 300 до 500 тыс., в том числе в научных журналах — от 150 до 300 тыс. статей. Традиционно тематика публикаций в 2021 г. посвящена распознаванию образов (59,4 тыс. публикаций), компьютерному зрению (30,1 тыс. публикаций) и алгоритмам (21,5 тыс. публикаций). С 2017 по 2021 г. резко увеличилось количество публикаций о машинном обучении (с 15 до 43 тыс.), об интеллектуальном анализе данных (с 10 до 19 тыс.) [3, р. 24–26].

Странами-лидерами по числу всех категорий научных публикаций об ИИ выступают Китай, США, страны Европейского союза (Евросоюз, ЕС). В двух самых больших категориях — журнальные статьи (51,5 %) и доклады на конференциях (21,5 %) — Китай является лидером в обеих категориях: 39,8 % от общего числа журнальных статей и 26,1 % от общего числа публикаций на конференциях. При этом, несмотря на геополитическую напряженность, у США и Китая прослеживается наибольшее количество совместных публикаций в области ИИ с 2010 по 2021 г.

При экспоненциальном росте количества научных публикаций и патентов в сфере ИИ основное их содержание посвящено исследованиям и разработкам математических моделей и алгоритмов ИИ, созданию специализированных библиотек для машинного обучения, обработке естественного языка и обработке изображений применительно к созданию ИИ-продуктов для различных областей экономики. Ключевые показатели мировой и российской публикационной и патентной активности по группам технологий свидетельствуют о наибольшем количестве публикаций и патентов в рамках групп технологий «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка» а также в рамках перспективных методов ИИ «Мультимодальные и многозадачные генеративные модели» [4]. Наибольшую долю

внедрений в практическом использовании ИИ с 2019 г. имеет машинное обучение [5, с. 42].

С. Д. Ерохин пишет: «Если ученые США и Китая ... начали активно публиковать свои работы с начала 2000-х гг., то у российских ученых резкий всплеск публикаций был зафиксирован с опозданием в несколько лет и пришелся на период уже после 2010 года» [6, с. 25]. Количество публикаций отечественных исследователей в рецензируемых журналах стабильно растет, но все еще остается на уровне 1 % от общемирового показателя; число публикаций в материалах конференций об ИИ также стабильно растет, достигнув около 2 % от мирового показателя [7, с. 11]. Согласно данным альманаха «Искусственный интеллект» [5, с. 14], три ведущих университета — Сколковский институт науки и технологий (Сколтех), Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Московский физико-технический институт (МФТИ) — в 2022 г. ответственны за 45 % всех публикаций на конференциях А*. Патентование в области ИИ в России остается очень скромным: менее 100 патентов в год [8, с. 16].

В одной из работ [9] проведен библиометрический анализ публикаций в журналах международных баз данных (МБД) WoS и Scopus в областях изучения использования ИИ для подбора и управления персоналом. Авторами [10; 11] исследована совокупность публикаций в МБД WoS, Scopus, Google Scholar по актуальной тематике ИИ в образовании (EAI). Рядом исследователей [12] проведен библиометрический анализ методом научного картирования публикаций об использовании ИИ в управлении инновационными проектами и рисками. Необходимо отметить, что в исследованиях публикационной активности в сфере ИИ чаще всего речь идет о специализированных областях развития ИИ.

В связи с введением антироссийских санкций и ограничением доступа отечественных ученых к публикациям в ведущих зарубежных журналах Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК при Минобрнауки России) проведено категорирование российских научных журналов, входящих в РИНЦ, по категориям К1, К2, К3 [13] по аналогии с журналами, входящими в МБД WoS/Scopus, публикации в ко-

торых отнесены к категории Q1 и Q2, A*. Однако сравнительного анализа тематики публикаций об ИИ РИНЦ и WoS/Scopus до настоящего времени не проведено, что и обуславливает актуальность статьи.

Целью настоящего исследования служит анализ тематики и структуры публикационной активности в сфере ИИ российских авторов в журналах, индексируемых WoS, Scopus и РИНЦ, применительно к областям технологий ИИ, научным направлениям и организациям места работы.

Цель достигается совокупным решением ряда задач, каждая из которых имеет свои особенности. Публикации в журналах МБД WoS, Scopus, отнесенных к квартилям Q1 и Q2, считают престижными, а их авторы, как правило, — общепризнанные авторитеты в сфере ИИ, относящиеся к категории «Исследователи ИИ». Публикации во всех журналах WoS, Scopus также престижны для категории «Разработчики ИИ». Публикации в журналах, индексируемых в РИНЦ с учетом категорий журнала, необходимы для российских соискателей ученой степени кандидата и доктора наук. В то же время публикации, отнесенные в РИНЦ к категории K1, используются в российских наукометрических показателях вместо квартилей Q1 и Q2 в связи с санкционной политикой недружественных стран.

Методология и методы исследования

Основу методологии проведенного исследования составляет экспертный анализ публикаций в журналах, индексируемых в РИНЦ и WoS/Scopus и отнесенных к квартилям Q1 и Q2, а также материалов конференций уровня A*, за 2017–2021 гг., тематика которых относится к сфере ИИ. Критерием отнесения статьи к тематике ИИ стало наличие в полях поиска «название публикации» и (или) «ключевые слова», «аннотация» словосочетаний из областей технологий и субтехнологий ИИ.

Выборка осуществлялась из открытых баз данных публикаций с использованием python-библиотек и пакетов для обработки и анализа данных. Анализ публикаций об ИИ в научных журналах, индексируемых в РИНЦ, проведен в 2019–2022 гг. с выделением категорий K1, K2, K3 журналов согласно Перечню ВАК [13].

Перечень областей технологий и субтехнологий ИИ включал в себя 15 областей тех-

нологий и 98 субтехнологий ИИ, подробно описанных в одной из работ [14, с. 122]. Этот же перечень размещен в открытом доступе на сайте «Кадры высшей научной квалификации» [15].

Информационный массив публикаций в изданиях WOS/Scopus и РИНЦ содержал в структурированном формате наименование публикаций, фамилии, имена и отчества авторов, аффилиацию для российских авторов, наименование журнала, дату издания, области технологии ИИ.

Результаты исследования

После обработки массива данных публикаций в изданиях A* и Q1 и Q2 WOS/Scopus оказалась 901 уникальная публикация за 2017–2021 гг., в том числе 251 публикация в 2021 г. Авторами этих высокорейтинговых публикаций выступают российские специалисты, указавшие в аффилиации наименование места работы российскую научную или образовательную организацию.

Массив публикаций в научных журналах РИНЦ об ИИ в 2020 г. содержал 1 945 публикаций, в 2021 г. — 1 896, в 2022 г. — 2 024. Отбор публикаций проведен аналогично отбору публикаций в журналах баз данных WoS, Scopus. В связи с антироссийскими санкциями и переходом на наукометрические показатели на основе РИНЦ затем выполнено структурное сопоставление российских публикаций, индексируемых в обеих базах данных.

Далее будет рассмотрена тематическая структура публикаций применительно к научным направлениям, областям технологий ИИ и аффилиации авторов публикаций.

Научные направления

Для выделения научных направлений, в рамках которых реализуется публикационная активность исследователей ИИ, использованы названия областей науки и групп научных специальностей Международного классификатора научных специальностей Field of science and technology (FOS) classification in the Frascati Manual [16]. Такой выбор обусловлен тем, что в описании предметных областей журналов WoS/Scopus и материалов конференций A* для каждой статьи указаны коды All Science Journal Classification (ASJC) [17], соответствующие кодам FOS. Эти названия областей науки и научных специальностей очень тесно кор-

релируют с названиями в Номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной в 2021 г. [18].

Публикации проанализированы по группам научных специальностей (ГНС), к которым отнесены опубликованные статьи в сфере ИИ по критерию «научная тематика». Для сравнения структуры публикаций WoS/Scopus в сфере ИИ авторов с российской аффилиацией со структурой публикаций в РИНЦ сопоставлены коды ASJC с кодами Международного классификатора научных специальностей Field of science and technology classification in the Frascati Manual.

В таблице 1 указано количество публикаций в журналах, индексируемых в WoS/Scopus (квартили Q1, Q2) и материалах конференций A*, а также количество публикаций в журналах, индексируемых в РИНЦ, за 2021 г. Сортировка областей науки проведена по количеству публикаций в журналах WoS/Scopus за 2021 г.

В ряде публикаций исследования отнесены к нескольким областям науки, поэтому значения в строке «общий итог» отличаются в большую сторону от приведенного выше общего числа публикаций. Интегральное число высокорейтинговых публикаций в 2021 г. и в период с 2017 по 2021 г. близко к значениям, приведенным в альманахе ИИ [5].

Анализ данных, отраженных в таблице 1, показывает, что в изданиях, индексируемых в МБД WoS/Scopus, относящихся к квартилям Q1, Q2, A*, первое место по количеству занимают публикации, тематика которых посвящена архитектурам искусственных нейронных сетей, алгоритмам (группам методов) машинного обучения. На области науки «1. Natural Sciences» и «2. Engineering and Technology» в 2021 г. приходится 51 % и 26 % соответственно от общего числа публикаций. В журналах, индексируемых в РИНЦ, относящихся к категории K1, к этим областям науки относится 6 % и 12 % публикаций соответственно.

В журналах, индексируемых в РИНЦ, относящихся к категории K1, 69 % от общего числа публикаций относятся к области науки «5. Social Sciences» и освещают юридические, этические вопросы использования ИИ. В журналах WoS/Scopus, относящихся к квартилям Q1, Q2, A*, этой области науки посвящено только 2 % публикаций.

Таким образом, анализ публикационной активности российских авторов по научным

направлениям показывает, что использование показателей РИНЦ категории K1 для замещения наукометрических показателей публикационной активности WoS/Scopus квартилей Q1, Q2 требует дополнительного обоснования.

Следует отметить, что структура распределения публикаций об ИИ по областям науки в WoS/Scopus в 2021 г. схожа с аналогичной за период с 2017 по 2021 г. При одинаковом первом и втором местах в общем перечне областей науки в 2021 г. несколько уменьшилась доля прикладных исследований в WoS/Scopus (26 % в 2021 г. против 30 % за период с 2017 по 2021 г.). На этот же процент возросла доля фундаментальных исследований (51 % в 2021 г. по сравнению с 47 % за период в целом).

Анализ структуры публикаций в журналах РИНЦ говорит о том, что долевое соотношение областей науки для всех публикаций (категории K1–K3 плюс без категории) соответствует таковому для публикаций в журналах РИНЦ категории K1.

Области технологий ИИ

В таблице 2 приведено распределение количества публикаций по 15 областям технологий ИИ. Перечень областей технологий приведен в одном из зарубежных исследований [11]. Распределение выполнено путем экспертного отнесения тематик публикаций к 15 областям технологий ИИ. Критерием отбора послужило наличие в названии публикации и (или) ключевых словах, аннотации словосочетаний из областей технологий ИИ.

Сравнительный анализ структуры публикаций по областям технологий ИИ в журналах Scopus/WoS за пять лет (2017–2021) и за 2021 г. показывает, что эта структура существенно не изменяется, за исключением распределения первого и второго мест, занимаемых областями технологий машинного обучения и компьютерного зрения, процент публикаций по которым вместе с тем изменяется незначительно. Следовательно, для дальнейшего сопоставления можно использовать показатели только за 2021 г.

Как следует из таблицы 2, по тематике публикаций в 2021 г. в журналах РИНЦ доминируют области технологий «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (34 %), «Ответственный искусственный интеллект» (22 %) и «Интеллектуальный анализ данных

Таблица 1

**Распределение количества публикаций по тематике ИИ российских авторов
в высокорейтинговых изданиях, индексируемых в WoS/Scopus, а также в журналах РИНЦ
по областям науки и группам научных специальностей**

Table 1. Distribution of the number of publications on AI topics by Russian authors in highly rated publications indexed in WoS/Scopus, as well as in RSCI journals by fields of science and groups of scientific specialities

Field of science and technology (области науки)	Scientific major groups FOS (2007) (ГНС)	Wos/Scopus, Q1, Q2, 2021		Wos/Scopus, Q1, Q2, 2017–2021		РИНЦ, 2021, К1, К2, К3, без категории		РИНЦ 2021, категория К1	
		кол-во	доля, %	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %
1. Natural Sciences	1.1 Mathematics	4	2	33	3	18	1	1	0
	1.2 Computer and information sciences	82	31	301	27	98	5	11	5
	1.3 Physical sciences	5	2	34	3	4	0	0	0
	1.4 Chemical sciences	9	3	29	3	0	0	0	0
	1.5 Earth and related environmental sciences	14	5	49	4	16	1	0	0
	1.6 Biological sciences	19	7	68	6	6	0	1	0
1. Natural Sciences Итого		133	51	514	47	142	7	13	6
2. Engineering and Technology	2.1 Civil engineering	0	0	1	0	28	1	1	0
	2.2 Electrical engineering, electronic engineering, information engineering	52	20	240	22	113	6	8	4
	2.3 Mechanical engineering	5	2	25	2	2	0	0	0
	2.4 Chemical engineering	0	0	3	0	3	0	0	0
	2.5 Materials engineering	3	1	14	1	3	0	1	0
	2.6 Medical engineering	0	0	2	0	0	0	0	0
	2.7 Environmental engineering	4	2	15	1	25	1	3	1
	2.8 Environmental biotechnology	0	0	2	0	0	0	0	0
	2.10 Nano-technology	0	0	0	0	3	0	0	0
	2.11 Other engineering and technologies	0	0	3	0	27	1	11	5
	<i>ГНС не определена</i>	5	2	26	2	0	0	0	0
2. Engineering and Technology Итого		69	26	331	30	204	11	24	12
3. Medical and Health Sciences	3.1 Basic medicine	4	2	22	2	3	0	1	0
	3.2 Clinical medicine	1	0	6	1	76	4	15	7
	3.3 Health sciences	0	0	5	0	8	0	0	0
	<i>ГНС не определена</i>	17	6	56	5	0	0	0	0
3. Medical and Health Sciences Итого		22	8	89	8	87	5	16	8
4. Agricultural Sciences	4.1 Agriculture, forestry and fisheries	4	2	6	1	8	0	3	1
	4.2 Animal and dairy science	0	0	0	0	1	0	0	0
	4.4 Agricultural biotechnology	0	0	2	0	0	0	0	0
	4.5 Other agricultural sciences	0	0	0	0	1	0	1	0
	<i>ГНС не определена</i>	3	1	12	1	0	0	0	0
4. Agricultural Sciences Итого		7	3	20	2	10	1	4	2
5. Social Sciences	5.1 Psychology and cognitive sciences	2	1	5	0	13	1	1	0
	5.2 Economics and business	2	1	15	1	441	23	30	14
	5.3 Education	0	0	4	0	115	6	10	5
	5.4 Sociology; 5.6 Political Science	0	0	0	0	43	2	10	5
	5.5 Law	0	0	1	0	392	21	76	37
	5.7 Social and economic geography	0	0	0	0	28	1	0	0
	5.8 Media and communications	0	0	8	1	51	3	1	0
	5.9 Other social sciences	0	0	1	0	247	13	15	7
	<i>ГНС не определена</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
5. Social Sciences Итого		4	2	34	3	1 330	70	143	69
6. Humanities	6.1 History and archaeology	0	0	0	0	4	0	0	0
	6.2 Languages and literature	1	0	18	2	22	1	2	1
	6.4 Art (arts, history of arts, performing arts, music)	0	0	1	0	4	0	0	0
	6.3 Philosophy, ethics and religion	0	0	0	0	92	5	5	2
	6.5 Other humanities	0	0	0	0	1	0	0	0
6. Humanities Итого		1	0	19	2	123	6	7	3
<i>Область науки не определена</i>		26	10	95	9	9	0	1	0
Общий итог		262	100	1 102	100	1 905	100	208	100

МЕЛЕХ Н. В., АВЕРЬЯНОВ А. О., ГУРТОВ В. А. О сравнительном анализе тематики научных публикаций в сфере искусственного интеллекта...

Распределение по областям технологий ИИ публикаций авторов с российской аффилиацией в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus/WoS (квартили Q1, Q2), а также материалов конференций уровня А* по тематике ИИ за период с 2017 по 2021 г., и публикаций в РИНЦ за 2021 г.

Table 2. Distribution by fields of AI technologies of publications of authors with Russian affiliation in journals indexed in international databases Scopus/WoS (quartiles Q1, Q2), as well as proceedings of A* level conferences on AI topics for the period from 2017 to 2021, and publications in RSCI for 2021

Область технологии ИИ	Публикации по ИИ в Scopus/WoS (квартили Q1, Q2, конф. А*), 2021 г.		Публикации по ИИ в Scopus/WoS, (квартили Q1, Q2, конф. А*), 2017–2021 гг.		Публикации по ИИ в РИНЦ, категория К1, 2021 г.		Публикации по ИИ в РИНЦ, все категории, 2021 г.	
	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %	кол-во	доля, %
Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение	81	32	261	29	58	28	644	34
Компьютерное зрение	75	30	285	32	2	1	16	1
Информационный поиск	17	7	43	5	1	0	12	1
Предиктивная аналитика	15	6	43	5	1	0	38	2
Беспилотники и автономные роботы, роевой интеллект	13	5	48	5	1	0	27	1
Интеллектуальный анализ данных и процессов, осмысление закономерностей	12	5	58	6	28	13	350	18
Автоматизация процессов	10	4	34	4	13	6	99	5
Промышленные роботы	9	4	20	2	21	10	120	6
Человеко-машинное взаимодействие и рекомендательные системы	7	3	31	3	5	2	49	3
Распознавание и синтез речи	4	2	21	2	0	0	8	0
Биометрическое распознавание	3	1	9	1	1	0	7	0
Интеллектуальная сенсорика (информация с датчиков и обработка)	3	1	23	3	3	1	22	1
Программные агенты	2	1	21	2	1	0	21	1
Машинный перевод, диалог на естественном языке	0	0	4	0		0	12	1
Ответственный ИИ (этика и философия, правовые нормы, безопасность)	0	0	0	0	71	34	422	22
<i>область технологии не определена</i>					2	1	58	3
Всего	251	100	901	100	208	100	1 905	100

* одна публикация по тематике может относиться к разным технологиям ИИ.

и процессов» (18 %). В журналах Scopus/WoS доля публикаций по этим областям технологий составляет 32 %, 0 % и 5 % соответственно.

В журналах Scopus/WoS лидируют, по сравнению с публикациями в журналах РИНЦ, публикации в областях технологий «Компьютерное зрение» (30 %), «Информационный поиск» (7 %), «Предиктивная аналитика» (6 %) и «Беспилотники и автономные роботы» (5 %) против 1 %, 0 %,

0 % и 0 % в РИНЦ соответственно. Анализ структуры публикаций в журналах РИНЦ за 2021 г., представленной в таблице 2, говорит о том, что долевое соотношение всех публикаций (категории К1–К3 плюс без категории) соответствует таковому для категории К1 по всем областям технологий ИИ, кроме областей «Машинное обучение» и «Ответственный искусственный интеллект». В журналах РИНЦ всех категорий по числу публикаций «Машинное обучение»

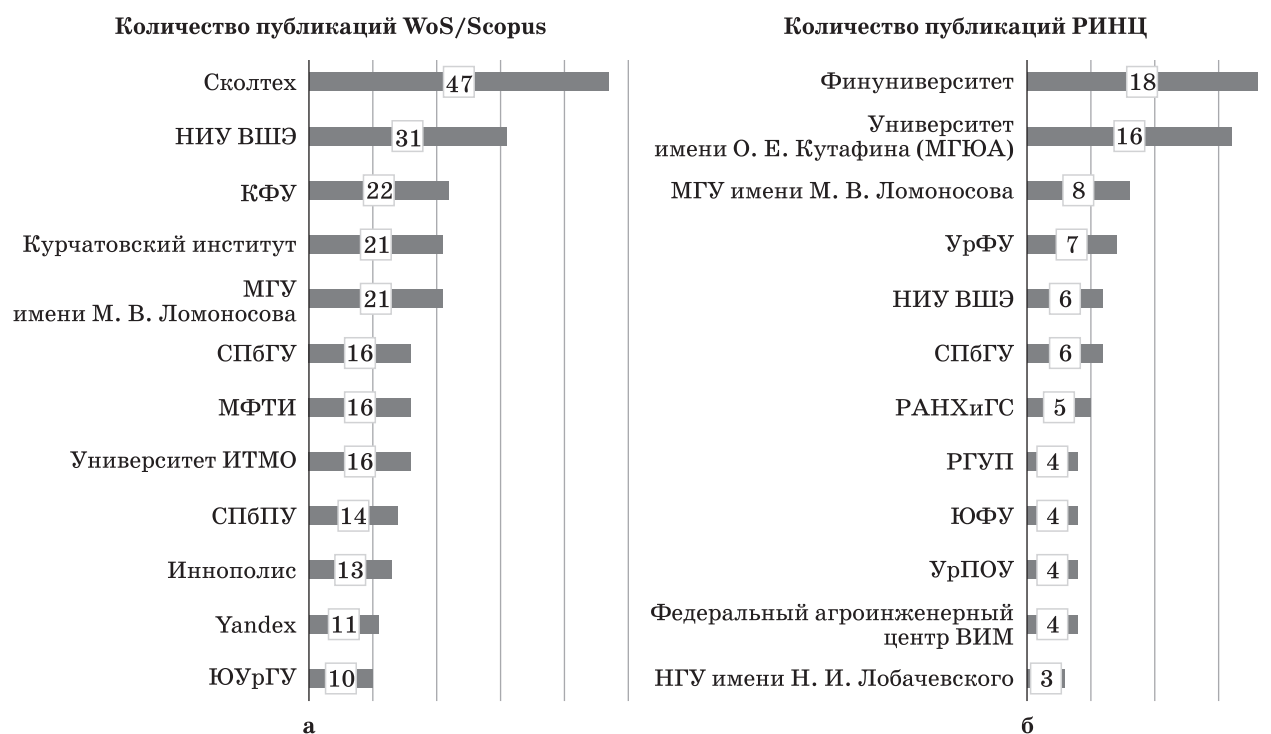


Рис. 1. Топ-12 российских организаций за 2021 г., в которых работают авторы высокорейтинговых публикаций в журналах WoS/Scopus (квартили Q1, Q2, конференции A*) (а) и в журналах РИНЦ (категория K1) (б)

Fig. 1. Top 12 Russian organisations in 2021, where authors of highly rated publications in WoS/Scopus journals (quartiles Q1, Q2, A* conferences) (a) and in RSCI journals (category K1) (b) work

занимает первое место, а область «Ответственный искусственный интеллект» — второе, в журналах категории K1 — наоборот.

Сравнение технологической тематики публикаций WoS/Scopus, Q1, Q2, A* и публикаций РИНЦ K1 говорит о следующем. Среди публикаций WoS/Scopus, Q1, Q2, A* доминирует «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (32 %) и «Компьютерное зрение» (30 %). Среди публикаций РИНЦ категории K1 преобладают «Ответственный искусственный интеллект (этика и философия, правовые нормы, безопасность)» (34 %), «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (28 %) и «Интеллектуальный анализ данных и процессов, осмысление закономерностей» (13 %).

Из приведенного анализа публикационной активности российских авторов по областям технологий ИИ следует, что использование показателей РИНЦ категории K1 для замещения наукометрических показателей публикационной активности WoS/Scopus квартилей Q1, Q2 требует дополнительного обоснования.

Ведущие организации в сфере исследований ИИ

На рисунке 1 представлены диаграммы распределения количества авторов публикаций в журналах, индексируемых WoS/Scopus (квартили Q1 и Q2), материалах конференций уровня A* (рисунок 1а), а также журналах РИНЦ категории K1 (рисунок 1б) по топ-12 российских организаций, определенным по аффилиации авторов в выходных данных публикаций. Российские организации, от имени которых опубликовано наибольшее количество научных журнальных статей, могут выступать как центры ИИ-компетенций, поскольку «центр компетенций может быть определен как устойчивый коллектив специалистов, обладающий доступом к научной и информационной инфраструктуре, и способный получать конкурентоспособные научные результаты в определенном направлении науки» [19].

За 2021 г. количество организаций места работы для авторов в журналах, индексируемых WoS/Scopus, составляло 138, а для авторов в журналах РИНЦ — 118; количество статей — 251 и 208 соответственно.

Безусловным лидером по публикационной активности в высокорейтинговых журналах

WoS/Scopus (квартили Q1, Q2), материалах конференций A* является Сколтех, а журналах РИНЦ (категория K1) — Финансовый университет при Правительстве РФ и Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина. Как видно на рисунке 1, в оба перечня входят три организации: НИУ ВШЭ, Московский государственный университет (МГУ) имени М. В. Ломоносова и Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ). Исследователи ИИ, работающие в данных организациях, имеют индекс Хирша выше 20 [20], 30 ([21; 22]) и даже 45 [23].

Как показал проведенный анализ тематики публикаций, практически каждая из топ-12 организаций аффилиации авторов статей в WoS/Scopus развивает технологии машинного обучения, распознавания и синтеза речи и компьютерного зрения. При этом в перечень групп научных специальностей, по которым публикуются авторы указанных статей, входят «компьютерные науки и информатика», «математика», «прикладная и математическая лингвистика», «электротехника», «физика». Наибольшее число публикаций для организации места работы авторов публикаций в журналах РИНЦ соотносится с такими группами научных специальностей, как «юриспруденция», «экономика», «философия» (в основном «этика»).

Авторами в одной из статей [24, с. 28] приведен топ-12 вузов относительно объема выпуска по образовательным программам в сфере ИИ. Из организаций с максимальной публикационной активностью, представленных на рисунке 2, в топ-12 вузов с максимальным объемом выпуска вошли НИУ ВШЭ, МФТИ, МГУ имени М. В. Ломоносова, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ) и Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ). В топ-12 университетов по базовому образованию соискателей работы в сфере ИИ входят 11 университетов из числа таковых с максимальной публикационной активностью в 2021 г. Кроме вышеперечисленных следует еще указать такие вузы, как СПбГУ, Университет ИТМО, Финансовый университет при Правительстве РФ, Российская академия народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) при Президенте РФ, Сколтех и Уральский федеральный университет (УрФУ).

Выводы

Анализ публикационной активности авторов с российской аффилиацией в журналах, индексируемых WoS/Scopus и РИНЦ в последние несколько лет, тематика которых относится к сфере ИИ, свидетельствует о том, что тематика публикаций, как в высокорейтинговых журналах (Q1, Q2 и A*), K1, так и во всех журналах WoS/Scopus и РИНЦ, характеризуется схожей структурой по научным направлениям и областям технологий ИИ. Вместе с тем структура публикаций по научным направлениям и областям технологий ИИ для журналов WoS/Scopus и для журналов РИНЦ различается. Для тематики публикаций в журналах РИНЦ характерна большая направленность в гуманитарную сферу, для тематик публикаций в журналах WoS/Scopus — в прикладную техническую сферу.

Сравнение высокорейтинговых публикаций WoS/Scopus (Q1, Q2, A*) и публикаций РИНЦ K1 показывает, что среди публикаций WoS/Scopus (Q1, Q2, A*) доминирует тематика области технологии «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (32 %) и «Компьютерное зрение» (30 %). Среди публикаций РИНЦ K1 преобладают «Ответственный искусственный интеллект (этика и философия, правовые нормы, безопасность)» (34 %), «Машинное обучение: представление знаний, онтология, интерпретация, объяснение» (28 %) и «Интеллектуальный анализ данных и процессов, осмысление закономерностей» (13 %).

Проведенный анализ наукометрических показателей российских авторов и публикационной активности по тематике ИИ на основе МБД WoS/Scopus и РИНЦ может послужить в качестве информационной базы применительно к «вопросам создания индустриальных центров компетенций, практического применения технологий интернета вещей, машинного обучения, обработки данных, и ежегодно формировать справочник лучших практик в этой сфере» [25].

Российские организации, сотрудниками которых опубликовано наибольшее количество научных журнальных статей об ИИ, могут выступать в качестве центров ИИ-компетенций. В перечень этих организаций в различных по тематике рейтингах входят Сколтех, Университет ИТМО, НИУ ВШЭ, МГУ имени М. В. Ломоносова, СПбГУ, Финансовый университет при Правительстве РФ, Университет имени О. Е. Кутафина.

Список источников

1. GPT-4 // OpenAI. 2023. March 14. URL: <https://openai.com/research/gpt-4> (дата обращения: 23.06.2023).
2. Бабкин А. В., Алексеева Н. С. Исследование тенденций развития телекоммуникационной отрасли на основе анализа наукометрических данных // Управление наукой и наукометрия. 2019. Т. 14. № 4. С. 523–543. DOI: 10.33873/2686-6706.2019.14-4.523-543
3. Maslej N., Fattorini L., Brynjolfsson E. [et al.]. The AI index 2023 annual report. Stanford, CA: Stanford University, 2023. 386 p. URL: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf (дата обращения: 20.03.2023).
4. Развитие отдельных высокотехнологичных направлений. Белая книга / под ред. М. Ю. Соколовой, Л. Д. Эйделькинда. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022. 188 с.
5. Токарев Б. Е., Токарев Р. Б. Анализ рынка искусственного интеллекта: динамика патентования технологий // Практический маркетинг. 2020. № 1. С. 38–44. DOI: 10.24411/2071-3762-2020-10006
6. Ерохин С. Д. Научно-исследовательская активность российских ученых в области искусственного интеллекта // Электросвязь. 2019. № 6. С. 23–26.
7. Индекс 2022: аналитический сборник № 12 / ред. И. Пивоваров // Искусственный интеллект: альманах. М.: Центр компетенций Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», 2023. Июль. 46 с. URL: <https://ict.moscow/static/pdf/files/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2022.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).
8. Индекс 2021: аналитический сборник № 10 / ред. И. Пивоваров // Искусственный интеллект: альманах. М.: Центр компетенций Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», 2022. Апрель. 71 с. URL: [https://uploads-ssl.webflow.com/6251899e0c25e712e9a8704a/63160ee136500537b7d8193a_%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2021%20\(2\).pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/6251899e0c25e712e9a8704a/63160ee136500537b7d8193a_%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2021%20(2).pdf) (дата обращения: 10.06.2023).
9. Palos-Sánchez P. R., Baena-Luna P., Badicu A., Infante-Moro J. C. Artificial intelligence and human resources management: A bibliometric analysis // Applied artificial intelligence. 2022. Vol. 36. No. 1. P. 3629–3655. DOI: 10.1080/08839514.2022.2145631
10. Song P., Wang X. A bibliometric analysis of worldwide educational artificial intelligence research development in recent twenty years // Asia Pacific Education Review. 2020. Vol. 21. No. 3. P. 473–486. DOI: 10.1007/s12564-020-09640-2
11. Identification and analysis of core topics in educational artificial intelligence research: A bibliometric analysis / S. Pu, N. A. Ahmad, M. N. M. Khambari, N. K. Yap // Cypriot Journal of Educational Sciences. 2021. Vol. 16. No. 3. P. 995–1009. DOI: 10.18844/cjes.v16i3.5782
12. Bibliometric analysis of the application of artificial intelligence techniques to the management of innovation projects / J. M. Mesa Fernández, J. J. González Moreno, E. P. Vergara-González, G. Alonso Iglesias // Applied Sciences. 2022. Vol. 12. No. 22. Article 11743. DOI: 10.3390/app122211743
13. О Перечне рецензируемых научных изданий: письмо Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ от 6 декабря 2022 г. № 02-1198 // Гарант.ру: информ.-правовой портал. 2022. 27 декабря. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405821249/?ysclid=lm8x0mcrfy438132507> (дата обращения: 09.08.2023).
14. Система классификации технологий в сфере искусственного интеллекта для кадрового прогнозирования / В. А. Гуртов, А. О. Аверьянов, Д. Ж. Корзун, Н. В. Смирнов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 3. С. 113–133. DOI: 10.15838/esc.2022.3.81.6
15. Кадры высшей научной квалификации // Центр бюджетного мониторинга. URL: <http://science-expert.ru/ai> (дата обращения: 15.06.2023).
16. Revised field of science and technology (FOS) classification in the Frascati manual // United Nations Statistics Division (UNStats). URL: <https://unstats.un.org/wiki/display/EC/Revised+Field+of+Science+and+Technology+%28FOS%29+classification+in+the+Frascati+Manual> (дата обращения: 15.06.2023).
17. What is the complete list of Scopus Subject Areas and All Science Journal Classification Codes (ASJC)? // Scopus. 2023. February 02. URL: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15181/supporthub/scopus/ (дата обращения: 15.06.2023).
18. Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации

- от 10 ноября 2017 г. № 1093; приказ Министерства образования и науки РФ от 24 февраля 2021 г. № 118 (в ред. от 24.07.2023) // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-24022021-n-118-ob-utver-zhdenii/?ysclid=lm8y6vsz7w800597620> (дата обращения: 09.08.2023).
19. Методика выявления центров компетенций авиационной науки на основе публикационной и патентной активности / В. Г. Беленков, В. И. Будзко, Д. А. Девяткин [и др.] // Труды Института системного программирования РАН. 2020. Т. 32. Вып. 4. С. 21–40. DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(4)-2
 20. Molchanov D., Ashukha A., Vetrov D. Variational dropout sparsifies deep neural networks // Proceedings of the 34th International conference on machine learning (ICML 2017). (Sydney, August 6-11, 2017). Maastricht: ML Research Press, 2017. Vol. 70. P. 2498–2507. URL: <https://proceedings.mlr.press/v70/molchanov17a/molchanov17a.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).
 21. Ivanov S., Burnaev E. Anonymous walk embeddings // Proceedings of the 35th International conference on machine learning (ICML 2018). (Stockholm, July 10-15, 2018). Maastricht: ML Research Press, 2018. Vol. 80. P. 2186–2195. URL: <https://proceedings.mlr.press/v80/ivanov18a/ivanov18a.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).
 22. Dvurechensky P., Gashnikov A., Kroshnin A. Computational optimal transport: Complexity by accelerated gradient descent is better than by Sinkhorn’s algorithm // Proceedings of the 35th International conference on machine learning (ICML 2018). (Stockholm, July 10-15, 2018). Maastricht: ML Research Press, 2018. Vol. 80. P. 1367–1376. URL: <https://proceedings.mlr.press/v80/dvurechensky18a/dvurechensky18a.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).
 23. Tensor train decomposition on TensorFlow (T3F) / A. Novikov, P. Izmailov, V. Khrulkov [et al.] // The Journal of Machine Learning Research. 2020. Vol. 21. P. 1–7. URL: <https://www.jmlr.org/papers/volume21/18-008/18-008.pdf> (дата обращения: 23.06.2023).
 24. Аверьянов А. О., Стенуль И. С., Гуртов В. А. Обеспечение потребности сферы искусственного интеллекта кадрами с высшим образованием // Университетское управление: практика и анализ. 2022. Т. 26. № 4. С. 22–36. DOI: 10.15826/umpra.2022.04.028
 25. Перечень поручений по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта» // Президент России: офиц. сайт. 2021. 16 декабря. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/67375> (дата обращения: 23.06.2023).

References

1. GPT-4. OpenAI. Mar. 14, 2023. URL: <https://openai.com/research/gpt-4> (accessed on 23.06.2023).
2. Babkin A.V., Alekseeva N.S. Development trends within the telecommunications industry: A study based on scientometric data. *Upravlenie nauкой i naukometriya = Science Governance and Scientometrics*. 2019;14(4):523-543. (In Russ.). DOI: 10.33873/2686-6706.2019.14-4.523-543
3. Maslej N., Fattorini L., Brynjolfsson E. et al. The AI index 2023 annual report. Stanford, CA: Stanford University; 2023. 386 p. URL: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf (accessed on 20.03.2023).
4. Sokolova M.Yu., Eidel’kind L.D., eds. Development of individual high-tech areas: White paper. Moscow: NRU HSE; 2022. 188 p. (In Russ.).
5. Tokarev B.E., Tokarev R.B. Market analysis of artificial intelligence: Dynamics of patenting technologies. *Prakticheskii marketing = Practical Marketing*. 2020;(1):38-44. (In Russ.). DOI: 10.24411/2071-3762-2020-10006
6. Erokhin S.D. Research activities of Russian scientists in artificial intelligence. *Elektrosvyaz’ = Electrosvyaz Magazine*. 2019;(6):23-26. (In Russ.).
7. 2022 index. Almanac “Artificial Intelligence”. Analytical collection. 2023;(12). URL: <https://ict.moscow/static/pdf/files/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2022.pdf> (accessed on 16.07.2023). (In Russ.).
8. 2021 index. Almanac “Artificial Intelligence”. Analytical collection. 2022;(10). URL: [https://uploads-ssl.webflow.com/6251899e0c25e712e9a8704a/63160ee136500537b7d8193a_%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2021%20\(2\).pdf](https://uploads-ssl.webflow.com/6251899e0c25e712e9a8704a/63160ee136500537b7d8193a_%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%98%D0%98-2021%20(2).pdf) (accessed on 10.06.2023). (In Russ.).
9. Palos-Sánchez P.R., Baena-Luna P., Badicu A., Infante-Moro J.C. Artificial intelligence and human resources management: A bibliometric analysis. *Applied Artificial Intelligence*. 2022;36(1):3629-3655. DOI: 10.1080/08839514.2022.2145631
10. Song P., Wang X. A bibliometric analysis of worldwide educational artificial intelligence research development in recent twenty years. *Asia Pacific Education Review*. 2020;21(3):473-486. DOI: 10.1007/s12564-020-09640-2

11. Pu S., Ahmad N.A., Khambari M.N.M., Yap N.K. Identification and analysis of core topics in educational artificial intelligence research: A bibliometric analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. 2021;16(3):995-1009. DOI: 10.18844/cjes.v16i3.5782
12. Mesa Fernández J.M., González Moreno J.J., Vergara-González E.P., Alonso Iglesias G. Bibliometric analysis of the application of artificial intelligence techniques to the management of innovation projects. *Applied Sciences*. 2022;12(22):11743. DOI: 10.3390/app122211743
13. On the List of peer-reviewed scientific publications. Letter of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated December 6, 2022 No. 02-1198. Garant.ru. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405821249/?ysclid=lm8x0mcpfy438132507> (accessed on 09.08.2023). (In Russ.).
14. Gurtov V.A., Averyanov A.O., Korzun D.Zh., Smirnov N.V. A system for classification of technologies in the field of artificial intelligence for personnel forecasting. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2022;15(3):113-133. DOI: 10.15838/esc.2022.3.81.6 (In Russ.: *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz*. 2022;15(3):113-133. DOI: 10.15838/esc.2022.3.81.6).
15. Personnel of the highest scientific qualifications. Budget Monitoring Center. URL: <http://science-expert.ru/ai> (accessed on 15.06.2023). (In Russ.).
16. Revised field of science and technology (FOS) classification in the Frascati manual. United Nations Statistics Division (UNStats). URL: <https://unstats.un.org/wiki/display/EC/Revised+Field+of+Science+and+Technology+%28FOS%29+classification+in+the+Frascati+Manual> (accessed on 15.06.2023).
17. What is the complete list of Scopus Subject Areas and All Science Journal Classification Codes (ASJC)? Scopus. Feb. 02, 2023. URL: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15181/supporthub/scopus/ (accessed on 15.06.2023).
18. On approval of the nomenclature of scientific specialties for which academic degrees are awarded, and amendments to the Regulations on the Council for the Defense of Dissertations for the Scientific Degree of Candidate of Sciences, for the Scientific Degree of Doctor of Science, approved by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated November 10, 2017. No. 1093. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated February 24, 2021 No. 118 (as amended on July 24, 2023). Laws, Codes and Legal Acts of the Russian Federation. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-24022021-n-118-ob-utverzhenii/?ysclid=lm8y6vsz7w800597620> (accessed on 09.08.2023). (In Russ.).
19. Belenkov V.G., Budzko V.I., Devyatkin D.A. et al. Methodology for identifying centers of excellence in aviation science based on publication and patent activity. *Trudy Instituta sistemnogo programirovaniya RAN = Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS*. 2020;32(4):21-40. (In Russ.). DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(4)-2
20. Molchanov D., Ashukha A., Vetrov D. Variational dropout sparsifies deep neural networks. In: Proc. 34th Int. conf. on machine learning (ICML 2017). (Sydney, August 6-11, 2017). Maastricht: ML Research Press; 2017;70:2498-2507. URL: <https://proceedings.mlr.press/v70/molchanov17a/molchanov17a.pdf> (accessed on 15.06.2023).
21. Ivanov S., Burnaev E. Anonymous walk embeddings. In: Proc. 35th Int. conf. on machine learning (ICML 2018). (Stockholm, July 10-15, 2018). Maastricht: ML Research Press; 2018;80:2186-2195. URL: <https://proceedings.mlr.press/v80/ivanov18a/ivanov18a.pdf> (accessed on 15.06.2023).
22. Dvurechensky P., Gasnikov A., Kroshnin A. Computational optimal transport: Complexity by accelerated gradient descent is better than by Sinkhorn's algorithm. In: Proc. 35th Int. conf. on machine learning (ICML 2018). (Stockholm, July 10-15, 2018). Maastricht: ML Research Press; 2018;80:1367-1376. URL: <https://proceedings.mlr.press/v80/dvurechensky18a/dvurechensky18a.pdf> (accessed on 15.06.2023).
23. Novikov A., Izmailov P., Khrulkov V. et al. Tensor train decomposition on TensorFlow (T3F). *Journal of Machine Learning Research*. 2020;21:1-7. URL: <https://www.jmlr.org/papers/volume21/18-008/18-008.pdf> (accessed on 23.06.2023).
24. Averyanov A.O., Stepus I.S., Gurtov V.A. Staffing the sphere of artificial intelligence with higher-educated personnel. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*. 2022;26(4):22-36. (In Russ.). DOI: 10.15826/umpa.2022.04.028
25. List of instructions following the results of the conference "Journey into the world of artificial intelligence". Official website of the President of Russia. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/67375> (accessed on 23.06.2023). (In Russ.).

Сведения об авторах

Наталья Валерьевна Мелех

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Центра бюджетного мониторинга

Петрозаводский государственный университет
185910, Республика Карелия, Петрозаводск,
Ленина пр., д. 33

Александр Олегович Аверьянов

аспирант, ведущий специалист Центра бюджетного мониторинга

Петрозаводский государственный университет
185910, Республика Карелия, Петрозаводск,
Ленина пр., д. 33

Валерий Алексеевич Гуртов

доктор физико-математических наук, профессор, директор Центра бюджетного мониторинга

Петрозаводский государственный университет
185910, Республика Карелия, Петрозаводск,
Ленина пр., д. 33

Поступила в редакцию 14.07.2023
Прошла рецензирование 05.08.2023
Подписана в печать 21.09.2023

Information about Authors

Natalia V. Melekh

PhD in Physical and Mathematical Sciences, senior researcher of the Budget Monitoring center

Petrozavodsk State University
33 Lenin Ave., Petrozavodsk 185910, Republic of Karelia, Russia

Alexandr O. Averyanov

postgraduate student, leading specialist of the Center for Budget Monitoring

Petrozavodsk State University
33 Lenin Ave., Petrozavodsk 185910, Republic of Karelia, Russia

Valery A. Gurtov

D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Center of Budget Monitoring

Petrozavodsk State University
33 Lenin Ave., Petrozavodsk 185910, Republic of Karelia, Russia

Received 14.07.2023
Revised 05.08.2023
Accepted 21.09.2023

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.