УДК 004.8:005.94

НАУЧНО-ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (I КВАРТАЛ 2023 ГОДА)

(Материал предоставлен департаментом по исследовательским центрам в сфере искусственного интеллекта Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации совместно с Национальным центром развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации)

SCIENTIFIC PUBLICATION ACTIVITY IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE – Q1 2023

(The material was provided by the Department for Research Centers in the Field of Artificial Intelligence of the Analytical Center for the Government of the Russian Federation together with the National Centre for AI Development for the Government of the Russian Federation)

АСТАХОВ
Сергей Владимирович,
заместитель руководителя департамента по исследовательским центрам в сфере искусственного интеллекта Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации

НАКВАСИН
Сергей Юрьевич,
директор Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации

Sergey Astakhov,
Deputy Head of the Department for Research Centers in the Field of Artificial Intelligence of the Analytical Center for the Government of the Russian Federation

Sergei Nakvasin,
Director of the National Centre for AI Development for the Government of the Russian Federation

Аннотация: Лидерами по научно-публикационной активности в сфере искусственного интеллекта за первый квартал 2023 года являются Китай, США и Великобритания. Китай лидирует со значительным отрывом и сохраняет свое место в рейтинге в течение последних четырех кварталов. При этом Россия находится на 19-м месте, опережая Сингапур, но демонстрируя ослабление своей позиции за последние четыре квартала. Следует отметить стабильное укрепление позиций Сингапура, поднявшегося за последний год с 26-го на 20-е место по ежеквартальному числу научных публикаций в сфере искусственного интеллекта.

Abstract: The leaders in scientific publication activity in the field of artificial intelligence for the first quarter of 2023 are China, the USA and the UK. China leads by a significant margin and has maintained its place in the rankings for the past four quarters. At the same time, Russia is in 19th place, ahead of Singapore, but demonstrating a weakening of its position over the past four quarters. It should be noted the strengthening of the position of Singapore, which has risen over the past year from 26th to 20th place in terms of the quarterly number of scientific publications in the field of artificial intelligence.

Наиболее популярной темой по числу публикаций в первом квартале 2023 года является электронная инженерия. При этом наиболее востребованной темой по числу цитирований является программное обеспечение. В целом перечни из пяти самых популярных и самых востребованных тем соответствуют друг другу.

По числу публикаций в наиболее популярных темах лидируют Китай (наиболее активная организация – Китайская академия наук) и США (наиболее активные организации – университеты Корнелл, Гарвард и Карнеги – Меллона). Эти же страны и организации сохраняют свое лидерство в наиболее востребованных темах. Следует отметить, что в двух наиболее популярных темах позиции России по числу публикаций существенно слабее, чем по остальным темам.

Наиболее авторитетным научным журналом, опубликовавшим статьи в сфере искусственного интеллекта за первый квартал 2023 года, является Imformation Fusion, отнесенный к квартилю цитируемости 1 и характеризующийся импакт-фактором 4,56 (SJR). Основная тематика журнала: совместная обработка информации с различных датчиков из нескольких источников.

Доля статей с наиболее значимыми результатами составляет 0,4 % от общего числа публикаций.

Лидером по публикациям в наиболее авторитетных журналах за первый квартал 2023 года является Китай.

Коммерческие компании публикуют результаты научных исследований по следующим темам: медицина, инженерия (в том числе электронная), материаловедение, биохимия, компьютерные сети, аппаратное обеспечение. Эти результаты опубликованы в журналах, не входящих в перечень наиболее авторитетных журналов.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, публикационная активность, наукометрия, управление знаниями*

The most popular topic in terms of the number of publications in the first quarter of 2023 is electronic engineering. At the same time, the most popular topic in terms of the number of citations is software. In general, the lists of the five most popular and most cited topics correspond to each other.

In terms of the number of publications in the most popular topics, the leaders are China (the most active organization is the Chinese Academy of Sciences) and the United States (the most active organizations are Cornell, Harvard and Carnegie Mellon Universities). The same countries and organizations retain their leadership in the most popular topics. It should be noted that in the two most popular topics, Russia's position in terms of the number of publications is significantly weaker than in other topics.

The most authoritative scientific journal that published articles in the field of artificial intelligence in the first quarter of 2023 is Imformation Fusion, which is assigned a citation quartile of 1 and has an impact factor of 4.56 (SJR). The main theme of the journal is the joint processing of information from various sensors from several sources.

The share of articles with the most significant results is 0.4 % of the total number of publications.

The leader in publications in the most authoritative journals for the first quarter of 2023 is China.

Commercial companies publish the results of scientific research on the following topics: medicine, engineering (including electronics), materials science, biochemistry, computer networks, hardware. These practical results are published in journals that has a smaller impact factor than those publishing fundamental results.

Keywords: *artificial intelligence, publication activities, scientometrics, knowledge management*

Ситуация в мире

По данным ресурса Lens.org, за первый квартал 2023 года было опубликовано 77 529 статей. На рисунках 1 и 2 приведены графики квартальной динамики числа публикаций за последний год и за прошедшие пять лет.

Результаты, представленные на рисунках 1 и 2, позволяют сделать вывод о том, что мировая ежеквартальная научно-публикационная активность в сфере искусственного интеллекта показала стремительный рост за последние четыре года и продолжает расти в течение последнего года. Текущее число публикаций за первый квартал 2023 года существенно меньше такового за прошедшие четыре квартала, что связано с продолжающимся процессом индексации публикаций в рассматриваемом периоде. Следует отметить, что в конце прошлого квартала число проиндексированных публикаций составляло 61 565.

Таким образом, реальное число публикаций первого квартала 2023 года, предположительно, вырастет более чем на 200 % и тренд роста ежеквартального числа публикаций сохранится. При этом необходимо отметить, что число публикаций за первый квартал 2023 года может возрасти, поскольку процесс индексации публикаций за указанный период системой Lens.org еще продолжается.

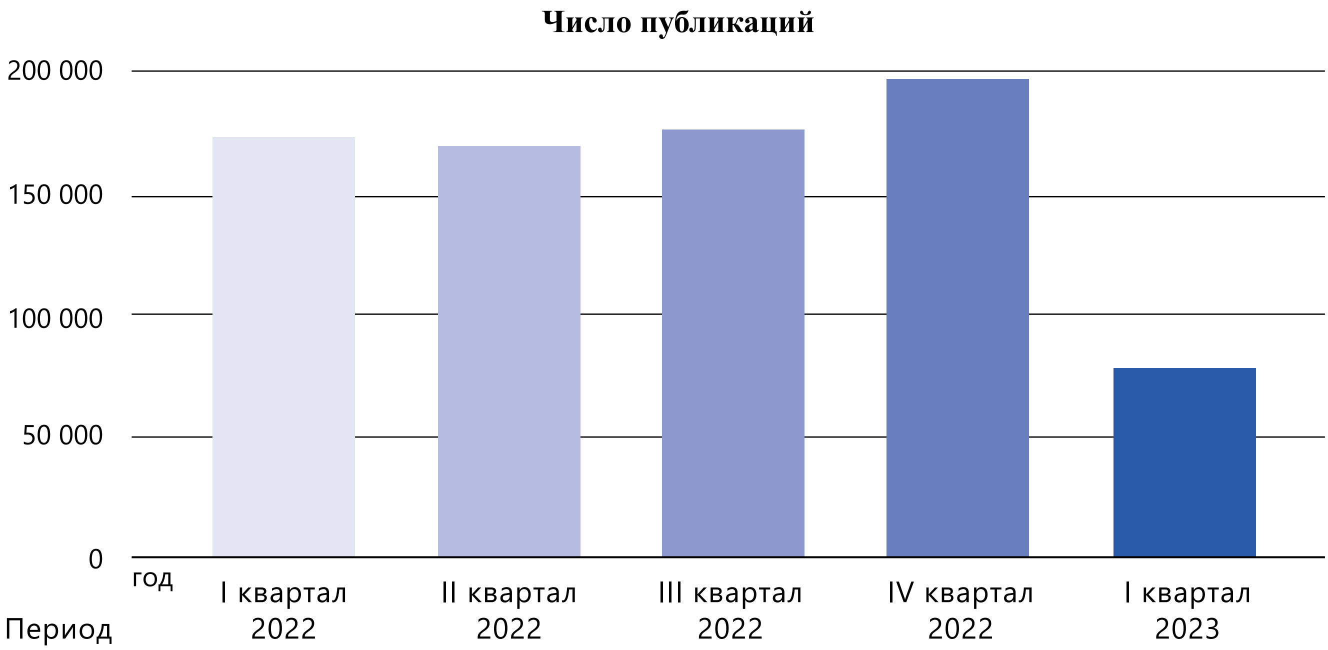

Рисунок 1. Динамика квартального числа публикаций за 2023 год

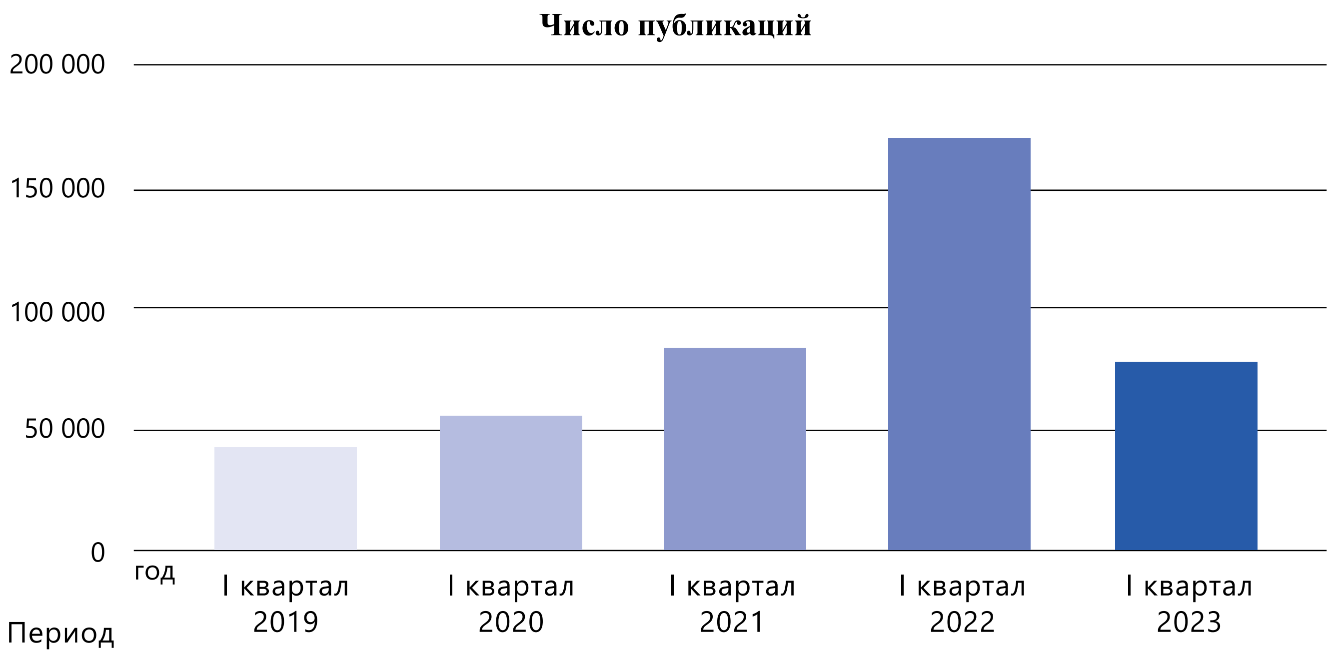

Рисунок 2. Динамика числа научных публикаций в сфере искусственного интеллекта в первом квартале за прошедшие пять лет

Ниже приведен рейтинг стран по числу научных публикаций в сфере искусственного интеллекта за первый квартал 2023 года:

1. CHINA.
2. UNITED STATES.
3. UNITED KINGDOM.
4. GERMANY.
5. CANADA.
6. ITALY.
7. AUSTRALIA.
8. JAPAN.
9. INDIA.
10. REPUBLIC OF KOREA.
11. NETHERLANDS.
12. FRANCE.
13. INDONESIA.
14. SPAIN.
15. SWITZERLAND.
16. IRAN.
17. SWEDEN.
18. BRAZIL.
19. RUSSIA.
20. SINGAPOR.

Россия занимает 19-е место с 350 публикациями, опережая Сингапур (315 статей), но уступая Бразилии (351 статья). Динамика позиций стран-лидеров и России за последние четыре квартала приведена на рисунке 3.

Таким образом, лидером по научно-публикационной активности в сфере искусственного интеллекта за первый квартал 2023 года является Китай, сохранявший свое место в рейтинге в течение последних четырех кварталов. При этом Россия находится на 19-м месте, демонстрируя ослабление своей позиции за последние четыре квартала. Следует также отметить стабильное укрепление позиций Сингапура, поднявшегося с 26-го на 20-е место по ежеквартальному числу научных публикаций в сфере искусственного интеллекта.

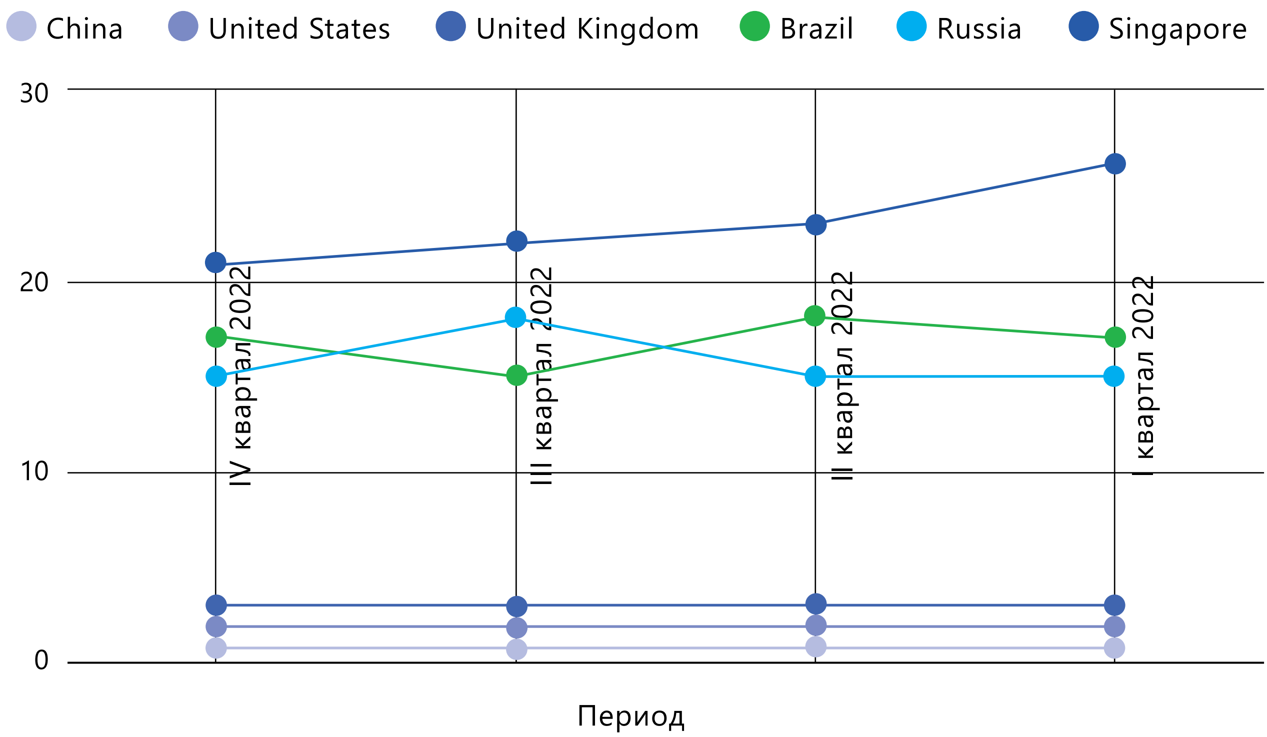

Рисунок 3. Позиции стран - лидеров по числу научных публикаций в сфере искусственного интеллекта в течение последних четырех кварталов

Темы публикаций

Наиболее популярными по числу публикаций за первый квартал 2023 года являются следующие темы:

1. Electrical and Electronic Engineering – 5226 публикаций.
2. General Medicine – 4834 публикации.
3. Software – 2657 публикаций.
4. General Engineering – 2590 публикаций.
5. Computer Networks and Communications – 2371 публикация.

При этом по среднему цитированию наиболее востребованными являются следующие темы:

1. Software.
2. Computer Networks and Communications.
3. Control and Systems Engineering.
4. Electrical and Electronic Engineering.
5. General Medicine.

Наиболее популярной темой по числу публикаций в первом квартале 2023 года является электронная инженерия. При этом наиболее востребованной темой по числу цитирований является программное обеспечение. В целом перечни из пяти самых популярных и самых востребованных тем соответствуют друг другу.

В рамках наиболее популярных тем научных публикаций в сфере искусственного интеллекта лидерами по числу публикаций являются страны, представленные в таблице 1.

Лидерами по числу научных публикаций в наиболее востребованных темах являются страны, приведенные в таблице 2.

Анализ тематики научных публикаций, вышедших в первом квартале 2023 года, показывает, что по числу публикаций в наиболее популярных темах лидируют Китай (наиболее активная организация – Китайская академия наук) и США (наиболее активные организации – университеты Корнелл, Гарвард и Карнеги – Меллона). Эти же страны и организации сохраняют свое лидерство в наиболее востребованных темах. Следует отметить, что в двух наиболее популярных темах позиции России по числу публикаций существенно слабее, чем по остальным темам.

Таблица 1.
Страны – лидеры по числу публикаций и наиболее активные организации в этих странах по наиболее популярным темам

Пози-ция	Страна	Название организации
	Электротехника и электронная промышленность	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Корнеллский университет
3	Индия	Научно-технический институт SRM
4	Италия	Миланский политехнический университет
5	Великобритания	Имперский колледж Лондона
23	Россия	Российская академия наук
	Общая медицина	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Гарвардский университет
3	Индонезия	Индонезийский университет образования
4	Великобритания	Университетский колледж Лондона
5	Германия	Шарите
16	Россия	Российская академия наук
	Программное обеспечение	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Университет Карнеги - Меллона
3	Индия	Тапарский университет
4	Великобритания	Имперский колледж Лондона
5	Австралия	Университет Монаша
37	Россия	Российская академия наук
	Общее машиностроение	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Мичиганский университет
3	Республика Корея	Сеульский национальный университет
4	Италия	Болонский университет
5	Великобритания	Университетский колледж Лондона
19	Россия	Университет Иннополис
	Компьютерные сети и средства связи	
1	Китай	Китайская академия наук
2	Индия	Технологический институт Веллора, университет
3	США	Институт перспективных исследований
4	Великобритания	Университет Глазго
5	Италия	Флорентийский университет
40	Россия	Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Таблица 2.
Страны – лидеры по числу публикаций и наиболее активные организации в этих странах по наиболее востребованным темам

Пози-ция	Страна	Название организации
	Программное обеспечение	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Университет Карнеги – Меллона
3	Индия	Тапарский университет
4	Великобритания	Имперский колледж Лондона
5	Австралия	Университет Монаша
37	Россия	Российская академия наук
	Компьютерные сети и средства связи	
1	Китай	Китайская академия наук
2	Индия	Технологический институт Веллора, университет
3	США	Институт перспективных исследований
4	Великобритания	Университет Глазго
5	Италия	Флорентийский университет
40	Россия	Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана
	Проектирование систем управления	
1	Китай	Пекинский технологический институт
2	США	Массачусетский технологический институт
3	Италия	Миланский политехнический университет
4	Индия	Аннамалайский университет
5	Республика Корея	Корейский университет
25	Россия	Российская академия наук
	Электротехника и электронная промышленность	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Корнеллский университет
3	Индия	Научно-технический институт SRM
4	Италия	Миланский политехнический университет
5	Великобритания	Имперский колледж Лондона
23	Россия	Российская академия наук
	Общая медицина	
1	Китай	Китайская академия наук
2	США	Гарвардский университет
3	Индонезия	Индонезийский университет образования
4	Великобритания	Университетский колледж Лондона
5	Германия	Шарите
16	Россия	Российская академия наук

Наиболее значимые научные результаты

Наиболее значимые результаты, как правило, публикуются исследователями в научных изданиях, характеризующихся высоким уровнем признания мировым сообществом. Уровень признания научного издания обычно определяется средней цитируемостью опубликованных в нем статей, количественно характеризующейся квартилем цитируемости и импакт-фактором журнала. Такие метрики публикуются на сайте Scimago Journal Ranking.

Анализ библиографических данных научных статей в сфере искусственного интеллекта, опубликованных за первый квартал 2023 года, показывает, что доля статей в журналах первого квартиля цитируемости (Q1) от общего числа публикаций составляет 0,4 %.

На основе указанных выше метрик сформирован перечень из десяти статей, опубликованных за рассматриваемый период в наиболее авторитетных научных журналах:

1. Wujie Zhou, Yuchun Yue, Meixin Fang, Xiaohong Qian, Rongwang Yang, Lu Yu. BCINet: Bilateral cross-modal interaction network for indoor scene understanding in RGB-D images// Information Fusion, Volume: 94, Page: 32–42. DOI: 10.1016/j.inffus.2023.01.016. Число цитирований: 8. Представлена новая сеть для сканирования местности RGB-D под названием BCINet, в которой данные RGB и данные о глубине помещения дополняют друг друга с помощью предлагаемого двустороннего кросс-модального интеграционного модуля (BCIM – bilateral cross-modal integration module).
2. Thien Huynh-The, Thippa Reddy Gadekallu, Weizheng Wang, Gokul Yenduri, Pasika Ranaweera, Quoc-Viet Pham, Daniel Benevides da Costa, Madhusanka Liyanage. Blockchain for the metaverse: A Review// Future Generation Computer Systems, Volume: 143, Page: 401–419. DOI: 10.1016/j.future.2023.02.008. Число цитирований: 6. Представлена идея объединения блокчейна и искусственного интеллекта для разработки метавселенной, рассматривается потенциальная корреляция между метавселенной и блокчейном с помощью многоуровневой архитектуры.
3. Peide Liu, Ran Dang, Peng Wang, Xiaoming Wu. Unit consensus cost-based approach for group decision-making with incomplete probabilistic linguistic preference relations// Information Sciences, Volume: 624, Page: 849–880. DOI: 10.1016/j.ins.2022.12.114. Число цитирований: 2. Предложен новый подход к принятию решений на основе группового консенсуса, основанный на InPLPR (неполное вероятностное отношение лингвистических предпочтений), учитывающий согласованность, сеть социального доверия (STN) и согласованную корректировку затрат на единицу продукции.
4. Xiaoyang Liu, Shulin Liu, Jiawei Xiang, Ruixue Sun. A conflict evidence fusion method based on the composite discount factor and the game theory// Information Fusion, Volume: 94, Page: 1–16. DOI: 10.1016/j.inffus.2023.01.009. Число цитирований: 2. Предложен новый метод объединения конфликтующих данных, основанный на комбинированном коэффициенте дисконтирования и теории игр.
5. Zhuo Lin Li, Gao Wei Zhang, Jie Yu, Ling Yu Xu. Dynamic graph structure learning for multivariate time series forecasting// Pattern Recognition, Volume: 138, Page: 109423–109423. DOI: 10.1016/j.patcog.2023.109423. Число цитирований: 1. Предложена новая сеть под названием SDGL (static and dynamic graph learning network), которая улучшает прогнозирование многомерных временных рядов путем моделирования скрытых зависимостей между переменными с помощью изученных графиков. SDGL моделирует зависимости между переменными как статические долгосрочные и динамические краткосрочные модели, где краткосрочные модели отражают динамическую природу многомерных временных рядов, таким образом справляясь со сложными ситуациями реального мира (потребление энергии, планирование дорожного движения и изменение климата).
6. Wenjuan Ren, Zhanpeng Yang, Xiang Wang. A two-branch symmetric domain adaptation neural network based on Ulam stability theory// Information Sciences, Volume: 628, Page: 424–438. DOI: 10.1016/j.ins.2023.01.096. Число цитирований: 1. Представленная в статье обобщенная модель автоэнкодера имеет более высокую стабильность и более высокую скорость сходимости в контексте количества итераций.
7. Alex X Wang, Stefanka S Chukova, Binh P Nguyen. Ensemble k-nearest neighbors based on centroid displacement// Information Sciences, Volume: 629, Page: 313–323. DOI: 10.1016/j.ins.2023.02.004. Число цитирований: 1. Представлен простой, но эффективный вариант улучшения метода k ближайших соседей (*k*-NN), названный Ensemble Centroid Displacement-based *k*-NN (ECDNN), который использует однородность ближайших соседей тестовых экземпляров.
8. Naijie Chai, Wenliang Zhou, Zhigang Jiang. Sustainable supplier selection using an intuitionistic and interval-valued fuzzy MCDM approach based on cumulative prospect theory// Information Sciences, Volume: 626, Page: 710–737. DOI: 10.1016/j.ins.2023.01.070. Число цитирований: 1. Разработан новый нечеткий подход MCDM, основанный на сочетании интуиционных нечетких множеств, интервально-значных нечетких множеств и теории кумулятивных перспектив для выбора наиболее стабильного, устойчивого поставщика.
9. Quanmin Wei, Jinyan Wang, Xingcheng Fu, Jun Hu, Xianxian Li. AIC-GNN: Adversarial information completion for graph neural networks// Information Sciences, Volume: 626, Page: 166–179. DOI: 10.1016/j.ins.2022.12.112. Число цитирований: 1. Предложена новая стратегия завершения обработки информации для графовых нейронных сетей (Graph neural networks – GNN) для лучшего изучения представления узлов низкой степени – новая подключаемая структура Adversarial Information Completion Graph Neural Networks (AIC-GN).
10. Olha Kaminska, Chris Cornelis, Veronique Hoste. Fuzzy rough nearest neighbour methods for detecting emotions, hate speech and irony// Information Sciences, Volume: 625, Page: 521–535. DOI: 10.1016/j.ins.2023.01.054. Число цитирований: 1. Авторами предлагается интегрировать нечеткие методы ближайшего соседа и текстовые вложения, чтобы обеспечить более прозрачную и интерпретируемую структуру для извлечения внутренних характеристик текста, таких как эмоции, ненавистнические высказывания и ирония.

Параметры научных изданий, опубликовавших указанные статьи, приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 следует, что наиболее авторитетным научным журналом, опубликовавшим статьи в сфере искусственного интеллекта за первый квартал 2023 года, является Imformation Fusion, отнесенный к квартилю цитируемости 1 и характеризующийся импакт-фактором 4,56 (SJR). Основная тематика журнала: совместная обработка информации с различных датчиков из нескольких источников.

Лидером по публикациям в наиболее авторитетных журналах за первый квартал 2023 года является Китай.

Таблица 3. Пять наиболее авторитетных журналов, в которых опубликованы статьи в сфере искусственного интеллекта, и тематика этих журналов

Название журнала	Импакт-фактор	Квартиль
Information Fusion	4,56	1
Pattern Recognition	3,11	1
Future Generation Computer Systems	2,33	1
Information Sciences	2,29	1
Knowledge-Based Systems	2,19	1

Интересы индустрии

Отдельный интерес представляют научные исследования, в которых принимают участие коммерческие компании, поскольку результаты таких исследований с высокой долей вероятности будут внедрены в компаниях и выйдут на рынок в качестве продукта. Анализ научных публикаций, подготовленных в соавторстве с сотрудниками компаний, показал, что за рассматриваемый период интерес индустрии привлекали следующие темы:

1. General Medicine – 20 публикаций.
2. Electrical and Electronic Engineering – 18 публикаций.
3. General Engineering – 13 публикаций.
4. General Physics and Astronomy – 12 публикаций.
5. General Materials Science – 11 публикаций.
6. Biochemistry – 10 публикаций.
7. Multidisciplinary – 10 публикаций.
8. Computer Networks and Communications – 9 публикаций.
9. Energy Engineering and Power Technology – 8 публикаций.
10. Hardware and Architecture – 8 публикаций.

Ниже приведен перечень компаний – лидеров по числу публикаций в сфере искусственного интеллекта.

1. Virginia Tech – 85 публикаций.
2. Google – 60 публикаций.
3. Riken – 53 публикаций.
4. IBM – 49 публикаций.
5. AstraZeneca – 13 публикаций.
6. China Electronics Technology Group Corporation – 11 публикаций.
7. China Southern Power Grid – 10 публикаций.
8. Noise Consultants Limited – 8 публикаций.
9. State Grid Corporation of China – 8 публикаций.

Таким образом, коммерческие компании публикуют результаты научных исследований по следующим темам: медицина, инженерия (в том числе электронная), материаловедение, биохимия, компьютерные сети, аппаратное обеспечение. Эти результаты опубликованы в журналах, не входящих в перечень наиболее авторитетных журналов.

Приложение

МЕТОДОЛОГИЯ

- Поиск и анализ научных публикаций в сфере искусственного интеллекта проводился на Интернет-ресурсе Lens.org.
- Поиск публикаций проводился 3 апреля 2023 г по дате публикации из интервала 1 января 2023 года – 31 марта 2023 года.
- Поиск публикаций проводился по следующим областям знаний:
  - Artificial intelligence.
  - Machine learning.
  - Deep learning.
  - Computer vision.
  - Pattern recognition.
  - Artificial neural network.
  - Convolutional neural network.
  - Natural language processing.
  - Reinforcement learning.
  - Data science.
  - Robustness (computer science).
  - Speech recognition.