

ISSN 2782-3806
ISSN 2782-3814 (Online)
УДК 004.8 : 61

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ: ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Пчелкин А. А., Музалева О. В., Ахминеева А. Х.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение
высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Ахминеева Азиза Халиловна,
Военно-медицинская академия
им. С. М. Кирова,
ул. Академика Лебедева, д. 6,
Санкт-Петербург, Россия, 194044.
E-mail: aaziza@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.08.2024
и принята к печати 12.09.2024.

РЕЗЮМЕ

Стремительное развитие информационных технологий в здравоохранении, рост объемов данных и усложнение методов диагностики и лечения привели к тому, что искусственный интеллект начал все чаще применяться в этой отрасли.

В статье рассмотрено текущее состояние развития искусственного интеллекта в двух странах — лидерах здравоохранения: Российской Федерации и Соединенных Штатах Америки. Выбор объектов сравнения обусловлен открытостью официальных источников информации о состоянии отрасли, а также высоким фактическим уровнем развития цифровизации медицины в этих странах. Сравнение проводилось по пяти пунктам: распространенность, нормативно-правовая регуляция, направления развития, ответственность за разработку и возможности интеграции с существующим цифровым контуром здравоохранения.

Ключевые слова: информационные технологии в здравоохранении, искусственный интеллект, машинное обучение, медицинские информационные системы, нейронные сети, цифровая медицина.

Для цитирования: Пчелкин А.А., Музалева О.В., Ахминеева А.Х. Технологии искусственного интеллекта в медицине: динамика развития в Российской Федерации и за рубежом. Российский журнал персонализированной медицины. 2024;4(5):384-389. DOI: 10.18705/2782-3806-2024-4-5-384-389. EDN: ATZEFY

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN MEDICINE: DEVELOPMENT DYNAMICS IN THE RUSSIAN FEDERATION AND ABROAD

Pchelkin A. A., Muzaleva O. V., Akhmineeva A. Kh.

Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Military Medical Academy named after S. M. Kirov" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Akhmineeva Aziza Kh.,
Military Medical Academy named after
S. M. Kirov,
Academika Lebedeva str., 6,
Saint Petersburg, Russia, 194044.
E-mail: aaziza@mail.ru

Received 23 August 2024; accepted
12 September 2024.

ABSTRACT

The rapid development of information technology in healthcare, the growth of data volumes and the complexity of diagnostic and treatment methods have led to the fact that artificial intelligence has begun to be used more and more often in this industry.

The article examines the current state of artificial intelligence development in two leading healthcare countries: the Russian Federation and the United States of America. The choice of comparison objects is due to the openness of official sources of information on the state of the industry, as well as the high actual level of development of digitalization of medicine in these countries. The comparison was carried out on five points: prevalence, legal regulation, development directions, responsibility for development and the possibility of integration with the existing digital healthcare circuit.

Key words: artificial intelligence, digital medicine, information technology in health care, machine learning, medical information systems, neural networks.

For citation: Pchelkin AA, Muzaleva OV, Akhmineeva AKh. Artificial intelligence technologies in medicine: development dynamics in the Russian Federation and abroad. Russian Journal for Personalized Medicine. 2024;4(5):384-389. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2024-4-5-384-389. EDN: ATZEFY

Список сокращений: ИИ — искусственный интеллект, МИС — медицинская информационная система, ПО — программное обеспечение, РФ — Российская Федерация, СИИ — система искусственного интеллекта, США — Соединенные Штаты Америки.

Современное здравоохранение плотно переплетено с информационными технологиями. В числе глобальных трендов цифровая трансформация здравоохранения выступает одним из значимых элементов: высокотехнологичная роботизированная хирургия, электронные медицинские карты, порталы здравоохранения с дистанционной записью к врачам, компьютеризированная медицинская аппаратура, виртуальные ассистенты пациента [1]. Трудно переоценить важность внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в мировое здравоохранение. Прогресс алгоритмических моделей делает их быстрее, точнее и надежнее. В настоящее время уже можно использовать ИИ для решения большого спектра медицинских задач.

Искусственный интеллект — это широкое понятие, в которое входят такие термины, как «машинное обучение», «нейронные сети», «глубокое обучение» и др. Вышеуказанные технологии позволяют решать задачи, ответы на которые не были заложены в компьютерных алгоритмах, модель сама должна просчитать результат и, по возможности, обучиться на этом примере для улучшения точности ответов в будущем [2].

Внедрение ИИ в здравоохранение — длительный процесс, требующий колоссальных финансовых затрат, непрерывных поисков путей решения встречающихся проблем и кадровой обеспеченности. Страны, занимающиеся этим направлением, оказались на разных этапах урегулирования возникающих вопросов. Для наглядности разницы в развитии будет рассмотрено современное состояние ИИ в здравоохранении Российской Федерации (РФ) и Соединенных Штатов Америки (США). Выбор США в качестве объекта изучения связан с их существенным вкладом в цифровизацию медицины и прозрачностью информации о состоянии здравоохранения страны.

Сравнительная характеристика развития ИИ в здравоохранении стран осуществлялась по следующим пунктам: распространенность ИИ в здравоохранении государства, государственное регулирование, популярность типов ИИ в медицинских организациях, создание наборов данных и обучение моделей, внедрение СИИ в рабочий цикл медицинских организаций.

По масштабу распространения ИИ в отрасли можно косвенно судить о финансовых вложениях

в инфраструктуру, оборудование и программное обеспечение (ПО) и получить общее понимание степени зрелости ИИ в здравоохранении страны.

Изучение нормативно-правового поля государственной политики в области использования ИИ в здравоохранении позволит сделать выводы о заинтересованности государства в развитии этой сферы и лучше понять степень регулирования технологий ИИ.

Разработчики ПО предлагают разные продукты на основе ИИ: системы помощи в управлении медицинской организацией, предиктивная аналитика, анализ медицинских изображений, компьютерная диагностика, виртуальные помощники и прочие решения. Частота использования того или иного типа важна для понимания примерного пути развития технологий в здравоохранении страны.

Для того чтобы ПО с технологией ИИ начало выдавать корректные ответы, необходимо провести первичное обучение модели на размеченном наборе данных. Набор данных (или датасет) — это специально подготовленный ряд изображений, видео, текстовой или звуковой информации, необходимый для обучения модели. Для больших моделей используется датасет, начинающийся от 10 000 элементов, для которых требуются емкие банки памяти и мощные компьютеры для их обучения [3]. Возникла проблема резкого увеличения объема медицинских данных (рукописные тексты, изображения), а также низкого качества исходных материалов из-за отсутствия валидации и их фильтрации персоналом [4]. Наличие репрезентативного релевантного и корректно размеченного датасета — необходимое требование, существенно замедляющее развитие ИИ. Так, алгоритмы, обученные на выборке низкого качества, показывают слабую эффективность и выдают некорректные результаты [5].

Внедрение систем искусственного интеллекта (СИИ) в рабочий цикл медицинских информационных систем (МИС) организаций вызывает затруднения. Используемая в медицинской организации МИС может не иметь необходимого функционала для возможности добавить стороннюю СИИ, использующиеся при работе ИИ данные должны строго отправляться по защищенным каналам связи, аппаратное обеспечение организации должно соответствовать минимальным техническим требованиям.

В 2023 году Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве РФ исследовал применение технологий ИИ в разных отраслях экономики и социальной сферы. В опросе участвовало более 15 федеральных ведомств и 4120 организаций. Согласно данным подготовленного аналитического доклада «Индекс интеллектуаль-

ной зрелости отраслей экономики, секторов социальной сферы и системы государственного управления Российской Федерации» в здравоохранении применение СИИ достигает 36,6 % [6]. Этот сектор получил интегральный индекс 0,53 из 1,0 балла, что относится к категории развивающихся отраслей.

Согласно данным о государственных закупках медицинскими организациями продуктов на основе ИИ общая сумма контрактов за 2023 год составила 630 млн рублей, что более чем в 7 раз больше по сравнению с предыдущим годом (87,9 млн рублей) [7].

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в Российской Федерации на период до 2030 года направлена на внедрение ИИ в здравоохранение и отмечает его одним из ключевых направлений развития отрасли [8]. Несомненно, данная технология повысит эффективность оказания помощи населению, так как уже сейчас алгоритмические модели могут выполнять определенные задачи намного быстрее людей. Развитие ИИ дополнительно регулируется законодательной базой — Федеральным законом от 31.07.2020 № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации».

Важный аспект в создании медицинских СИИ — наличие и использование национальных стандартов, регламентирующих как процессы разработки, так и области применения, зоны ответственности, вопросы бюджетирования и контроля качества. Россия первой в мире создала национальные стандарты для ИИ в здравоохранении — «Системы искусственного интеллекта в клинической медицине» (ГОСТ Р 59921.X-2022) [9].

Дополнительно был создан и принят документ рекомендательного характера «Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта», который определяет принципы этики и правила поведения ИИ, регуляторные механизмы применения этого документа [10].

В 2020 году в развитии ИИ в Российской Федерации ключевое направление было взято на разработку виртуальных ассистентов и помощников среднего медицинского персонала [11]. Современный тренд (на 2024 год) сместился в сторону персонализированной медицины: технологии удаленного поддержания здоровья, дистанционный мониторинг, цифровые клиники и аптеки, системы поддержки принятия врачебных решений и биотехнологии [12, 13].

До 2020 года разработчиками проводилось изучение технологии, ее тестирование на более простых программах, таких как чат-боты для пациентов, а сейчас возникает необходимость появления и развития сложных высокоуровневых структур, например, систем телемедицинских консультаций [14].

Специалисты, обладающие и медицинскими, и техническими компетенциями, показывают большую эффективность в работе с ИИ, выборкой данных, датасетами и обучением моделей [15].

В РФ создана отдельная «Платформа ИИ Минздрав», на которую ведомство загружает приоритетные задачи развития конкретных направлений СИИ. В описании каждой задачи дополнительно прикрепляется готовый датасет, с помощью которого разработчики ПО могут обучать новую модель. Например, на платформе размещена задача «Выявление снижения фракции выброса по ЭКГ-исследованию» с подробным описанием. К задаче прикреплен архив с более чем 10 000 исследований ЭКГ, размеченных соответствующим образом. Составлением этого набора занимались медицинские и технические специалисты [16]. Данный подход к разработке ИИ в здравоохранении позволяет снизить нагрузку и на медицинских работников, и на разработчиков ПО, а также улучшить качество датасетов для последующего использования.

За счет государственного контроля и использования Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) в РФ проблема интеграции и подключения новых программных продуктов с ИИ практически полностью нивелируется [17]. Унифицированные требования к программному интерфейсу позволяют разработчикам ИИ систем сфокусироваться на функционале, а не на способах интеграции в локальную медицинскую информационную систему.

США занимают лидирующее положение на зарубежном рынке ИИ в здравоохранении, его использование в отрасли страны достигает 37–40 % [18]. По состоянию на 2023 год государство инвестировало в здравоохранение на СИИ 7,2 млрд долларов США [19]. Доля ИИ в общем объеме инвестиций достигла самого высокого уровня в истории, что позволяет отнести этот сектор, так же как и отечественный, к категории развивающихся отраслей.

В то же время текущая нормативно-правовая база США пока не обладает национальными стандартами в области ИИ здравоохранения (как ГОСТ в РФ). Такой пробел в законодательстве и особенно территориального устройства страны затрудняют распространение технологии из-за возможных проблем интеграции систем от разных разработчиков ПО. Однако в Белом доме разработан «Национальный стратегический план исследования и развития искусственного интеллекта», а также «Билль о правах в сфере искусственного интеллекта», в котором описаны 5 этических принципов использования ИИ [20, 21]. Эти документы определили правильный вектор развития СИИ в здравоохранении

США, что позволит избежать нарушения прав граждан страны.

Здравоохранение США аналогично российскому стремится к персонализированной медицине. Наибольшее распространение получили ИИ-продукты, связанные с анализом изображений (в радиологии), геномной инженерией, роботизированной хирургией и интернетом-вещей (IoT). Последний является технологией для «умного» объединения данных с разных медицинских устройств и мгновенного синтеза информации в понятный врачу массив информации [22].

В Национальном стратегическом плане исследования и развития искусственного интеллекта составлена отдельная глава о разработке наборов данных для обучения и тестирования моделей, в которой указано о наличии дорожной карты и плана внедрения национальной инфраструктуры (включающей данные, ПО и аппаратное обеспечение), созданных целевой группой Национальных исследовательских ресурсов по ИИ. Данные документы призваны обеспечить исследователям и разработчикам открытый доступ к данным, вычислениям, обученным моделям и инструментам обучения новых моделей.

Соединенные Штаты Америки столкнулись с проблемой интеграции СИИ в МИС медицинских организаций. Поставщики систем электронных медицинских карт (ЭМК) и МИС в США зачастую не включают в свои технологии полноценный интерфейс взаимодействия (API) и встраивания ИИ. Приложения ЭМК либо автономны по своей природе, либо направлены только на определенную область работы (лабораторная диагностика, регистрация, рецепты) [23]. Их поставщики встраивают ограниченные варианты ИИ-помощников, но полноценные СИИ от других разработчиков интегрировать слишком сложно.

Интеграция ИИ в систему здравоохранения государства имеет большой потенциал, который можно отрегулировать только при последовательной стратегии развития этой технологии. Отечественный и зарубежный опыт в области ИИ отличаются по вопросу государственного регулирования, стандартизации разработки, векторам развития систем и принятию управленческих решений. В свою очередь, привлечение специалистов медицинского и технического профиля повысит эффективность внедрения ИИ.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Tsvetkova LA, Kurakov FA, Karmina RL. Key trends in the development of global public health: 2021–2023. *Public Health*. 2024; 4(2):4–17. In Russian [Цветкова Л.А., Кураков Ф.А., Кармина Р.Л. Ключевые тренды развития глобального общественного здравоохранения: 2021–2023 гг. *Общественное здоровье*. 2024; 4(2):4–17].
2. Helm JM, Swiergosz AM, Haeberle HS, et al. Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2020; 13(1):69–76.
3. Tan SS, Gao G, Koch S. Big Data and Analytics in Healthcare. *Methods Inf Med*. 2015; 54(6):546–7.
4. Willeminck MJ, Koszek WA, Hardell C, et al. Preparing Medical Imaging Data for Machine Learning. *Radiology*. 2020; 295(1):4–15.
5. Sigaeva DV, Loginov MS. The influence of the quality of the initial dataset for machine learning on the accuracy of diagnosis. *Scientist*. 2022; 4(22). In Russian [Сигаева Д.В., Логинов М.С. Влияние качества исходного набора данных для машинного обучения на точность диагноза. *Scientist*. 2022; 4(22)].
6. National Center for Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation. 2023 Index of intellectual maturity of economic sectors, social sectors and public administration system of the Russian Federation, National Center for R&D under the Government of the Russian Federation. https://ai.gov.ru/knowledgebase/infrastruktura-ii/2023_indeks_intellektualynoy_zrelosti_otrasley_ekonomiki_sektorov_socialynoy_sfery_i_sistemy_gosudarstvennogo_upravleniya_rossiyskoy_federacii_ncrri_pripravitelystve_rf/ (02 October 2024).
7. National Center for Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation. Public procurement of AI products for medical institutions in Russia has increased more than 7 times in a year. <https://ai.gov.ru/mediacenter/goszakupki-ii-produktov-dlya-meduchrezhdeniy-v-rossii-za-god-vyrosli-bolee-chem-v-7-raz-/?pageStart=20> (02 October 2024).
8. Government of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation dated 10.10.2019 No. 490. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (02 October 2024).
9. Rosstandart — Catalog of national standards. GOST R 59921.0-2022 Artificial intelligence systems in clinical medicine. Basic principles. https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationState=JBPNs_rO0ABXcYAARmcm9tAAAAQADMjAwAAdfXOVPRi9f (02 October 2024).

10. Alliance in the field of artificial intelligence. Code of Ethics in AI. <https://ethics.a-ai.ru/> (02 October 2024).
11. National Center for Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation. 2020 Trends in the development of artificial intelligence in medicine, ilabs, Moscow Innovation Agency. https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2020_trendy_razvitiya_iskusstvennogo_intellekta_v_medicine_ilabs_agentstvo_innovatsiy_goroda_moskvy_/ (02 October 2024).
12. Fedotkina SA, Karaylanov MG. Assessment of the social effectiveness of providing medical care to patients with a cardiological profile using the method of remote monitoring of blood pressure. *News of the Russian Military Medical Academy*. 2024; 43(2):159–166. In Russian [Федоткина С.А., Карайланов М.Г. Оценка социальной эффективности оказания медицинской помощи пациентам кардиологического профиля с применением метода дистанционного мониторинга артериального давления. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2024; 43(2):159–166].
13. National Center for Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation. 2024 Review of key technology trends in medicine and healthcare, kept. https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2024_obzor_klyuchevykh_tehnologicheskikh_trendov_v_medicine_i_zdravooxranenii_kept/ (02 October 2024).
14. Fedotkina SA, Akhmineeva AK, Karaylanov MG. Best practices in the application of telemedicine technologies in the Russian Federation and abroad. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023; 15(3):295–312. In Russian [Федоткина С.А., Ахминеева А.Х., Карайланов М.Г. Лучшие практики применения телемедицинских технологий в Российской Федерации и за рубежом. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023; 15(3):295–312].
15. Russell RG, Lovett Novak L, Patel M, et al. Competencies for the Use of Artificial Intelligence-Based Tools by Health Care Professionals. *Acad Med*. 2023; 98(3):348–356.
16. Ministry of Health AI Platform. Healthcare priorities - Detection of decreased ejection fraction by ECG examination <https://ai.minzdrav.gov.ru/task/11/datasets/13/description> (02 October 2024).
17. Pchelkin AA. Prospects and risks of the transition to a unified medical information system in Saint Petersburg. *Epomen: Medical Sciences*. 2024; 14:105–112. In Russian [Пчелкин А.А. Перспективы и риски перехода на единую медицинскую информационную систему в Санкт-Петербурге. *Эпомен: медицинские науки*. 2024; 14:105–112].
18. Binariks. Artificial Intelligence in Healthcare: Market Size, Growth, and Trends. <https://binariks.com/blog/artificial-intelligence-ai-healthcare-market/> (02 October 2024).
19. Silicon Valley Bank. The AI-Powered Healthcare Experience - Mapping the Patient Journey (analytic report). <https://www.svb.com/trends-insights/reports/artificial-intelligence-ai-in-healthcare/> (02 October 2024).
20. Government of the United States of America. National artificial intelligence research and development strategic plan 2023 update. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/National-Artificial-Intelligence-Research-and-Development-Strategic-Plan-2023-Update.pdf> (02 October 2024).
21. Government of the United States of America. Ai bill of rights. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Blueprint-for-an-AI-Bill-of-Rights.pdf> (02 October 2024).
22. Sadoughi F, Behmanesh A, Sayfour N. Internet of things in medicine: A systematic mapping study. *J Biomed Inform*. 2020; 103:103383.
23. Rajkomar A, Oren E, Chen K, et al. Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *NPJ Digit Med*. 2018; 8(1):18.

Информация об авторах:

Пчелкин Алексей Алексеевич, аспирант кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Минобороны России;

Музалева Ольга Владимировна, к.м.н., доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Минобороны России;

Ахминеева Азиза Халиловна, д.м.н., доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Минобороны России.

Authors information:

Pchelkin Aleksey A., postgraduate student of the Department of Health Organization and Public Health of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov;

Muzaleva Olga V., candidate of Medical Sciences, associate Professor of the Department of Health Organization and Public Health of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov;

Akhmineeva Aziza Kh., Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Health Organization and Public Health of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov.