

Искусственный интеллект в здравоохранении: исторический путь, вызовы и перспективы (1960-2025 гг.)

В XXI в. искусственный интеллект (ИИ) стал одним из ключевых драйверов цифровой трансформации здравоохранения. Его внедрение охватывает практически все уровни оказания медицинской помощи — от первичного звена до высокотехнологичных клиник, обеспечивая автоматизацию рутинных процессов, повышение точности диагностики и персонализацию лечения. Глобальные вызовы — старение населения, рост распространенности и тяжести хронических заболеваний, дефицит медицинских кадров, а также необходимость обеспечения равного доступа к медицинской помощи — формируют потребность в масштабных цифровых решениях. ИИ рассматривается не только как инструмент оптимизации клинических и административных процессов, но и как технологическая основа для новой парадигмы здравоохранения, в которой акцент смещается с лечения на профилактику и раннее выявление заболеваний.

Выбор временного периода 1960-2025 гг. для настоящего исследования обусловлен исторической значимостью этих шести десятилетий в развитии ИИ в медицине. Именно в 1960-е гг. появились первые медицинские информационные системы, положившие начало автоматизированной обработке медицинских данных. В последующие десятилетия развитие экспертных систем, машинного обучения, глубокого обучения и генеративных моделей привело к формированию многоуровневой инфраструктуры ИИ в здравоохранении, а к 2025 г. технологии достигли высокой степени интеграции в клиническую практику.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративный искусственный интеллект, рекурсивное самосовершенствование, глубокое обучение, нейронные сети, GPT, кодекс этики применения искусственного интеллекта, DICOM, дескиллинг.

Отношения и деятельность: нет.

Для цитирования: Вошев Д. В., Шепель Р. Н., Вошева Н. А., Драпкина О. М. Искусственный интеллект в здравоохранении: исторический путь, вызовы и перспективы (1960–2025 гг.). *Первичная медико-санитарная помощь*. 2025;2(3):35-47. doi: 10.15829/3034-4123-2025-72. EDN: EBDZFN

Вошев Д. В.^{1*},
Шепель Р. Н.^{1,2},
Вошева Н. А.³,
Драпкина О. М.^{1,2}

¹ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Минздрава России, Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО "Российский университет медицины" Минздрава России, Москва, Российская Федерация

³Акционерное общество "Центр хранения данных" — дочерняя компания ПАО "Ростелеком", Москва, Российская Федерация

*Corresponding author
(Автор, ответственный за переписку):
DVvoshev@yandex.ru

Поступила: 15.08.2025

Рецензия получена: 04.09.2025

Принята: 17.09.2025



Artificial intelligence in healthcare: historical trajectory, challenges and prospects (1960-2025)

In the 21st century, artificial intelligence (AI) has become one of the key drivers of the digital transformation of healthcare. Its implementation spans virtually all levels, from primary care to high-tech clinics, enabling the automation of routine processes, increased diagnostic accuracy, and personalized treatment. Global challenges, such as population aging, the increasing prevalence and severity of chronic diseases, a shortage of healthcare professionals, and the need to ensure equal access to healthcare requires large-scale digital solutions. AI is viewed not only as a tool for optimizing clinical and administrative processes but also as the technological foundation for a new healthcare paradigm, shifting the emphasis from treatment to prevention and early detection.

The choice of 1960-2025 time period for this study is due to the historical significance of these six decades in the development of AI in medicine. It was in the 1960s that the first health information systems appeared, marking the beginning of automated medical data processing. In subsequent decades, the development of expert systems, machine learning, deep learning, and generative models led to the formation of a multi-layered AI infrastructure in healthcare, and by 2025, these technologies had reached a high degree of integration into clinical practice.

Keywords: artificial intelligence, generative AI, recursive self-improvement, deep learning, neural networks, GPT, artificial intelligence code of ethics, DICOM, deskilling.

Relationships and Activities: none.

For citation: Voshev D. V., Shepel R. N., Vosheva N. A., Drapkina O. M. Artificial intelligence in healthcare: historical trajectory, challenges and prospects (1960–2025). *Primary Health Care (Russian Federation)*. 2025;2(3):35-47. doi: 10.15829/3034-4123-2025-72. EDN: EBZDFN

Voshev D. V.^{1*},
Shepel R. N.^{1,2},
Vosheva N. A.³,
Drapkina O. M.^{1,2}

¹National Medical Research Center
for Therapy and Preventive Medicine
of the Ministry of Health of Russia,
Moscow, Russian Federation

²Russian University of Medicine
of the Ministry of Health of Russia,
Moscow, Russian Federation

³Data Storage Center JSC —
a subsidiary of Rostelecom PJSC,
Moscow, Russian Federation

*Corresponding author:
DVvoshev@yandex.ru

Received: 15.08.2025
Revision received: 04.09.2025
Accepted: 17.09.2025

ИИ — искусственный интеллект, МИ — медицинское изделие, СППКР — система поддержки принятия клинических решений.



Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Искусственный интеллект (ИИ) в здравоохранении с 1960-х гг. прошёл путь от экспертных систем и первых алгоритмов до современных генеративных моделей и базовых архитектур, внедрённых в клиническую практику.

Что добавляют результаты исследования?

- Работа систематизирует историческую эволюцию ИИ в медицине, выделяя ключевые этапы и тенденции вплоть до 2025 г., и показывает российский контекст с учётом регистрации медицинских изделий и внедрения "МосМедИИ".
- Результаты подчеркивают переход к новой парадигме здравоохранения, ориентированной на профилактику, предикцию и персонализацию, а также обозначают перспективы развития вплоть до гипотезы рекурсивного самосовершенствования и сверхразумного ИИ.

Key messages

What is known about the subject of the study?

- Artificial intelligence (AI) in healthcare has evolved since the 1960s from expert systems and early algorithms to modern generative models and basic architectures implemented in clinical practice.

What do the study results add?

- This paper systematizes the historical evolution of AI in medicine, highlighting key stages and trends up to 2025, and illustrates the Russian context, taking into account the registration of medical devices and the implementation of MosMedAI.
- The results highlight the transition to a new health-care paradigm focused on prevention, prediction and personalization, and also indicate development prospects up to the recursive self-improvement hypothesis and superintelligent AI.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) в современном понимании представляет собой совокупность свойств и возможностей искусственно созданных систем выполнять интеллектуальные и творческие задачи, которые традиционно относились исключительно к сфере человеческой деятельности. В отличие от концепции искусственного сознания, ИИ ориентирован не на воспроизведение субъективного опыта, а на разработку алгоритмов и технологий, позволяющих моделировать процессы восприятия, анализа, принятия решений и генерации новых решений [1]. С научной точки зрения ИИ является междисциплинарным направлением, объединяющим методы информатики, математики, когнитивных наук и инженерии для создания интеллектуальных машин и программных систем. Одним из его ключевых аспектов выступает использование вычислительных ресурсов для исследования, моделирования и воспроизведения механизмов человеческого мышления, при этом применяемые методы не обязательно копируют биологические процессы, лежащие в основе естественного интеллекта [2].

Цель исследования — описать эволюцию развития ИИ в здравоохранении в период с 1960 по 2025 гг., выявить ключевые этапы его развития и внедрения, показать трансформацию медицинской практики под влиянием интеллектуальных технологий, а также обозначить перспективы и вызовы дальнейшего применения ИИ в медицине.

Задачи исследования:

- Проследить историю развития ИИ в медицине — от первых экспертных систем и алгоритмов (1960-1970-е гг.) до современных генеративных моделей и базовых архитектур.
- Рассмотреть ключевые технологические этапы: появление систем поддержки принятия клинических решений (СППР), внедрение нейронных сетей и глубокого обучения.
- Оценить российский контекст развития ИИ в здравоохранении: регистрацию медицинских изделий (МИ) с ИИ, создание платформы "МосМедИИ", формирование этических и правовых рамок.
- Выявить основные вызовы применения ИИ — "черный ящик", предвзятость данных, риск утраты клинической компетентности, технические ограничения генеративных моделей.
- Определить долгосрочные перспективы развития ИИ в медицине, включая гипотезу рекурсивного самосовершенствования и концепцию сверхразумного ИИ.

История развития: как ИИ менял здравоохранение с 1960-х гг. до наших дней

Анализ трансформации здравоохранения под влиянием ИИ невозможен без изучения эволюции самих интеллектуальных технологий — от первых алгоритмических и экспертных систем до со-

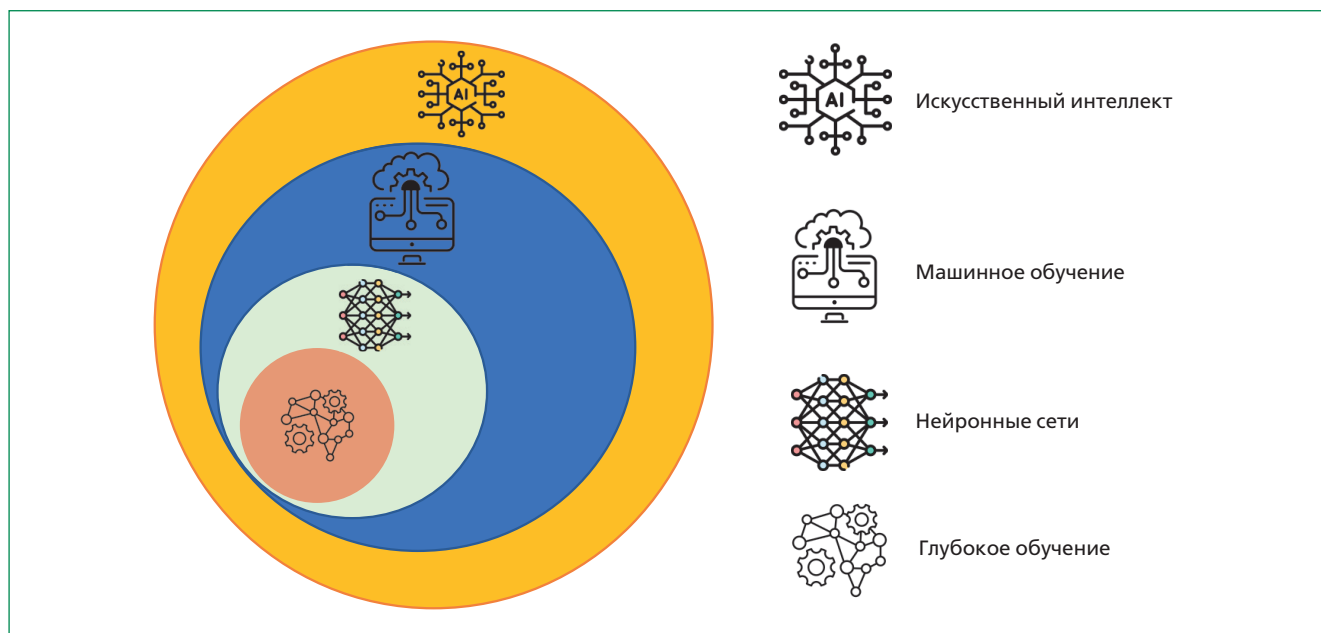


Рис. 1. Эволюция технологий ИИ: от общих алгоритмов к глубокому обучению [4].

временных высокоточных архитектур глубокого обучения. Развитие ИИ в медицинской сфере отражает не только технологический прогресс, но и глубокие изменения в парадигме клинической практики: переход от строго регламентированных процедур обработки данных к адаптивным, самообучающимся системам, способным интегрировать и анализировать разнородную медицинскую информацию в реальном времени [3].

Технологическую эволюцию ИИ можно представить в виде вложенной иерархической структуры, где каждая последующая ступень формируется на основе предыдущей, расширяя ее функциональные возможности и спектр применения. На **рисунке 1** показана иерархия ключевых направлений в виде концентрических кругов: внешний круг охватывает всю сферу ИИ, внутренние уровни отражают более специализированные подходы — машинное обучение (*Machine Learning*), нейронные сети (*Neural Networks*) и глубокое обучение (*Deep learning*) [4].

Предложенная структура подчеркивает, что многие современные медицинские ИИ-решения — от анализа медицинских изображений до интеграции разнородных клинических данных — напрямую связаны с прогрессом в области глубокого обучения. Постепенная интеграция данных технологий в клиническую практику изменила подходы к диагностике, прогнозированию, планированию лечения и организации медицинских процессов. Визуализированная хронология ключевых этапов этого развития представлена на **рисунке 2**, что позволяет проследить логику и динамику технологической трансформации.

Первые шаги ИИ в медицине (1960–1970-е гг.)

В 1960-х гг. появились первые прототипы медицинских программ, демонстрировавших возможность автоматизации отдельных аспектов врачебной деятельности. Одним из таких проектов стал чат-бот ELIZA, имитировавший элементарные психотерапевтические беседы и ставший ранним примером использования методов обработки естественного языка в медицинском контексте [5].

В 1963 г. в базе данных PubMed/MEDLINE была опубликована первая научная статья, посвященная применению ИИ в медицине [6]. Данный факт обозначил начало систематического научного интереса к ИИ в медицинской науке и стал отправной точкой для дальнейших исследований в данной области.

В этот же период основу развития ИИ в здравоохранении составили экспертные системы — программные комплексы, работающие по заранее заданным правилам и алгоритмам, призванные помогать врачам в диагностике и выборе лечебной тактики. Среди них особое место занимает разработанная в начале 1970-х гг. система MYCIN, ориентированная на диагностику инфекционных заболеваний, а также антибактериальной терапии. Клинические испытания MYCIN показали, что система обеспечивает точность рекомендаций на уровне 65%, что превышало средние показатели начинающих врачей и интернов (30–45%). Однако внедрение в практику было ограничено из-за длительного времени взаимодействия (около 30 мин на одного пациента) и отсутствия юридической ответственности за принимаемые системой решения [7].

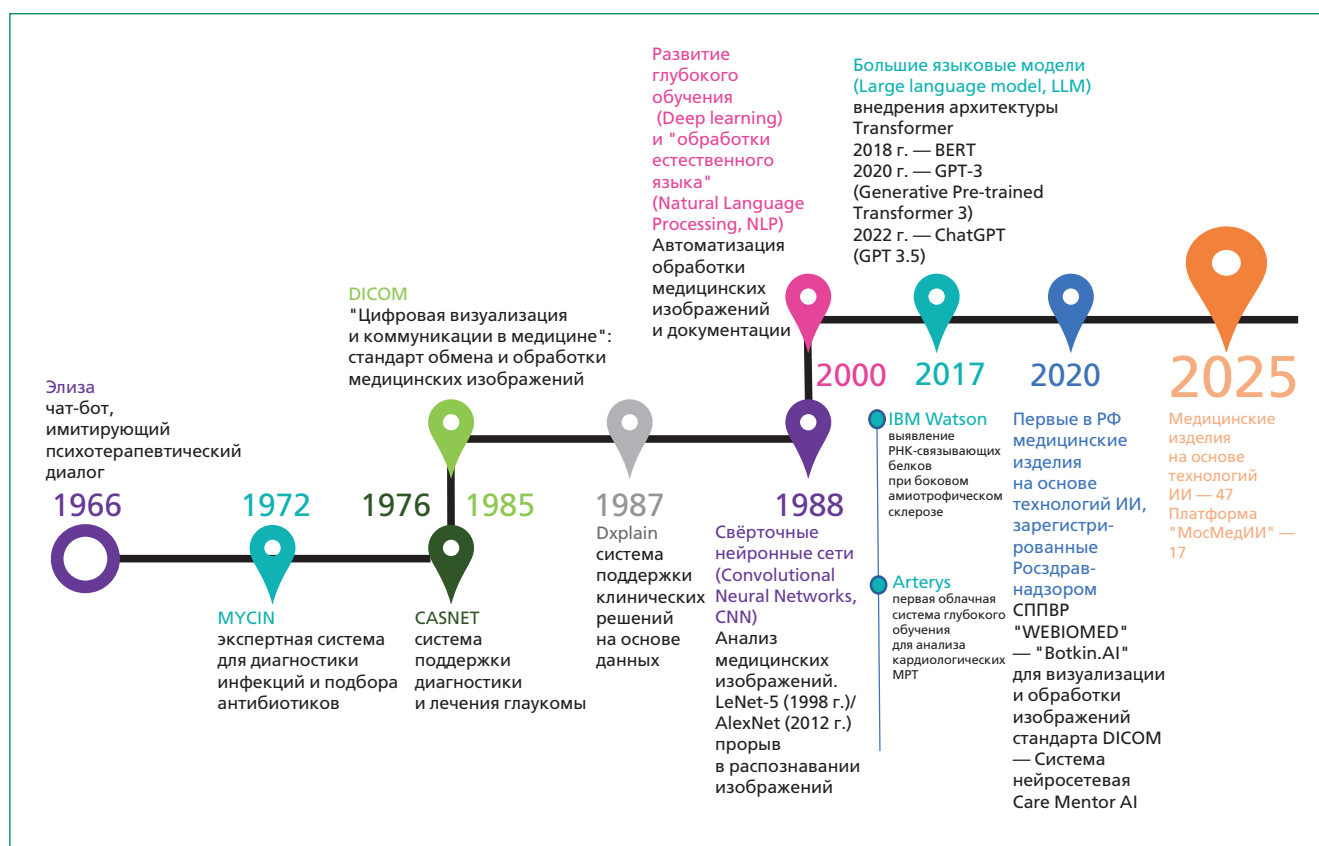


Рис. 2. Историческая хронология внедрения технологий ИИ в здравоохранение.

Сокращения: AI/ИИ — Artificial Intelligence/искусственный интеллект., BERT — Bidirectional Encoder Representations from Transformers, DICOM — Digital Imaging and Communications in Medicine, стандарт обмена медицинскими изображениями, GPT — Generative Pre-trained Transformer, МосМедИИ — платформа "Московский медицинский ИИ", СППКР — система поддержки принятия клинических решений, МРТ — магнитно-резонансная томография.

Другой значимый проект того времени — CASNET (*Causal Associational Network*), использовавшийся для поддержки диагностики и лечения глаукомы, предоставляя врачу структурированную модель причинно-следственных связей заболевания [8]. Данное цифровое решение считается одним из первых примеров узкоспециализированного применения ИИ в офтальмологии.

Развитие стандартов и СППКР в 1980-е гг.

В 1980-х гг. стремительное увеличение объема медицинских данных стимулировало развитие стандартов их хранения и передачи. Ключевым достижением стал протокол DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), обеспечивший унифицированный обмен и обработку медицинских изображений [9]. Параллельно появились СППКР нового типа, ориентированные на работу с данными, а не только с фиксированными правилами. Примером служит Dxplain (Гарвард, 1987 г.) — система дифференциальной диагностики, способная генерировать список вероятных заболеваний на основе введенных симптомов [10].

Прорыв в анализе медицинских изображений (конец 1980–2010-е гг.)

Конец 1980-х гг. ознаменовался прорывом в области компьютерного анализа изображений благодаря появлению сверточных нейронных сетей (*Convolutional Neural Networks*), способных эффективно извлекать и обрабатывать сложные визуальные признаки, что нашло особое применение в распознавании опухолей и их автоматизированной диагностике [11]. В дальнейшем именно сверточные нейронные сети стали основой для развития глубокого обучения, а публикация архитектуры AlexNet в 2012 г. стала поворотным моментом, продемонстрировав беспрецедентную точность в задачах классификации изображений и задав новый стандарт в применении ИИ к медицинской визуализации [12].

Алгоритмы глубокого обучения и обработки естественного языка (2000–2015-е гг.)

С начала 2000-х гг. в области медицинского ИИ произошел качественный сдвиг, обусловленный развитием методов глубокого обучения и обработки естественного языка (*Natural Language*

Processing). Появление и совершенствование обработки естественного языка позволило автоматизировать анализ медицинских текстов, что открыло возможности для масштабной оценки врачебных заключений, автоматического кодирования диагнозов и интеллектуального поиска информации в медицинских базах данных [13]. С 2011 г. значительную роль в развитии ИИ в медицине сыграли нейронные сети, способные обучаться на размеченных и неразмеченных медицинских данных.

Появление архитектуры Transformer (с 2017 г.)

Значительный прогресс был достигнут и в области медицинской визуализации. В 2017 г. компания Arterys первой получила одобрение управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США на использование клинической облачной платформы глубокого обучения, изначально предназначенной для анализа результатов кардиологических исследований. В дальнейшем функционал системы был расширен для обработки данных компьютерной томографии печени, легких и головного мозга, рентгенографии и других методов визуализации¹.

Тот же год ознаменовался внедрением системы IBM Watson для анализа биомедицинских данных в задачах, связанных с нейродегенеративными заболеваниями. Используя методы обработки естественного языка, Watson была применена для выявления РНК- (рибонуклеиновая кислота)-связывающих белков, имеющих значение в патогенезе бокового амиотрофического склероза [14].

Ключевым технологическим прорывом стало появление архитектуры Transformer. Представленная модель, основанная на механизмах приоритизации, заменила традиционные рекуррентные и сверточные подходы к обработке естественного языка, обеспечив беспрецедентную гибкость и точность при обработке больших текстовых массивов. На основе архитектуры Transformer были разработаны высокоэффективные большие языковые модели, такие как BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*) и GPT (*Generative pre-trained transformer*), которые радикально изменили сферу обработки естественного языка и открыли новые горизонты для применения ИИ в медицине, включая автоматизацию медицинской документации, поддержку клинических решений и персонализированную коммуникацию с пациентами [15].

Эра базовых моделей (foundation models) (с 2020-х гг.)

С начала 2020-х гг. наступила новая эпоха в развитии ИИ — эпоха генеративных моделей.

Генеративный ИИ — это класс систем, способных создавать новый контент: тексты, изображения, программный код, аудио- и видеоматериалы, но "базовые модели"² — универсальные крупномасштабные архитектуры, обученные на широких данных (обычно с использованием самообучения в больших масштабах) и адаптируемые к широкому спектру последующих задач.

Такие модели, например, ChatGPT, Med-PaLM, BioGPT (примеры базовых языковых моделей, способных формировать ответы на медицинские запросы, помогать в интерпретации медицинских исследований и создавать клинические отчеты), стали ключевым этапом в эволюции медицинских ИИ-систем. Их предварительная многозадачная подготовка позволяет адаптироваться к широкому кругу прикладных задач без необходимости полного переобучения. В отличие от традиционных предметно-ориентированных решений, базовые модели обладают высокой степенью универсальности, что делает их эффективной платформой для создания специализированных приложений в различных областях — от анализа медицинских изображений до автоматизации документооборота [16].

Особое значение имеет возможность объединения различных источников информации — текстовых, визуальных и геномных — в рамках интегрированных СППКР [17]. Такой подход способствует более глубокому пониманию сложных взаимосвязей в медицинских данных и формирует основу для развития персонализированной и прецизионной медицины.

Развитие ИИ в здравоохранении Российской Федерации

Впервые регистрация МИ на основе технологий ИИ в Российской Федерации (2020 г.)

К концу 2020 г. в Российской Федерации началась активная регистрация МИ, использующих технологии ИИ³. Первые цифровые решения, зарегистрированные Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор), обозначили новый этап цифровой трансформации здравоохранения и заложили фундамент для развития единого цифрового контура и внедрения ИИ в здравоохранение.

К числу таких цифровых решений относятся:

— **WEBIOMED** — платформа для анализа медицинских данных и формирования рекомендаций на основе алгоритмов машинного обучения [18].

¹ Arterys: medical imaging cloud AI. <https://arterys.com/>. Zugriffen: 10. Dez. 2024.

² Термин был введен Стэнфордским институтом человеко-ориентированного ИИ в 2021 г. https://en.wikipedia.org/wiki/Foundation_model.

³ Статья 38. Медицинские изделия Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/.

— **"Botkin.AI"** — комплекс для визуализации и автоматизированной обработки медицинских изображений в формате DICOM, который используется для вывода данных компьютерной томографии, рентгенографических данных и ряда других исследований (зарегистрировано первое в Российской Федерации программное обеспечение с ИИ для анализа медицинских снимков) [19].

— **Нейросетевая система Care Mentor AI** — инструмент для интерпретации медицинских изображений и оптимизации процессов клинической диагностики [20].

В этом же году, в соответствии с Федеральным законом от 24.04.2020 № 123-ФЗ⁴, был установлен экспериментальный правовой режим для города Москвы с целью создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий ИИ в субъекте Российской Федерации, а также для последующего возможного использования результатов их применения. В рамках реализации данного режима была создана платформа "МосМедИИ" — цифровая инфраструктура, предназначенная для аккумулирования решений на основе ИИ и обеспечения государственных медицинских организаций возможностью их бесплатного подключения в различных регионах страны. Деятельность платформы способствует формированию условий для масштабного внедрения интеллектуальных технологий в клиническую практику [21].

В последующие годы темпы регистрации МИ с применением технологий ИИ в Российской Федерации демонстрировали устойчивый рост (**рисунок 3**).

Если в 2020 г. было зарегистрировано лишь 3 МИ на основе технологий ИИ, то уже в 2021 г. их количество увеличилось до 10. В 2022 г. было зарегистрировано 7 МИ, в 2023 г. — 5, в 2024 г. — 14, а за период с января по 13 августа 2025 г. — еще 8 МИ. Такая динамика свидетельствует о поступательном развитии рынка и постепенном расширении практического применения ИИ в здравоохранении.

Основные направления использования технологий ИИ в здравоохранении Российской Федерации в 2025 г.

По состоянию на 13 августа 2025 г. в Российской Федерации зарегистрировано 47 МИ, функционирующих на основе технологий ИИ⁵. Их структура распределена по трем ключевым направлениям,



Рис. 3. Динамика регистрации МИ с ИИ в России (2020–2025 гг.).

включающим восемь специализированных категорий применения (**рисунок 4**).

Рисунок 4 демонстрирует общую структуру зарегистрированных МИ на основе технологий ИИ в Российской Федерации (по состоянию на 13 августа 2025 г.)⁵. В **таблице 1** эти данные уточняются: из 47 МИ 7 (14,9%) относятся к анализу клинико-диагностических данных, 39 (83%) — к анализу медицинских изображений, включая радиологию, эндоскопию, электрокардиограммы, ультразвуковые исследования и иные методы визуализации, а 1 (2,1%) — к клиническому планированию и прогнозированию. Такое распределение подчеркивает доминирование радиологии при одновременном расширении спектра применения ИИ в других клинических областях.

Анализ представленных данных показывает, что наибольшее количество зарегистрированных МИ с ИИ приходится на сегмент анализа медицинских изображений, что отражает общемировую тенденцию приоритетного внедрения интеллектуальных технологий в радиологию и смежные диагностические направления. Вместе с тем, значительная часть разработок относится к сфере интеллектуальной обработки клинико-диагностических данных, а также к задачам клинического планирования и прогнозирования, что свидетельствует о постепенном расширении функционального спектра ИИ в здравоохранении Российской Федерации.

⁴ Федеральный закон от 24 апреля 2020 г. № 123-ФЗ "О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации — городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351127/.

⁵ Сайт Росздравнадзора "Государственный реестр МИ и организаций (индивидуальных предпринимателей), осуществляющих производство и изготовление МИ" по адресу <http://www.roszdravnadzor.ru/services/misearch>.

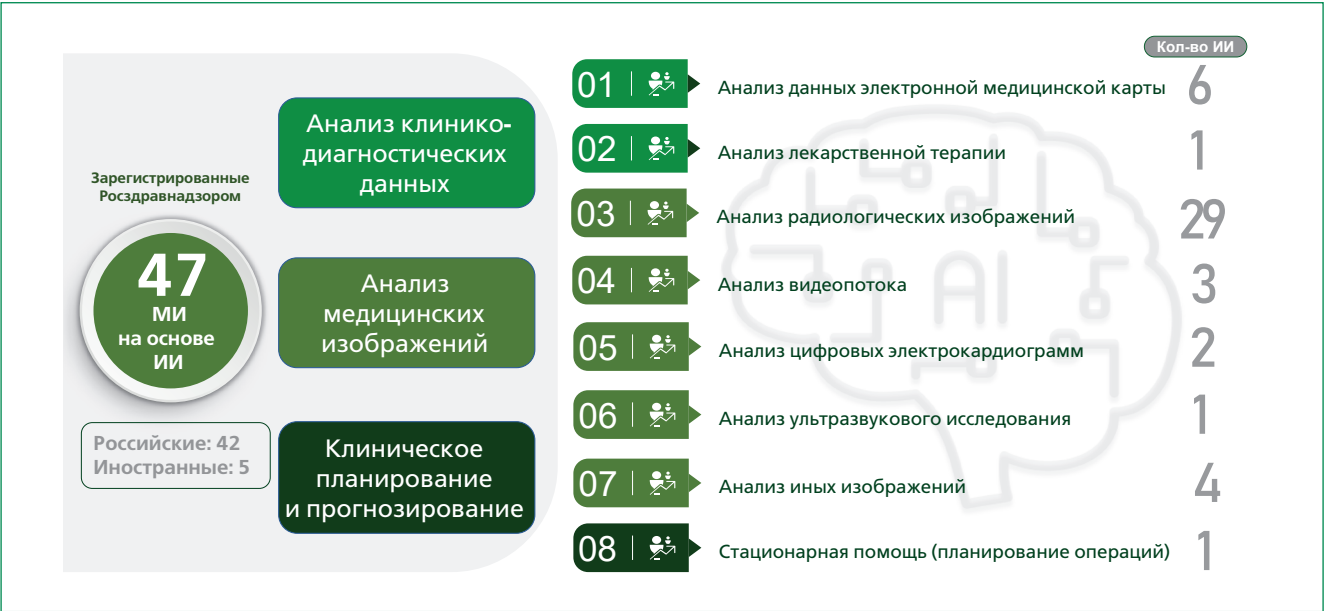


Рис. 4. Ключевые направления применения МИ на основе технологий ИИ в 2025 г.

Отдельного внимания заслуживает опыт Платформы "МосМедИИ", созданной для централизованного тестирования и внедрения цифровых решений на основе ИИ. По состоянию на август 2025 г. на платформе агрегировано 17⁶ ИИ сервисов, из которых 15 относятся к числу зарегистрированных МИ и двух (CVISIONLAB и "АИ Диагностик компьютерная томография органов грудной клетки (КТ ОГК) комплекс"), которые представляют собой специализированные сервисы автоматизированного анализа, не имеющих формального статуса МИ. Весь сегмент направлен на анализ медицинских изображений, включая автоматическую интерпретацию данных компьютерной томографии, рентгенографии, маммографии и других методов лучевой диагностики.

Такое распределение подтверждает ключевую роль радиологических технологий как основной области практического применения ИИ в медицинской сфере на текущем этапе цифровой трансформации здравоохранения в Российской Федерации.

Этические и нормативно-правовые аспекты применения ИИ в медицине

Развитие и внедрение сложных систем ИИ в медицинскую практику неизбежно сопровождается появлением целого комплекса этических, нормативно-правовых вопросов и социально-технических вызовов. Ключевыми из них являются вопросы прозрачности и воспроизводимости алгоритмов, а также распределения ответственности за возможные ошибки.

⁶ Каталог ИИ сервисов "МосМедИИ" https://mosmed.ai/service_catalog/?search=&announced_places=3.

Одной из наиболее серьезных проблем считается феномен "черного ящика", когда логика принятия решений алгоритмом остается недоступной для внешнего наблюдателя. В подобных условиях становится затруднительным определение источников возможных ошибок, а возложение полной моральной ответственности на медицинский персонал представляется проблематичным. Выявление и корректировка ошибок требуют все более глубокого технического понимания принципов работы ИИ-моделей, что выходит за рамки традиционной клинической подготовки. К этическим вызовам также относятся вопросы принятия ИИ-технологий медицинским сообществом, готовности пациентов доверять таким решениям [22].

В настоящее время врачи обязаны проверять достоверность результатов, полученных с применением ИИ. Однако в долгосрочной перспективе возникает вопрос о реализуемости этого требования, особенно с учетом риска "систематической ошибки автоматизации", при котором прогнозы ИИ воспринимаются как безусловно верные и становятся основой для принятия решений без дополнительной верификации. В Российской Федерации этические ориентиры закреплены в "Кодексе этики применения ИИ в сфере охраны здоровья" (Этический кодекс ИИ)⁷. Документ определяет рамки безопасного и этичного применения ИИ на всех этапах жизненного цикла — от проектирования и валидации до эксплуатации и вывода из исполь-

⁷ Кодекс этики применения искусственного интеллекта в сфере охраны здоровья. Версия 2.1 (утв. Межведомственной рабочей группой при Минздраве России по вопросам создания, развития и внедрения в клиническую практику медицинских изделий и сервисов с использованием технологий искусственного интеллекта, протокол от 14.02.2025 № 90/18-0/117) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501066/.

Таблица 1

**Зарегистрированные МИ на основе технологий ИИ в России:
распределение по направлениям и клиническим задачам (по состоянию на 13 августа 2025 г.)**

Направление	Категория применения	Количество МИ, шт.	Наименование МИ/разработчик (производитель)
I. Анализ клинико-диагностических данных	Анализ данных ЭМК	6	MedicBK (ООО "МедикБук"); СППВР WEBIOMED и WEBIOMED.DHRA (ООО "К-СКАЙ"); Система прогнозирования ТОП-3 (ООО "СберМедИИ"); Galenos.AI; Калькулятор прогнозирования летального исхода при COVID-19 (ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России)
	Анализ лекарственной терапии	1	Электронный клинический фармаколог (АО "СОЦМЕДИКА")
II. Анализ медицинских изображений	Анализ радиологических изображений	29	DENTOMO (ООО НМФ "ФДЛАБ"); Intelligent Radiology Assistants (ООО Айра ЛАБС); NTechMed CT Brain (ООО "НТех лаб"); Гамма Мультивокс (ООО "Гаммамед-Софт"); программа автоматизированного анализа цифровых рентгенограмм органов грудной клетки/флюорограмм (ООО "ФБМ"); СППВР для диагностики инсульта по данным КТ ООО "СберМедИИ", Sciberia Lungs (ООО "Сайберия"), модуль для автоматического анализа патологий легких на КТ-исследованиях и ортопедии и предоперационного планирования эндопротезирования (ООО "РТК радиология"); платформа RADLogics (ООО "РАДЛОДЖИКС РУС"); программный модуль для анализа маммограмм, компьютерной томографии человека, флюорограмм и рентгенограмм грудной клетки человека и КТ головного мозга (ООО "ПТМ"); ЦЕЛЬС® для автоматического анализа цифровых медицинских КТ-изображений головного мозга и органов грудной клетки (ООО "Медицинские скрининг системы"); система нейросетевая Care Mentor AI для диагностики признаков рака легкого по данным КТ, определения продольного плоскостопия по данным боковой рентгенографии стопы под нагрузкой, анализа рентгеновской проекционной маммографии, диагностики новой коронавирусной инфекции COVID-19 (ООО "КэреМенторЭйАй"); Botkin.AI (ООО "Интеллоджик"); Diagnocat (ООО "ДИАГНОКАТ"); JEMYS:телемедицина (АО "ЮСАР+"); ТриоДМ-МТ (АО "МТЛ"); EzOrtho (EWOOSOFT Co., Ltd.); IntelliSpace Portal (Philips Medical Systems Nederland B.V. in Netherlands); RayStation 8B (RaySearch Laboratories AB)
	Анализ видеопотока	3	ArtInCol (ООО "Алнисофт"); PENTAX Medical SAS-M10 (Hoya Corporation); EW10-EC02 (Fujifilm)
	Анализ цифровых ЭКГ	2	Система ИИ анализа кардиологических исследований (ООО "ТИС"); ПО для нейросетевой классификации ЭКГ Институт системного программирования им. В. П. Иванникова Российской академии наук
	Анализ УЗИ	1	Программа анализа эндо-УЗИ для детекции новообразований поджелудочной железы (ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России)
	Анализ иных изображений	4	ПроРодинки (ООО "АИМЕД"); Retina.AI (ООО "Диджитал вижн солюшнс"); PathVision.ai (ООО "Цифровой онкоморфолог"); программа ИИ для диагностики рака шейки матки (ФГБУ "НМИЦ им. В. А. Алмазова" Минздрава России)
III. Клиническое планирование и прогнозирование	Стационарная помощь (планирование операций)	1	Sechenov.AI_nephro (ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет))

Сокращения: AI/ИИ — Artificial Intelligence/искусственный интеллект, КТ — компьютерная томография, МИ — медицинское изделие, УЗИ — ультразвуковое исследование, ЭКГ — электрокардиография, ЭМК — электронная медицинская карта.

зования. Этический кодекс ИИ включает требования к прозрачности и объяснимости алгоритмов, защите персональных данных, предотвращению дискриминации и обеспечению равного доступа к технологиям.

Тем не менее, чрезмерная автоматизация несет и обратную угрозу — постепенную утрату клинической компетентности, т.е. "deskilling"⁸. С ростом

⁸ Википедия <https://en.wikipedia.org/wiki/Deskilling>.

"цифровой грамотности" у медицинских работников может наблюдаться снижение уровня "клинической грамотности", что затруднит как контроль качества работы алгоритмов, так и поддержание качественных коммуникаций между врачом и пациентом [23].

Наряду с этическими вызовами сохраняются и технические ограничения. Генеративные модели подвержены так называемым "галлюцинациям" —

выдаче ложной, вымышленной или неподтвержденной информации, что особенно критично для высокочувствительных диагностических и терапевтических областей [24]. Дополнительными проблемами остаются предвзятость обучающих данных, влияющая на обобщающую способность моделей, а также значительные затраты на внедрение и эксплуатацию ИИ-систем. В этих условиях выбор между методами глубокого обучения и классическими алгоритмами, основанными на знаниях и логике, должен определяться особенностями клинической задачи, требованиями к объяснимости и допустимому уровню риска [25].

Долгосрочные перспективы развития ИИ в здравоохранении: от современных технологий к рекурсивному самосовершенствованию

Глобальные тенденции

На текущем этапе развития медицинские технологии, основанные на ИИ, демонстрируют значительные успехи в клинической практике. Современные системы все чаще достигают высокой степени автономности и точности, однако их функционал пока ограничен рамками узкоспециализированных задач — анализа медицинских изображений, обработки клинично-диагностических данных, прогнозирования исходов лечения и СППКР. Их эффективность напрямую зависит от архитектуры алгоритмов и качества обучающих данных, что пока не позволяет выйти за пределы уровня "слабого ИИ".

В долгосрочной перспективе развитие ИИ в здравоохранении может перейти на качественно новый уровень, связанный с рекурсивным самосовершенствованием⁹ — "процессом, в ходе которого ранняя или слабая система общего ИИ расширяет свои возможности и интеллект без вмешательства человека, что приводит к сверхразуму или интеллектуальному взрыву" [26].

Под сверхразумным ИИ подразумеваются гипотетические системы, интеллектуальные способности которых значительно превосходят возможности лучших представителей человечества во всех областях, включая медицину, биоэтику, научные исследования и эмоциональный интеллект [27]. В контексте интеллектуального здравоохранения сверхразумный ИИ сможет не только соперничать, но и превосходить ведущих специалистов: предсказывать эпидемиологические вспышки до их возникновения, разрабатывать новые лекарственные препараты и методы лечения, а также управлять глобальными системами здравоохранения

с беспрецедентной точностью и эффективностью [28].

I. Автономное обнаружение знаний

Гипотетически сверхразумная медицинская система могла бы:

- ежедневно анализировать тысячи новых научных публикаций;
- проектировать и инициировать клинические испытания;
- моделировать фармакологическое действие препаратов на молекулярном и клеточном уровнях;
- разрабатывать индивидуализированные планы лечения с учетом генетических и эпигенетических особенностей пациента.

Такие системы, вероятно, будут базироваться на усовершенствованных версиях современных ИИ с внедренными рекурсивными механизмами самообучения и стратегической ориентацией на долгосрочные цели.

II. Управление глобальными системами здравоохранения

Помимо индивидуального клинического применения, сверхразумный ИИ теоретически сможет управлять системами здравоохранения на национальном и международном уровнях: оптимизировать распределение ресурсов между странами, прогнозировать и предотвращать пандемии, а также принимать взвешенные решения в сложных биоэтических ситуациях [29]. Как отмечают исследователи (Thorn R, et al.), подобные системы могут также ускорять проведение метаисследований, выявлять системную предвзятость и разрабатывать новые методологии в медицинской науке [30].

III. Интеграция этического, эмоционального и социального интеллекта

Важным направлением станет развитие эмоционального интеллекта у ИИ — способности учитывать культурные, психологические и социальные особенности пациента, что позволит вести терапевтический диалог эффективнее врача, повышая доверие и качество взаимодействия [31]. Morley J, et al. подчеркивают, что потенциал ИИ в этой области должен учитываться уже сегодня при формировании этических норм, стандартов прозрачности и механизмов подотчетности [32].

Несмотря на то, что концепция сверхразумного ИИ и рекурсивного самосовершенствования остается гипотетической, она служит важным ориентиром для стратегического планирования и разработки рамок ответственного внедрения технологий в здравоохранение [33]. Такой подход может обеспечить баланс между научным прогрессом, безопасностью пациентов и этическими нормами, определяя траекторию развития "интеллектуальной медицины" на десятилетия вперед.

⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Recursive_self-improvement.

Таблица 2

От экспертных систем к концепции рекурсивного самосовершенствования:
траектории развития ИИ в мировом и российском здравоохранении

Уровень развития ИИ	Характеристики	Примеры применения	Уровень когнитивных функций	Клиническая роль	Примеры систем	Российский опыт	Горизонт развития
Узкий ИИ	Выполнение строго определенных задач на основе обучающих данных	Диагностическая визуализация, чат-боты для пациентов, прогнозирование по ЭМК	Ограничен рамками обученных задач	Вспомогательные инструменты для диагностики и администрирования	DeepMind, Zebra, Aidoc, Wysa	Botkin.AI, Webiomed, Care Mentor AI, Diagnocat, MosMedИИ	Широкое применение в текущем десятилетии (2020-е гг.)
Общий ИИ	Умение адаптироваться к различным задачам, моделировать и рассуждать в междисциплинарном контексте	Мульти-модальное моделирование, адаптивные большие языковые модели для СППКР	Близок к человеческому уровню, учитывает контекст	Условный "усиленный клиницист"	Med-PaLM, GatorTron	НИОКР: медицинские большие языковые модели, мультимодальные модели (СберМедИИ, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Сколтех)	Формирование прототипов
"Сверхразум", или интеллектуальный взрыв	Потенциальное превосходство над человеческим интеллектом во всех областях	Теория	Превосходит человеческие возможности	Потенциальный лидер в здравоохранении	Пока не реализованы	Пока не реализованы	Гипотетический сценарий второй половины XXI века

Сокращения: AI/ИИ — Artificial Intelligence/искусственный интеллект, СППКР — система поддержки принятия клинических решений, ЭМК — электронная медицинская карта.

Российский контекст

Траектория развития ИИ в российском здравоохранении в целом сопоставима с мировыми тенденциями, при этом по ряду направлений страна демонстрирует высокий уровень "цифровой зрелости" [34]. Одним из ключевых недавних шагов стало принятие Этического кодекса ИИ, который формирует основу для практического применения технологий в медицинской сфере. Несмотря на его рекомендательный характер, документ задает вектор для формирования нормативно-правовой базы, обеспечивающей прозрачность алгоритмов, возможность проверки результатов, защиту персональных данных и справедливое распределение ответственности между разработчиками, медицинскими организациями и регуляторами.

Значимым преимуществом российского подхода является активное участие профессионального медицинского сообщества в разработке критериев качества и безопасности, что позволяет более гибко адаптировать ИИ-решения к потребностям клинической практики.

Таким образом, Россия не только следует глобальным трендам, но и создает предпосылки для укрепления собственного технологического суверенитета в области ИИ в здравоохранении. Данные **таблицы 2** демонстрируют сопоставимость отече-

ственных достижений с мировым опытом и отражают общий вектор развития медицинских технологий в сторону более интеллектуальных систем, конечной точкой эволюции которых может стать переход к концепции "сверхразума", или так называемого "интеллектуального взрыва".

Заключение

Развитие ИИ в здравоохранении в период 1960-2025 гг. показало переход от простых экспертных систем к многоуровневым цифровым платформам, интегрированным в клиническую практику. ИИ сегодня становится не только инструментом СППКР, но и основой новой парадигмы медицины, ориентированной на профилактику, предикцию и персонализацию лечения.

Наряду с очевидными преимуществами сохраняются вызовы: непрозрачность алгоритмов ("черный ящик"), риск утраты клинической компетентности, предвзятость данных и необходимость нормативно правового регулирования.

Долгосрочная перспектива связана с гипотезой рекурсивного самосовершенствования и концепцией "сверхразума", или "интеллектуального взрыва", которые пока остаются теоретическими, но задают вектор для стратегического развития медицины будущего.

Таким образом, эффективность применения ИИ в здравоохранении будет определяться балансом между научным прогрессом, безопасностью пациентов и этическими принципами, что формирует фундамент для эры интеллектуальных медицинских систем XXI в.

Благодарность. Авторы выражают искреннюю благодарность за помощь в организации и проведении настоящего исследования помощ-

нику директора Федерального государственного бюджетного учреждения "Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники" Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения А. В. Матвиенко.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Averkin AN, Haase-Rapoport MG, Pospelov DA. Explanatory dictionary of artificial intelligence. Moscow: Radio and Communications; 1992: 256 p. (In Russ.) Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. М.: Радио и связь; 1992: 256 с.
2. Starikov EN, Tyutyunnik AI. Strong artificial intelligence as an integrator of individual AI technologies into a unified system of technologies. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2024;(112-7):31-6. (In Russ.) Стариков Е.Н., Тютюнник А.И. Сильный искусственный интеллект как интегратор отдельных технологий искусственного интеллекта в систему технологий. Тенденции развития науки и образования. 2024;(112-7):31-6. doi:10.18411/trnio-08-2024-330. EDN: GQFWBA.
3. Borodulina EA, Gribova VV, Vdoushkina ES. Artificial intelligence technologies in medicine: problems of development. *Vrach*. 2023;34(3):5-8. (In Russ.) Бородулина Е.А., Грибова В.В., Вдоушкина Е.С. Технологии искусственного интеллекта в медицине. Проблемы становления. Врач. 2023;34(3):5-8. doi:10.29296/25877305-2023-03-01. EDN: UFCEFZ.
4. Gritskov IO, Govorov AV, Vasiliev AO, et al. Data science: deep learning neural networks and their application in healthcare. *Zdorove megapolisa*. 2021;2(2):109-15. (In Russ.) Грицков И.О., Говоров А.В., Васильев А.О. и др. Data Science — глубокое обучение нейросетей и их применение в здравоохранении. Здоровье мегаполиса. 2021;2(2):109-115. doi:10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;109-15. EDN: SGVWBP.
5. Potekaev NN, Dolya OV, Frigo NV, et al. Artificial intelligence in medicine: general provisions and philosophical aspects. *Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya*. 2022;21(6):749-56. (In Russ.) Потекаев Н.Н., Доля О.В., Фриго Н.В. и др. Искусственный интеллект в медицине. Общие положения. Философские аспекты. Клиническая дерматология и венерология. 2022;21(6):749-56. doi:10.17116/klinderma.202221061749. EDN: LDVXNL.
6. Maron ME. Artificial intelligence and brain mechanisms. *MEM RM3522-PR*. Memo RM. 1963;86:1-35.
7. Martynov DA. Artificial intelligence: development of expert systems in the 1970–80s. *Nauchny aspekt*. 2023;23(5):2883-91. (In Russ.) Мартынов Д.А. Искусственный интеллект: развитие экспертных систем в 70–80-е гг. Научный аспект. 2023;23(5):2883-91. EDN: GZEVZB.
8. Li J, Wang C, Wang C, et al. RPV-CASNet: range-point-voxel integration with channel self-attention network for lidar point cloud segmentation. *Appl Intell*. 2024. doi:10.1007/s10489-024-05553-4. EDN: ZQQCUB.
9. Solomonov M, Shapinko Y, Lalum E, et al. Can viewing modality affect frontal mandibular bone height measurement? A comparison between 3D DICOM viewer and printed PDF CBCT reports. *Dent J*. 2025;13(1):22. doi:10.3390/dj13010022. EDN: RIGFYX.
10. Barnett GO, Cimino JJ, Hoffer EP. DXplain: an evolving diagnostic decision-support system. *JAMA*. 1987;258(1):67-74.
11. Bagaev II. The concepts of neural network and convolutional neural network; training a CNN using TensorFlow. *Matematicheskoe i programnoe obespechenie sistem v promyshlennoi i sotsialnoi sferakh*. 2020;8(1):15-22. (In Russ.) Бараев И.И. Анализ понятий "нейронная сеть" и "сверточная нейронная сеть", обучение сверточной нейросети при помощи модуля TensorFlow. Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2020;8(1):15-22. doi:10.18503/2306-2053-2020-8-1-15-22. EDN: IZBILN.
12. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *NeurIPS*. 2012;25. doi:10.1145/3065386.
13. Rudneva AA. Artificial intelligence and neural networks. *Informatsionnye tekhnologii v stroitelnykh, sotsialnykh i ekonomicheskikh sistemakh*. 2020;1(19):48-50. (In Russ.) Руднева А.А. Искусственный интеллект и нейронные сети. Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020;1(19):48-50. EDN: SKXYON.
14. Shlyakhto EV, Konradi AO, Kurapeev DI. Information as a key tool for the development of personalized medicine: how to manage it for the benefit of the patient. *The science of "big data"*. Russian Journal of Personalized Medicine. 2022;2(6):6-15. (In Russ.) Шляхто Е.В., Конради А.О., Курапеев Д.И. Информация как важнейший инструмент развития персонализированной медицины. Как научиться ей управлять на благо пациента. Наука о "больших данных". Российский журнал персонализированной медицины. 2022;2(6):6-15. doi:10.18705/2782-3806-2022-2-6-6-15. EDN: UXSOXZ.
15. Moor M, Banerjee O, Abad ZSH, et al. Foundation models for generalist medical artificial intelligence. *Nature*. 2023;616(7956):259-65. doi:10.1038/s41586-023-05881-4.
16. Voshev DV, Vosheva NA. ChatGPT as an element of digital medical literacy: transformation of healthcare and primary care. *Menedzher zdorooxraneniya*. 2023;(10):58-64. (In Russ.) Вошев Д.В., Вошева Н.А. ChatGPT как один из элементов цифровой медицинской грамотности: трансформация здравоохранения и первичной медико-санитарной помощи. Менеджер здравоохранения. 2023;(10):58-64. doi:10.21045/1811-0185-2023-10-58-64.
17. Nora SA, Arkhipov GS, Proshina LG. Decision support system in clinical and laboratory diagnostics of allergic and infectious diseases (based on meta-analysis and own data). *Vestnik NovGU*. 2020;(1(117)). (In Russ.) Нора С.А., Архипов Г.С., Прошина Л.Г. Система поддержки принятия решений в клинической и лабораторной диагностике аллергических и инфекционных заболеваний (по данным метаанализа и собственных данных). Вестник НовГУ. 2020;(1(117)).
18. Andreichenko AE, Ermak AD, Gavrilov DV, et al. Development and validation of machine learning models predicting 12-month hospitalizations in patients with arterial hypertension. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2025;24(1):4130. (In Russ.) Андрейченко А.Е., Ермак А.Д., Гаврилов Д.В. и др. Разработка и валидация моделей машинного обучения, прогнозирующих госпитализации пациентов с артериальной гипертензией в течение 12 месяцев. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2025;24(1):4130. doi:10.15829/1728-8800-2025-4130.
19. Kupatenko YaG, Miruk AK, Lomonosova AV, et al. Artificial intelligence in medicine: current situation and trends. *Cifra. Mediko-biologicheskie nauki*. 2024;2(2). (In Russ.) Купатенко Я.Г., Мирук А.К., Ломоносова А.В. и др. Искусственный интеллект в медицине: обзор текущей ситуации и тенденции. Цифра. Медико-биологические науки. 2024;2(2). doi:10.60797/BMED.2024.2.4. EDN: KICZWM.
20. Kosorukov AA. Artificial intelligence technologies in modern public administration. *Sociodynamics*. 2019;(5):43-58. (In Russ.) Косоруков А.А. Технологии искусственного интеллекта в современном государственном управлении. Социодинамика. 2019;(5):43-58. doi:10.25136/2409-7144.2019.5.29714.
21. Vasiliev YuA, Vladzimirsky AV, Bondarchuk DV, et al. The value of AI technologies for preventing defects in the work of radiologists. *Vrach i informatsionnye tekhnologii*. 2023;(2):16-27. (In Russ.) Васильев Ю.А., Владимирский А.В., Бондарчук Д.В. и др. Значение технологий искусственного интеллекта для профилактики дефектов в работе врача-рентгенолога. Врач и информационные технологии. 2023;(2):16-27. doi:10.25881/18110193_2023_2_16. EDN: SYZAOQ.
22. Prozorov A, Volkov D. Distrust in medical data: problems and solutions. *Otkrytye sistemy. SUBD*. 2023;(4):26-32. (In Russ.) Проzorov А., Волков Д. Недоверие медицинским данным: проблемы и решения. Открытые системы. СУБД. 2023;(4):26-32. doi:10.51793/OS.2023.28.46.003. EDN: ZBNRVJ.
23. Voshev DV, Son IM, Vosheva NA, et al. Digital medical literacy in primary care: a key factor of patient satisfaction in the era of digital transformation. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(59):22-8. (In Russ.) Вошев Д.В., Сон И.М., Вошева Н.А. и др. Цифровая медицинская грамотность в первичной медико-санитарной помощи: ключевой фактор удовлетворенности пациентов в эпоху цифровой трансформации медицинских услуг. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(59):22-8. doi:10.15829/1728-8800-2023-3835. EDN: RXVGTN.
24. Barkalov SA, Belousov VE, Prosolupov OA. Algorithms for detecting and eliminating errors in knowledge bases of expert diagnostic systems. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Kompyuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*. 2025;25(1):18-29. (In Russ.) Баркалов С.А., Белоусов В.Е., Просолопов О.А. Алгоритмы для выявления и устранения ошибок в базах знаний экспертных систем диагностики. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2025;25(1):18-29. (In Russ.) Баркалов С.А., Белоусов В.Е., Просоло-

- лупов О.А. Алгоритмы выявления и устранения ошибок в базах знаний экспертных диагностических систем. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2025;25(1):18-29. doi:10.14529/ctcr250102. EDN: IKQYKU.
25. Akulin IM, Burtsev PN, Makhov OA, et al., eds. Artificial Intelligence in Healthcare. St. Petersburg: St. Petersburg State University Press; 2023. (In Russ.) Искусственный интеллект в здравоохранении. Под общей ред. И.М. Акулин, П.Н. Бурцева, О.А. Махова и др. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет; 2023. ISBN: 978-5046336146.
 26. Volkova VN. Prospects for integrating systems, cybernetic and synergetic approaches in studying self-organization. In: Technological Perspective within the Eurasian Space: New Markets and Points of Economic Growth. 2019:419-24. (In Russ.) Волкова В.Н. Перспективы объединения системного, кибернетического и синергетического подходов при исследовании явления самоорганизации. Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста. 2019:419-424.
 27. Martin E. The metaphysical gap: a critical analysis of the idea of technological singularity. Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federalnogo universiteta. Gumanitarnye i sotsialnye nauki. 2023;2:112-22. (In Russ.) Мартин Эллен. Метафизический разрыв: критический анализ идеи технологической сингулярности. Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2023;2:112-22.
 28. Ivanova AA. Neural networks as a breakthrough tool of future medicine. International Journal of Professional Science. 2024;6:2:48-56. (In Russ.) Иванова А.А. Нейросети как прорывной инструмент медицины будущего. IJPS. 2024;6-2:48-56. EDN: IPANAQ.
 29. Li J, Carayon P. Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. IJSE Trans Healthc Syst Eng. 2021;11:171-80. doi:10.1080/24725579.2021.1884627.
 30. Thorn P, Nick Bostrom. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Minds and Machines. 2015;25:285-9. doi:10.1007/s11023-015-9377-7.
 31. Peters T. Cybertheology and the ethical dimensions of artificial superintelligence: a theological inquiry into existential risks. Khazanah Theologia. 2024;6:1-12. doi:10.15575/kt.v6i1.33559.
 32. Morley J, Machado CCV, Burr C, et al. The ethics of AI in health care: a mapping review. Soc Sci Med. 2020;260:113172. doi:10.1016/j.socscimed.2020.113172.
 33. Søvik AO. What overarching ethical principle should a superintelligent AI follow? AI Soc. 2022;37:1505-18. doi:10.1007/s00146-021-01229-6.
 34. Voshev DV. Review of methodologies and models for assessing digital maturity in primary health care organizations: international and Russian experience. Nauka molodykh (Ereditio Juvenium). 2023;11(4):615-27. (In Russ.) Вошев Д.В. Обзор методологий и моделей оценки цифровой зрелости в медицинских организациях, оказывающих первичную медико-санитарную помощь: международный и российский опыт. Наука молодых (Ereditio Juvenium). 2023;11(4):615-27. doi:10.23888/HMJ2023114615-627.

Вошев Дмитрий Васильевич (Dmitry V. Voshev) — к.м.н., научный сотрудник отдела научно-стратегического развития первичной медико-санитарной помощи, ORCID: 0000-0001-9216-6873;

Шепель Руслан Николаевич (Ruslan N. Shepel) — к.м.н., зам. директора по перспективному развитию медицинской деятельности, в.н.с., руководитель отдела научно-стратегического развития первичной медико-санитарной помощи, доцент кафедры терапии и профилактической медицины, ORCID: 0000-0002-8984-9056;

Вошева Надежда Александровна (Nadezhda A. Vosheva) — менеджер проектов Департамента корпоративного развития, ORCID: 0000-0001-6546-3530;

Драпкина Оксана Михайловна (Oksana M. Drapkina) — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, зав. кафедрой терапии и профилактической медицины, ORCID: 0000-0002-4453-8430.

Адреса организаций авторов:

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Минздрава России, Петроверигский пер., 10, стр. 3, Москва, 101990, Россия; ФГБОУ ВО "Российский университет медицины" Минздрава России, ул. Долгоруковская, д. 4, Москва, 127006, Россия; Акционерное общество "Центр хранения данных" — дочерняя компания ПАО "Ростелеком", пр-д Остаповский, д.22, стр.16, Москва, 109316, Россия.

Addresses of the authors' institutions:

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation, Petroverigsky Lane, 10, bld. 3, Moscow, 101990, Russia; Russian University of Medicine" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russia; Data Storage Center JSC — a subsidiary of Rostelecom PJSC, 22 Ostapovsky Ave., building 16, Moscow, 109316, Russia.