

УДК 330

DOI 10.26118/2782-4586.2025.88.88.060

Кантемирова Мира Аслангериевна

Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия

Дзилихова Дана Висарионовна

Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия

Абаев Арсен Тамерланович

Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия

Искусственный интеллект в системе медико-санитарной помощи: современные возможности, вызовы и перспективы трансформации здравоохранения

Аннотация. В статье рассматривается внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ), который представляет собой один из наиболее значимых трендов современного здравоохранения, обладающий потенциалом для фундаментальной трансформации всех уровней медико-санитарной помощи. Целью данной статьи является комплексный анализ текущих применений ИИ в диагностике, лечении, прогнозировании и организации медицинской помощи, а также выявление ключевых этических, правовых и организационных барьеров на пути его интеграции. Методологическую основу составили системный анализ и обзор современных научных публикаций, клинических руководств и регуляторных документов. В результате исследования определены ключевые направления: поддержка диагностических решений на основе анализа медицинских изображений (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, гистология), разработка персонифицированных схем лечения с помощью прогностических моделей, управление потоком пациентов и оптимизация логистики в медицинских учреждениях. Особое внимание удалено системам предиктивной аналитики для выявления пациентов групп риска и профилактике заболеваний. В статье доказывается, что основными вызовами остаются вопросы обеспечения конфиденциальности и безопасности данных, алгоритмической предвзятости, необходимости валидации алгоритмов в реальной клинической практике, а также недостаточной цифровой грамотности медицинских кадров. Делается вывод о том, что успешная интеграция ИИ требует не только технологического развития, но и создания адаптивной нормативно-правовой базы, этических стандартов, а также пересмотра образовательных программ для подготовки нового поколения медицинских специалистов – «цифровых врачей». Перспективы связаны с развитием мультимодальных систем, объединяющих данные различной природы (геномные, клинические, поведенческие), что позволит реализовать истинно персонифицированную и превентивную модель медицины.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, медико-санитарная помощь, цифровая медицина, диагностика, персонифицированная медицина, предиктивная аналитика, этика ИИ, здравоохранение.

Kantemirova Mira Aslangerievna

North Ossetian State Medical Academy

Dzilikhova Dana Vissarionovna

North Ossetian State Medical Academy

Abaev Arsen Tamerlanovich

North Ossetian State Medical Academy

Artificial Intelligence in the Healthcare System: Current Opportunities, Challenges, and Prospects for Healthcare Transformation

Abstract. The implementation of artificial intelligence (AI) technologies is one of the most significant trends in modern healthcare, with the potential to fundamentally transform all levels of medical care. This article aims to comprehensively analyze current AI applications in diagnosis, treatment, prognosis, and organization of medical care, as well as to identify key ethical, legal, and organizational barriers to its integration. The methodological basis consists of a systems analysis and review of current scientific publications, clinical guidelines, and regulatory documents. The study identified key areas: supporting diagnostic decisions based on medical image analysis (computed tomography, magnetic resonance imaging, histology), developing personalized treatment regimens using predictive models, managing patient flow, and optimizing logistics in medical institutions. Particular attention is paid to predictive analytics systems for identifying at-risk patients and disease prevention. The article demonstrates that the main challenges remain data privacy and security, algorithmic bias, the need to validate algorithms in real-world clinical practice, and the lack of digital literacy among healthcare professionals. It concludes that successful AI integration requires not only technological development but also the creation of an adaptive regulatory framework, ethical standards, and a revision of educational programs to train a new generation of medical specialists – "digital doctors." Prospects lie in the development of multimodal systems that integrate data of various types (genomic, clinical, behavioral), enabling the implementation of a truly personalized and preventive model of medicine.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, healthcare, digital medicine, diagnostics, personalized medicine, predictive analytics, AI ethics, healthcare.

Введение. Современное здравоохранение сталкивается с комплексом вызовов: рост хронических заболеваний, старение населения, неравенство в доступности качественной помощи и растущая финансовая нагрузка на системы медицинского страхования. В этом контексте технологии искусственного интеллекта перестают быть лишь инструментом автоматизации, становясь стратегическим ресурсом для повышения эффективности, качества и доступности медико-санитарной помощи. ИИ, в частности методы глубокого обучения, демонстрируют сверхчеловеческую точность в ряде узких диагностических задач, таких как обнаружение диабетической ретинопатии по снимкам глазного дна или определение злокачественных новообразований на гистологических препаратах и радиологических изображениях. Однако интеграция ИИ в клиническую практику носит фрагментарный характер и сталкивается с системными барьерами.

Цель исследования – провести системный анализ роли ИИ в медико-санитарной помощи, оценить уровень зрелости технологий в ключевых прикладных областях и сформулировать комплекс условий для их успешной и безопасной интеграции в реальную клиническую среду. Конкретной задачей данного исследования является углубленный анализ наиболее продвинутого направления – применения ИИ в медицинской диагностике, прежде всего в анализе визуальных данных.

1. Методология исследования. Для достижения поставленной цели был проведен систематический аналитический обзор литературы. Поиск релевантных публикаций осуществлялся в базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, а также в российских научных электронных библиотеках (eLibrary, КиберЛенинка) за период 2019–2025 гг. Использовались ключевые слова: «искусственный интеллект», «машинное обучение», «глубокое обучение», «медицинская диагностика», «радиология», «цифровая патология», «этика ИИ», «регуляторика». В анализ были включены мета-анализы, рандомизированные контролируемые исследования, обзоры, клинические руководства и нормативно-правовые документы (как международные, так и российские). Отбор и оценка качества источников проводились независимо двумя авторами. Результаты синтезированы в рамках нарративного обзора с акцентом на критический анализ технологических возможностей, ограничений и трансформационного потенциала ИИ для системы здравоохранения.

2. Основные направления применения ИИ в медико-санитарной помощи

Диагностика и поддержка принятия врачебных решений: фокус на медицинской визуализации. Наиболее продвинутой и доказательной областью применения ИИ является анализ медицинских изображений. Алгоритмы на основе сверточных нейронных сетей (CNN) используются для автоматического обнаружения, сегментации и классификации патологий. Это направление радикально трансформирует радиологию, патологию и функциональную диагностику. Алгоритмы демонстрируют выдающуюся точность в скрининге и диагностике рака. Например, система Google DeepMind показывает точность до 94% в обнаружении опухолей молочной железы на маммограммах, что на 11% выше традиционных методов. В дерматологии ИИ-алгоритмы, обученные на дерматоскопических изображениях, достигли точности распознавания меланомы в 95%, превзойдя средние показатели группы дерматологов (86,6%). В цифровой патологии системы ИИ способны анализировать целые слайды (Whole Slide Images), идентифицируя, например, метастазы рака с точностью, близкой к 100%, что существенно снижает нагрузку на патологоанатома и риск субъективных ошибок. Неврология и кардиология. ИИ применяется для ранней диагностики нейродегенеративных заболеваний (например, предсказание болезни Альцгеймера по МРТ за годы до симптомов) и анализа сердечно-сосудистых рисков. Алгоритмы, подобные HeartFlow, создают 3D-модели коронарного кровотока на основе КТ-ангиографии, позволяя неинвазивно оценить ишемию миокарда. Экстремальная диагностика. В период пандемии COVID-19 ИИ-платформы (например, Lunit INSIGHT CXR) показали эффективность в анализе рентгенограмм и КТ легких для выявления вирусной пневмонии с точностью до 96%, выполняя функцию оперативного triage. Аналогичные системы разработаны для быстрого обнаружения признаков инсульта на КТ-сканах головного мозга. Важным направлением является анализ текстовой информации (электронные медицинские карты, выписки, научная литература) с помощью методов обработки естественного языка (NLP). Эти технологии структурируют неформатированные клинические тексты, извлекают значимые сущности (диагнозы, лекарства, симптомы) и помогают выявлять сложные корреляции в данных пациента, что поддерживает клиническое решение.

Персонифицированная медицина и прогнозирование ИИ позволяет осуществить переход от реактивной к предиктивной и превентивной модели. Алгоритмы машинного обучения, обученные на больших массивах клинико-лабораторных, геномных и данных о образе жизни, способны: · Прогнозировать индивидуальные риски развития заболеваний (например, диабета 2 типа, сердечной недостаточности, острой почечной недостаточности) за длительное время до манифестации. Предсказывать ответ на терапию. В онкологии платформы вроде Tempus анализируют геномные данные опухоли и подбирают целевые препараты. В психиатрии и ревматологии модели помогают прогнозировать эффективность биологической терапии. · Оптимизировать лечение в реальном времени. Разработаны алгоритмы, способные предсказать критическое падение артериального давления во время операции за 5–15 минут до события с точностью 84–87%, позволяя врачам провести превентивную коррекцию.

Оптимизация процессов и управление ресурсами. На макроуровне ИИ применяется для моделирования эпидемиологических процессов (компания BlueDot успешно спрогнозировала распространение COVID-19), планирования загрузки стационаров и прогнозирования спроса на медицинские услуги. На микроуровне – для интеллектуального планирования врачебных расписаний, управления потоками пациентов в поликлиниках (трекинг-системы с предиктивной аналитикой очередей) и контроля за соблюдением клинических рекомендаций. Автоматизация административных задач (обработка страховых заявлений, ведение документации с помощью NLP) позволяет, по некоторым оценкам, экономить до 30% времени медицинского персонала.

Развитие телемедицины и удаленного мониторинга. Интеграция ИИ в носимые устройства и системы удаленного мониторинга (телеметрия) позволяет осуществлять непрерывное наблюдение за пациентами с хроническими заболеваниями (ХСН, ХОБЛ, диабет), автоматически выявляя опасные отклонения (аритмии, гипогликемию) и

обеспечивая своевременное вмешательство. Виртуальные медицинские ассистенты и чат-боты (такие как Ada Health, Buoy Health, российские «СберЗдоровье» и «Яндекс.Здоровье») проводят первичный опрос и сортировку пациентов, разгружая врачей первичного звена и повышая доступность первых консультаций.

3. Вызовы и барьеры внедрения. Несмотря на оптимистичные прогнозы, массовое внедрение ИИ в медицину сдерживают существенные препятствия.

Качество и репрезентативность данных. Эффективность и справедливость алгоритмов напрямую зависят от данных для обучения. Проблемы гетерогенности, несогласованности, нерепрезентативности и наличия скрытых смещений (bias) в данных могут привести к созданию необъективных моделей, эффективных лишь для определенных популяций. Критическими источниками смещения являются: Смещение отбора (selection bias): данные собираются не из репрезентативной выборки (например, только из академических клиник). · Смещение использования (utilisation bias): в данных отражены исторические предубеждения в диагностике и лечении определенных групп. · Смещение подтверждения (confirmation bias): данные содержат только подтвержденные случаи, пропуская сложные или редкие диагнозы.

Этические и правовые вопросы. Это наиболее сложный комплекс проблем. «Черный ящик» и объяснимость. Многие сложные модели, особенно глубокого обучения, непрозрачны. Врачу и пациенту трудно понять логику принятия решения, что подрывает доверие и усложняет юридическую ответственность. Развитие объяснимого ИИ (XAI) – ключевое направление. · Конфиденциальность и безопасность данных. Работа с чувствительными медицинскими данными требует высочайшего уровня защиты от утечек и кибератак. Технологии федеративного обучения (Federated Learning), при которых модель обучается децентрализованно, не перемещая данные, представляют собой перспективное решение. Ответственность. Не определено, кто несет юридическую и этическую ответственность за ошибку: разработчик алгоритма, медицинское учреждение, врач, использующий систему, или их комбинация. Это требует адаптации существующего законодательства. · Алгоритмическая справедливость и усиление неравенства. Риск того, что ИИ-системы, обученные на данных преимущественно одной популяции, будут хуже работать для других групп (по этническому, возрастному, гендерному признаку), что может усугубить существующее в здравоохранении неравенство.

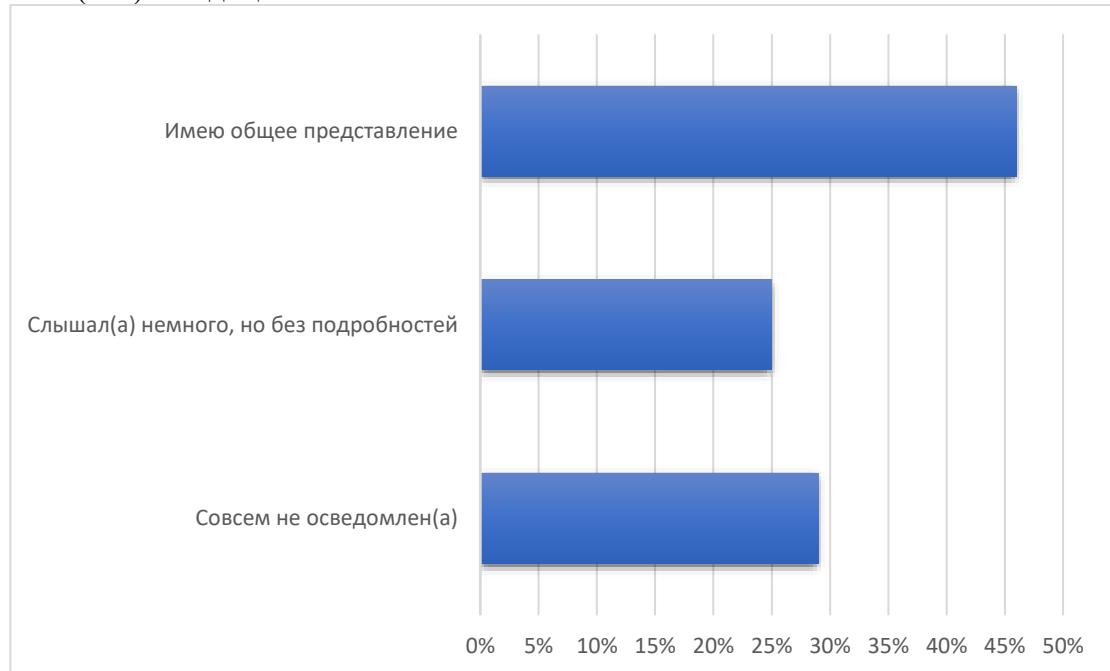
Нормативно-правовое регулирование и клиническая валидация. Отсутствуют единые международные и национальные стандарты для сертификации алгоритмов ИИ как медицинских изделий. Ключевой вопрос – доказательство не только технической точности на ретроспективных данных, но и клинической полезности (улучшение исходов для пациентов, эффективности работы врача) в ходе проспективных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ). Регуляторы (FDA в США, Росздравнадзор в РФ) разрабатывают адаптивные подходы, но процесс отстает от темпов развития технологий.

Кадровый и организационный дефицит. Наблюдается неготовность многих медицинских учреждений к цифровой трансформации, недостаток ИТ-инфраструктуры. Критическим является дефицит специалистов, обладающих как медицинскими, так и аналитическими компетенциями («медицинские биоинформатики»), а также недостаточная цифровая грамотность практикующих врачей.

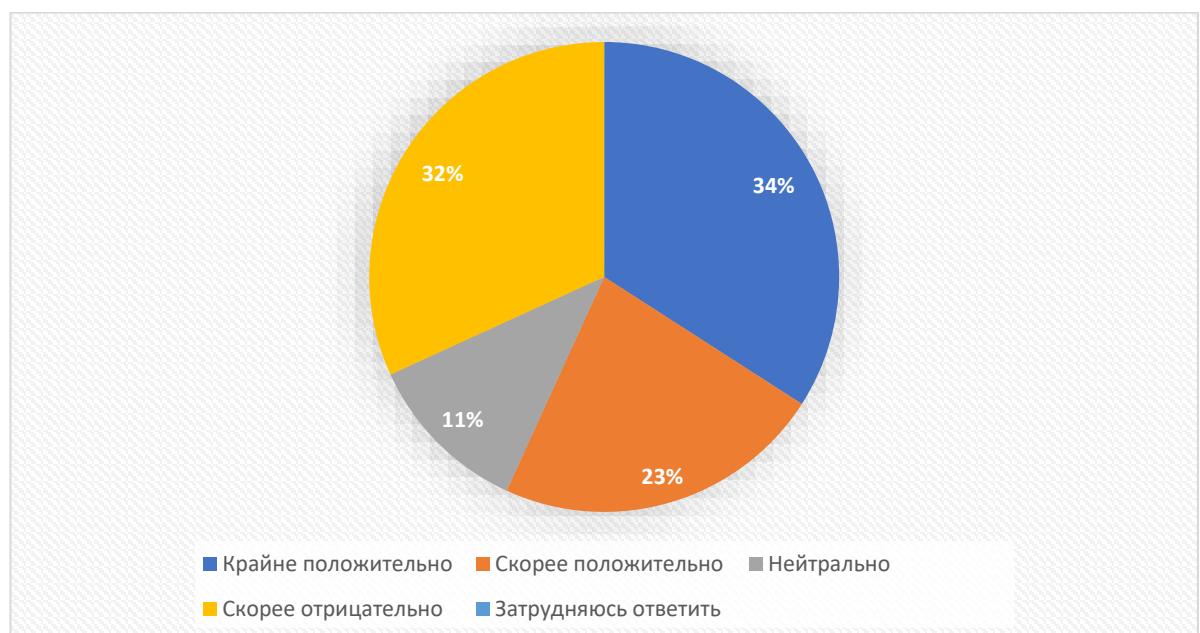
Внедрение искусственного интеллекта в здравоохранение — это не вопрос «если», а вопрос «когда» и «как». Это приведет к фундаментальной трансформации всей отрасли, которая затронет врачей, пациентов, системы управления и экономику медицины.

Основная часть. Чтобы лучше понять осведомленность и отношении населения к ИИ в здравоохранении, мы провели исследование среди 100 человек разных возрастных групп (от 18 до 60 лет), по следующим вопросам:

1. Насколько Вы осведомлены о возможностях использования искусственного интеллекта (ИИ) в медицине?



- Совсем не осведомлен(а) – 29%
 - Слышал(а) немного, но без подробностей - 25%
 - Имею общее представление · Хорошо осведомлен(а) – 46%
2. Как Вы в целом относитесь к использованию систем ИИ для помощи врачам в диагностике и лечении пациентов?



- Крайне положительно – 30%
- Скорее положительно – 20%
- Нейтрально – 10%
- Скорее отрицательно – 28%
- Затрудняюсь ответить – 12%

3. Какие из перечисленных областей применения ИИ в медицине Вы считаете наиболее перспективными и полезными?

- Анализ медицинских снимков (рентген, МРТ, КТ) для выявления заболеваний
- Прогнозирование эпидемий и вспышек заболеваний
- Разработка новых лекарств и вакцин
- Персональные рекомендации по здоровому образу жизни и профилактике ·

Роботизированная хирургия с поддержкой ИИ

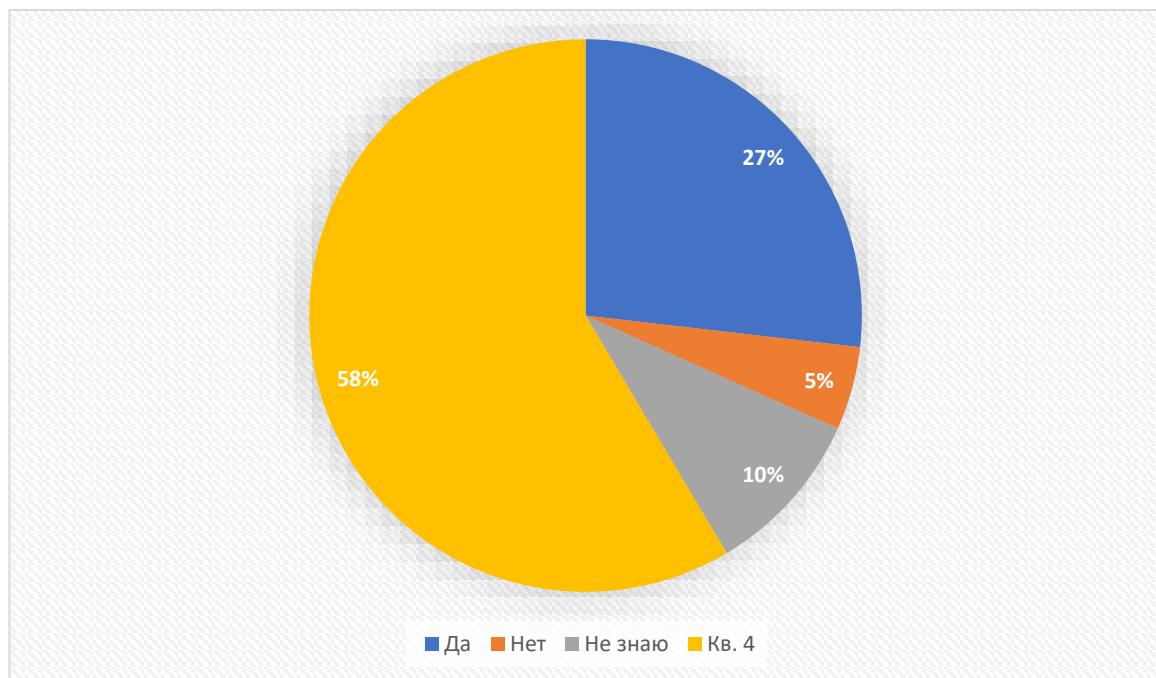
- "Цифровой помощник врача" для анализа симптомов и истории болезни
- Мониторинг состояния хронических больных (диабет, болезни сердца)
- Расшифровка генома и персонализированная медицина

72% - опрошенных выбрали следующие области: Анализ медицинских снимков (рентген, МРТ, КТ) для выявления заболеваний; Прогнозирование эпидемий и вспышек заболеваний; Разработка новых лекарств и вакцин; Мониторинг состояния хронических больных (диабет, болезни сердца).

18% - опрошенных выбрали: Персональные рекомендации по здоровому образу жизни и профилактике; Роботизированная хирургия с поддержкой ИИ.

10% - опрошенных выбрали: "Цифровой помощник врача" для анализа симптомов и истории болезни; Расшифровка генома и персонализированная медицина

4. Считаете ли вы, что ИИ может улучшить диагностику заболеваний?



- Да: 70%
- Нет: 10%
- Не знаю: 20%

Опрос показал, что большинство участников (60%) положительно относятся к использованию искусственного интеллекта в здравоохранении. Это свидетельствует о высоком уровне интереса и доверия к новым технологиям в данной области. Среди респондентов 70% считают, что ИИ может существенно улучшить диагностику заболеваний, что подтверждает растущую уверенность в его потенциале. Однако уровень доверия к рекомендациям, основанным на ИИ, варьируется: 40% участников имеют высокий уровень доверия, 35% — средний, и 25% — низкий. Что касается областей здравоохранения, которые могут выиграть от внедрения ИИ, 65% респондентов выделили

диагностику заболеваний, 50% — персонализированную медицину, а 40% — управление медицинскими данными. Это подчеркивает важность ИИ в различных аспектах медицинской практики.

Выводы: Искусственный интеллект перестал быть технологией будущего для медицины — он является технологией настоящего, однако находится на этапе «раннего внедрения» и «освоения». Его потенциал для повышения точности диагностики, персонализации терапии, оптимизации ресурсов и смещения акцента на профилактику является доказанным, но еще не реализованным в полной мере.

Успешная интеграция ИИ в систему медико-санитарной помощи требует скоординированных усилий на нескольких уровнях: 1. Научно-технический: развитие объяснимого ИИ (XAI), методов федеративного обучения, создание качественных и репрезентативных мультимодальных датасетов. 2. Нормативно-правовой: формирование гибкой, риск-ориентированной системы регулирования, аналогичной европейскому AI Act или подходу FDA к программному обеспечению как медицинскому изделию (SaMD), с четким определением ответственности. 3. Организационный: масштабные инвестиции в цифровую инфраструктуру лечебных учреждений и перестройку клинических workflow для «бесшовного» внедрения ИИ-инструментов. 4. Образовательный: кардинальное обновление образовательных программ для подготовки нового поколения «цифровых врачей» и биоинформатиков, а также непрерывное повышение цифровой грамотности действующих специалистов.

Перспективным направлением является конвергенция ИИ с другими прорывными технологиями, такими как интернет медицинских вещей (IoMT), расширенная реальность (XR) и геномное редактирование. В долгосрочной перспективе это может привести к формированию целостной «цифровой экосистемы здоровья», где ИИ будет выступать в роли интеллектуального ассистента, поддерживающего врача в принятии решений, а пациента — в сохранении и управлении здоровьем на протяжении всей жизни.

Список источников

1. Topol E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence // Nature Medicine. – 2019. – Vol. 25, № 1. – P. 44-56.
2. Esteva A., et al. A guide to deep learning in healthcare // Nature Medicine. – 2019. – Vol. 25, № 1. – P. 24-29.
3. Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: A comprehensive review // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, № 4. – P. e26297. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26297. [Оригинальный анализ этико-регуляторных вызовов].
4. Коррейя П., Педро Р., Видейра С. Искусственный интеллект в здравоохранении: баланс инноваций, этики и защиты прав человека // Journal of Digital Technologies and Law. – 2025. – Т. 3, № 1. – С. 143–180. [Анализ правовых и этических дилемм].
5. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://center2m.ru/ai-medicine> (дата обращения: 15.10.2023). [Обзор практических применений и примеров].
6. Этика искусственного интеллекта: принципы, аспекты и пути регулирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://productstar.ru/blog/etika-iskusstvennogo-intellekta-principy-aspekyti-puti-regulirovaniia> (дата обращения: 15.10.2023). [Сводный обзор этических принципов ИИ].
7. 7 Life-Saving AI Use Cases in Healthcare [Электронный ресурс] // V7 Labs. – 2024. – Режим доступа: <https://www.v7labs.com/blog/ai-in-healthcare> (дата обращения: 15.10.2023). [Актуальные кейсы с техническими деталями].
8. Dankwa-Mullan I. Health Equity and Ethical Considerations in Using Artificial Intelligence in Public Health and Medicine // Prev Chronic Dis. – 2024. – Vol. 21. – P. 240245. – DOI: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd21.240245>. [Ключевая работа о смещениях и справедливости ИИ].

9. ИИ помогает медикам, но его потенциал раскрыт лишь на 10-15 процентов [Электронный ресурс] // Российская газета. – 2025. – 31 июля. – Режим доступа: <https://rg.ru/2025/07/31/nejroset-vedet-priem.html> (дата обращения: 15.10.2023).

10. Шевченко П.П., Гусев Д.А., Кобалава Ж.Д. Искусственный интеллект в кардиологии: от данных к клиническим решениям // Кардиология. – 2021. – Т. 61, № 12. – С. 100-110.

11. Рекомендации по этическим аспектам использования технологий искусственного интеллекта в здравоохранении (проект ВОЗ, 2021). – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>.

12. Федеральный закон от 31.07.2020 № 266-ФЗ "О экспериментальных правовых режимах в области цифровых инноваций в Российской Федерации".

Сведения об авторе

Кантемирова Мира Аслангериевна - профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения и социально-экономических наук, доктор экономических наук, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия», г. Владикавказ, Россия.

Дзилихова Дана Виссарионовна - студентка ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия», г. Владикавказ, Россия.

ORCID: 0009-0005-3514-8560

Абаев Арсен Тамерланович - студент ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия», г. Владикавказ, Россия.

Information about the author

Kantemirova Mira Aslangerievnna, Professor of the Department of Public Health, Healthcare and Socio-Economic Sciences. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "North Ossetian State Medical Academy", Vladikavkaz, Russia.

Dzilikhova Dana Vissarionovna, student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Ministry of Education «North Ossetian State Medical Academy», Vladikavkaz, Russia.

ORCID: 0009-0005-3514-8560

Abaev Arsen Tamerlanovich, student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Ministry of Education «North Ossetian State Medical Academy», Vladikavkaz, Russia.