



Искусственный интеллект в управлении артериальной гипертензией: от прогнозирования рисков до персонализированной терапии: обзор

Гарина И.А.¹, Хаишева Л.А.¹, Ратова Л.Г.²

Проанализированы современные научные данные о возможностях применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в диагностике, стратификации сердечно-сосудистого риска и персонализированном лечении пациентов с артериальной гипертензией (АГ). Проведен аналитический обзор публикаций, посвящённых использованию ИИ и методов машинного обучения при АГ. Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect и Google Scholar. В обзор включались публикации на русском и английском языках за период 2020-2026гг с использованием ключевых слов: artificial intelligence, machine learning, arterial hypertension, risk stratification, prediction, diagnosis. Алгоритмы ИИ демонстрируют высокий потенциал в диагностике и мониторинге АГ за счёт анализа данных электронных медицинских карт, суточного мониторирования артериального давления, электрокардиографии, изображений сетчатки и информации с носимых устройств. Использование ИИ открывает новые перспективы в управлении АГ, включая раннюю диагностику, более точную стратификацию риска и персонализацию терапии. ИИ не является заменой клинического мышления врача, но становится мощным инструментом поддержки принятия решений. Для широкого внедрения данных технологий необходимы дальнейшие клинические исследования, внешняя валидация алгоритмов и стандартизация медицинских данных.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, артериальная гипертензия, стратификация риска, персонализированная медицина, носимые устройства, цифровые биомаркеры.

Отношения и деятельность: нет.

¹ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия; ²ФГБУ Национальный медицин-

ский исследовательский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Гарина И.А.* — к.м.н., ассистент кафедры терапии, ORCID: 0000-0002-9897-0499, Хаишева Л.А. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапии, ORCID: 0000-0002-2419-4319, Ратова Л.Г. — к.м.н., доцент кафедры организации, управления и экономики здравоохранения, ORCID: 0000-0002-3109-034X.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

korpus38@gmail.com

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ИИ — искусственный интеллект, МО — машинное обучение, СН — сердечная недостаточность, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ССР — сердечно-сосудистый риск, ХБП — хроническая болезнь почек, ЭКГ — электрокардиография.

Рукопись получена 12.03.2026

Рецензия получена 20.03.2026

Принята к публикации 24.03.2026



Для цитирования: Гарина И.А., Хаишева Л.А., Ратова Л.Г. Искусственный интеллект в управлении артериальной гипертензией: от прогнозирования рисков до персонализированной терапии: обзор. *Российский кардиологический журнал*. 2026;31(2S):6906. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6906. EDN: KSEQSV

Artificial intelligence in hypertension management: from risk prediction to personalized therapy.

A review

Garina I.A.¹, Khaisheva L.A.¹, Ratova L.G.²

This article analyzes current data on the potential of artificial intelligence (AI) technologies in diagnostics, cardiovascular risk stratification, and personalized treatment of patients with hypertension (HTN). An analytical review of publications on the use of AI and machine learning methods in HTN was conducted. A literature search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar. The review included publications in Russian and English from 2020-2026 using the following keywords: artificial intelligence, machine learning, hypertension, risk stratification, prediction, and diagnosis. AI algorithms demonstrate high potential in the diagnosis and monitoring of hypertension by analyzing data from electronic health records, 24-hour blood pressure monitoring, electrocardiography, retinal imaging, and wearable devices. AI use opens new prospects for hypertension management, including early diagnosis, more accurate risk stratification, and personalized therapy. AI is not a substitute for clinical judgment, but it is becoming a powerful tool for decision support. Further clinical trials, external validation of algorithms, and standardization of health data are necessary for the widespread adoption of these technologies.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, hypertension, risk stratification, personalized medicine, wearable devices, digital biomarkers.

Relationships and Activities: none.

¹Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; ²Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg, Russia.

Garina I.A.* ORCID: 0000-0002-9897-0499, Khaisheva L.A. ORCID: 0000-0002-2419-4319, Ratova L.G. ORCID: 0000-0002-3109-034X.

*Corresponding author:

korpus38@gmail.com

Received: 12.03.2026 **Revision Received:** 20.03.2026 **Accepted:** 24.03.2026

For citation: Garina I.A., Khaisheva L.A., Ratova L.G. Artificial intelligence in hypertension management: from risk prediction to personalized therapy. A review. *Russian Journal of Cardiology*. 2026;31(2S):6906. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6906. EDN: KSEQSV

Ключевые моменты

- Применение искусственного интеллекта (ИИ) у пациентов с артериальной гипертензией улучшает раннюю диагностику, прогнозирование осложнений и разработку персонализированных схем лечения.
- Алгоритмы ИИ демонстрируют преимущество перед традиционными шкалами риска, повышая прогностическую точность оценки индивидуального сердечно-сосудистого риска.
- Носимые устройства вместе с технологиями ИИ обеспечивают дистанционный мониторинг артериального давления, способствуя своевременной коррекции медикаментозной терапии.
- Интеграция ИИ-решений в реальную клиническую практику облегчает выполнение рутинных задач, ускоряет обработку биомедицинских данных, предоставляет научно-обоснованные рекомендации.

Key messages

- The use of artificial intelligence (AI) in patients with hypertension improves early diagnosis, complication prediction, and the development of personalized treatment regimens.
- AI algorithms demonstrate advantages over traditional risk scales, increasing the predictive accuracy of individual cardiovascular risk assessment.
- Wearable devices combined with AI technologies provide remote blood pressure monitoring, facilitating timely pharmacotherapy adjustments.
- The integration of AI solutions into real-world practice facilitates routine tasks, accelerates biomedical data processing, and provides evidence-based recommendations.

Искусственный интеллект (ИИ) в 2026г не является чем-то фантастическим, он превратился в незаменимого помощника в повседневной жизни на всех ее уровнях. Актуальность внедрения ИИ в медицину, и, в частности, в кардиологию — это ответ на вызовы современной медицины, направленные на повышение качества медицинской помощи, снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и более рациональное использование ресурсов здравоохранения. Однако при этом остаются вопросы, связанные с качеством данных для обучения моделей, этикой, конфиденциальностью и необходимостью валидации алгоритмов оказания медицинской помощи [1]. Артериальная гипертензия (АГ) остается ведущим модифицируемым фактором риска сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности в мире [2]. Среди лиц трудоспособного возраста в нашей стране АГ выявлена у 47% мужчин и 40% женщин [3], достигая 60% у пациентов старше 60 лет вне зависимости от пола. Несмотря на наличие большого количества эффективных и доступных лекарственных препаратов, а также актуальных клинических рекомендаций, реальный контроль артериального давления (АД) остается крайне низким [4]. В условиях быстрого увеличения объема клинических данных и высокой потребности в персонализированных методах лечения хронических заболеваний, таких как АГ, внедрение технологий ИИ позволит:

— повысить эффективность диагностики, прогнозирования рисков осложнений и управления лечением за счёт автоматизации анализа больших данных, выявления скрытых закономерностей, превратив мас-

сивы разрозненных данных в точные персонализированные решения для контроля АД и профилактики сердечно-сосудистых осложнений;

— создавать динамические модели персонализированного лечения и непрерывного мониторинга для пациентов, интегрируя данные с носимых устройств (смарт-часов, тонометров), электронных медицинских карт и результатов лабораторных исследований для своевременной коррекции лечения;

— снизить административную нагрузку на врача, автоматизировать рутинные задачи и предоставить клиницисту в режиме реального времени подсказки для принятия решений, основанные на клинических рекомендациях [5].

Цель исследования — анализ имеющихся источников литературных данных о современных возможностях и перспективах применения технологий ИИ в ведении пациентов с АГ, прогнозирования рисков и подбора персонализированной терапии.

Методология исследования

Авторы независимо друг от друга проводили поиск и отбор публикаций, соответствующих критериям включения в базах данных Scopus, PubMed, Web of Science, Science Direct и Google Scholar. В обзор включались публикации на русском и английском языках в период с 2020 по 2026гг с ключевыми словами "Искусственный интеллект — Artificial Intelligence", "Артериальная гипертензия — Arterial Hypertension", "Стратификация риска — Risk Stratification", "Машинное обучение — Machine Learning", "Диагностика — Diagnosis", "Прогнозирование — Prediction", "Визуализация — Imaging". По итогам отбора в настоящий обзор было включено 23 публикации. Авторы последовательно анализировали аннотации, полные тексты статей и извлекали необходимые данные

для формирования обзора. В случае разногласий относительно включения той или иной публикации, привлекались два независимых консультанта и окончательное решение принималось по результатам консилиума.

Из найденных публикаций исключались повторяющиеся публикации, тезисы конференций, диссертационные исследования, публикации, представленные только в виде резюме. Оценка качества публикаций не выполнялась.

Результаты

ИИ и модели, созданные при его помощи, могут легко и, главное, быстро обучаться и адаптироваться к изменению эпидемиологической ситуации, учитывать региональные особенности популяции, что сложно сделать с учетом терапевтической инертности врачей и сложности внедрения изменений в реальную клиническую практику [6].

Перспективным направлением применения диагностических методик с помощью ИИ рассматриваются рекуррентные нейронные сети, они могут проводить интеграцию с электронными медицинскими системами, что снижает вероятность ошибок и значительно экономит время специалистов.

Современные технологии ИИ активно внедряются в носимые устройства, такие как умные часы, фитнес браслеты и портативные тонометры, для непрерывного мониторинга АД и раннего выявления АГ¹ [7].

Интеграция ИИ с носимыми устройствами обеспечивает более высокую чувствительность и точность прогнозирования гипертонических эпизодов по сравнению с разовыми измерениями АД в клинических условиях. Кроме того, такие технологии позволяют персонализировать мониторинг АД, адаптируя алгоритмы под индивидуальные особенности пользователя и прогнозируя риски прогрессирования заболевания в динамике [7].

ИИ алгоритмы помимо АД позволяют анализировать данные о пульсе, вариабельности сердечного ритма, активности и фазах сна, их сменах и продолжительностях, выявляя скрытые закономерности, недоступные традиционным методам измерения АД. В 2024г в PubMed было опубликовано ретроспективное исследование, включившее данные 142897 пациентов с неконтролируемой АГ, где машинная модель, основанная на электронных медицинских картах, достаточно хорошо прогнозировала развитие гипертонического криза [8].

В Тайване разработана успешно работающая модель прогнозирования маскированной АГ и скрытой неконтролируемой АГ с использованием клиниче-

ских характеристик пациентов во время амбулаторного визита [9].

В настоящее время реализуется проект, инициированный Берч Э. и др. в университете Восточной Каролины (США), где изучается использование алгоритмов ИИ и глубокого обучения для выявления и анализа гипертонических изменений сетчатки с помощью фотографий глазного дна с акцентом на интеграцию с генетическими данными, клиническими характеристиками и данными анамнеза для создания прогностических моделей. В этом проекте изучается способность алгоритмов глубокого обучения на основе ИИ в выявлении гипертонических изменений сетчатки по фотографиям глазного дна с оценкой их точности и чувствительности².

Одноцентровое исследование в рамках проекта "Сердечно-сосудистые заболевания у пациентов с сахарным диабетом: Силезский проект "Диабет и сердце", проведенное в 2024г, позволило создать алгоритмы, основанные на работе ИИ, использующие изображения сетчатки и позволяющие с высокой точностью дифференцировать пациентов с хронической нефропатией [10].

В 2024г исследователи из канадской компании Klick Labs показали, что анализ голосовых биомаркеров с помощью ИИ может эффективно выявлять признаки повышенного АД [11]. Метод основан на записи голоса участников через мобильное приложение до 6 раз в день в течение двух недель, после чего алгоритмы машинного обучения (МО) оценивают сотни акустических параметров, недоступных человеческому слуху. По итогам исследования модель демонстрировала точность выявления АГ до 84% у женщин и 77% у мужчин при границах систолического/диастолического АД $\geq 135/85$ мм рт.ст. Это делает голосовой анализ потенциально полезным неинвазивным скрининговым инструментом, особенно в условиях телемедицины или ограниченной возможности традиционного измерения АД. Авторы отмечают, что такие голосовые биомаркеры могут отражать системные физиологические изменения, связанные с сосудистым тонусом, кровообращением и нервно-мышечной регуляцией, что открывает перспективы для интеграции акустических данных в комплексные модели оценки сердечно-сосудистого риска (ССР).

Интересный факт был продемонстрирован в российском исследовании Герцера Б.И. и др., показавший, что кластеризация профилей суточного мониторингирования АД может выделять фенотипы маскированной гипертензии с различным клиническим значением и отличиями по поражению органов-мишеней [12]. В этом исследовании был проведен ретроспективный анализ 207 историй болезни паци-

¹ Arjomand A, Boudesh A, Bayatmakou F, et al. TransfoRhythm: A transformer architecture conducive to blood pressure estimation through Solo PPG signal capturing. arXiv. 2025;2404.15352v2 eess.SP.

² <https://www.ukbiobank.ac.uk/projects/predictive-modeling-for-hypertensive-retinopathy-using-ai-driven-fundus-photography-analysis/>.

ентов мужского пола в возрасте 34,6 лет и нормальным уровнем "офисного" АД, находившихся под регулярным воздействием профессиональных стрессоров и проходивших плановое стационарное обследование.

Shih LC, et al. [13] разработали МО-модель, прогнозирующую гипертензию "белого халата" на основании клинических параметров, достигнув высокой специфичности и прогностической ценности при различных алгоритмах обучения. В исследовании участвовало 1434 пациента, разделенных на две когорты для внешней и внутренней валидации, все пациенты находились под амбулаторным наблюдением.

В другом крупном мультицентровом исследовании, данные которого были опубликованы в 2024 г в журнале ScienceDirect, более чем на 7 тыс. пациентов, модели МО использовались для классификации типов АГ, выявленных по данным суточного мониторинга АД, включая маскированную гипертензию и гипертензию "белого халата" [14].

В Российской Федерации на базе генеративно-го ИИ учёными Сеченовского университета и специалистами российской технологической компании был разработан Neuromed AI³, обученный на большой выборке медицинских данных и клинических рекомендациях, и предназначенный для помощи врачам в анализе информации о пациентах, диагностике и выборе тактики лечения. В России Neuromed AI проходит апробацию и используется в бета-режиме: чат-бот уже включён в реестр российского программного обеспечения как ИИ-инструмент. Его используют >500 кардиологов и онкологов в разных регионах России в пилотных проектах. Он успешно прошёл государственную итоговую аттестацию, аналогичную экзамену ординаторов по кардиологии и онкологии — т.е. продемонстрировал способность отвечать на сложные профессиональные вопросы и анализировать данные пациентов. Neuromed AI — это не медицинское устройство или аппарат, а именно программное обеспечение на базе ИИ, выполняющее аналитическую и консультационную функцию. Его применение носит помогающий, а не заменяющий врачей характер.

Прогнозирование рисков

По данным современных клинических рекомендаций, существует две основные шкалы стратификации и оценки ССР у пациентов без диагностированной сердечно-сосудистой патологии — это шкалы: SCORE2 (европейская шкала оценки 10-летнего риска фатальных и не фатальных сердечно-сосудистых событий) и ASCVD Pooled Cohort Equations (американская модель оценки риска ССЗ). Они предназначены и широко используются врачами в реальной клинической практике для принятия решений о первичной

профилактике, назначении антигипертензивной и гиполипидемической терапии [15].

Опубликованные исследования, оценивающие ССР у пациентов на основании шкалы SCORE2 и ASCVD Pooled Cohort Equations [16, 17]. Ретроспективное когортное исследование, включающее 205548 пациентов, анализирующее модель SCORE2, выявило, что рассчитанный риск возникновения ССЗ по данной модели SCORE2 был значительно выше прогнозируемого. 10-летний риск, по данным наблюдений, составил 10,1%, а расчетный по шкале — 6,2%. Был выполнен систематический обзор и метаанализ 11 исследований, в которых прогнозировалась частота возникновения ССЗ у взрослых (18 лет и старше), в рамках первичной профилактики с использованием алгоритма МО (определяемого, если авторы исследования указали, что это алгоритм МО) и традиционной шкалы риска (определяемой как шкала прогнозирования риска ССЗ, разработанная с использованием традиционных статистических методов, валидированная в другой исследуемой популяции и примененная в выбранном исследовании), продемонстрировавший высокий риск систематической ошибки, т.к. обе стандартные, используемые в клинической практике шкалы, построены на классических статистических моделях, в частности на пропорциональных рисках и ограниченном перечне заранее выбранных показателей, их фиксированной совокупности [17]. Эти подходы предполагают линейную зависимость между фактором риска и вероятностью события, что зачастую не всегда соответствует сложным патофизиологическим механизмам ССЗ.

В отличие от традиционных шкал с их несовершенствами алгоритмов, ИИ и методы МО обладают рядом принципиальных преимуществ:

- способностью автоматически выявлять сложные нелинейные взаимосвязи между факторами риска (систолическое АД, уровень холестерина, возраст и др.), которые линейные регрессионные модели описывают упрощённо, адаптироваться к новым наблюдениям и непрерывно улучшать точность прогнозов за счёт обучения на больших массивах разнородной информации;

- гибкостью настройки под конкретные задачи, возможностью динамической адаптации к изменениям данных и способностью учитывать индивидуальные особенности пациента, а не опираться на усреднённые популяционные показатели;

- возможностью обрабатывать многомерные и разнородные данные (клинические показатели, генетику, образ жизни, данные носимых устройств), выявлять скрытые паттерны и строить модели высокой сложности, которые невозможно формализовать в виде простых шкал;

- значительно более высокой прогностической точностью, возможностью персонализации оценок

³ https://www.cnews.ru/news/line/2025-02-18_nejroset_ot_uchenyh_sechenovskogo?utm_source.

риска и рекомендаций, а также способностью интегрировать динамически изменяющиеся данные для актуализации прогнозов в режиме реального времени;

- масштабируемостью (могут применяться к миллионам пациентов без потери эффективности), автоматизацией рутинных процессов анализа и возможностью интеграции с цифровыми платформами для непрерывного мониторинга и поддержки клинических решений;

- поддержкой нелинейного моделирования, работой с высокоразмерными данными, возможностью инкрементального обучения и генерацией интерпретируемых или полуинтерпретируемых прогнозов на индивидуальном уровне.

Если проводить сравнение по числу переменных, то при помощи нейросетей возможна обработка большего числа переменных, в отличие от традиционных шкал и фиксированного набора факторов в SCORE2 и ASCVD, ИИ-модели могут быть дополнены и включать в себя данные показатели лабораторных исследований: высокочувствительный С-реактивный белок, скорость клубочковой фильтрации, показатели электрокардиографии (ЭКГ) и эхокардиографии, показатели вариабельности АД, социально-поведенческие факторы, что позволяет создавать более персонализированные модели риска [18, 19].

Прогнозирование рисков хронической почечной недостаточности, фибрилляции предсердий и сердечной недостаточности (СН). Современные алгоритмы ИИ могут выявлять скрытые прогностически значимые признаки в данных ЭКГ, которые ранее было невозможно выявить при визуальной оценке специалиста. В крупном когортном исследовании "Риск атеросклероза в сообществах" ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) была применена модель глубокого обучения, использующая оценку стандартной ЭКГ 12 отведений, алгоритм ИИ предсказал риск развития СН в течение 10 лет с достоверностью, сопоставимой с классическими шкалами риска, такими как Framingham и ARIC HF калькуляторы, а при комбинировании с клиническими переменными точность повышалась [20]. Показано, что ИИ анализ ЭКГ может служить независимым предиктором СН на популяционном уровне [21].

С января 2010г по октябрь 2020г ученым из Китая Tsai PH, et al. на 66587 амбулаторных пациентах [21] был использован глубокий алгоритм для анализа ЭКГ с оценкой скорости клубочковой фильтрации, в общей сложности оценено 72618 ЭКГ от 49632 пациентов. Модель достигала AUC ~0,86-0,89 для выявления пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) и показывала, что исследуемые, у которых по данным ЭКГ — ИИ определил высокий риск, имели более высокий риск прогрессирования ХБП, инсульта, СН и фибрилляции предсердий по сравнению с традиционной классификацией только по скорости

клубочковой фильтрации. Это подчёркивает потенциал ЭКГ ИИ как неинвазивного инструмента для раннего выявления риска не только сердечных, но и нефрологических осложнений.

Персонализация терапии

В последние годы алгоритмы МО широко используются для оценки индивидуальных особенностей и реакций пациента на различные классы антигипертензивных препаратов для оптимизации терапии. Согласно клиническим рекомендациям, выбор препарата зависит от сопутствующих состояний и ССР [3]. К классам препаратов, чаще всего подвергающихся анализу в моделях МО, относятся ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, блокаторы рецепторов ангиотензина II, антагонисты кальция, диуретики. Современные МО-модели учитывают многофакторные данные пациента: демографические параметры (возраст, пол), исходный уровень АД, индекс массы тела, сопутствующие заболевания (диабет, ХБП, ишемическая болезнь сердца), лабораторные показатели (скорость клубочковой фильтрации, электролиты, липидный профиль), генетические маркеры, данные электронных медицинских карт. В 2020г Krittanawong C, et al. был опубликован метаанализ прогнозирования ССЗ с помощью МО, по данным которого в исследованиях по сердечно-сосудистой медицине чаще всего используется Random Forest, его преимущества в скорости и простоте переобучения, он хорошо работает с табличными клиническими данными [22]. В настоящий момент часто используется Gradient Boosting (XGBoost, LightGBM), демонстрирующий высокую точность при прогнозировании терапевтических эффектов. При их сравнении, проведённом Boldini D, et al. на 157590 моделях градиентного бустинга, было выявлено, что XGBoost в целом достигает наилучшей прогностической эффективности, в то время как LightGBM требует наименьшего времени обучения, особенно для больших наборов данных [23]. Модели МО работают за счёт выявления сложных, часто нелинейных зависимостей между фенотипом пациента и его индивидуальной реакцией на лечение. Они не заменяют клиническое мышление врача, но позволяют количественно оценить вероятность успеха различных терапевтических тактик и тем самым подобрать под каждого персонализированную терапию.

Внедрение ИИ ассистента в ряде исследований приводило к улучшению контроля АД у пациентов с АГ за счёт более точного подбора антигипертензивной терапии при использовании рекомендаций, встроённых в электронную медицинскую карту⁴ [24, 25]. Система поддержки принятия решений

⁴ Cleveland Clinic Innovations. (2025). Cleveland Clinic unveils AI-powered platform. LinkedIn post. https://www.linkedin.com/posts/cleveland-clinic-innovations_cleveland-clinic-unveils-ai-powered-platform-activity-7386145771546419200-sf60.

помогает врачам быстрее подобрать наиболее эффективное лечение для каждого пациента, что ускоряет достижение целевых значений АД и повышает эффективность терапии.

Обсуждение

Применение ИИ в диагностике и лечении АГ открывает большие перспективы, но сталкивается с рядом ограничений и вызовов [26]. Модели МО требуют больших объёмов упорядоченных и очищенных данных (например, историй болезни, результатов мониторинга АД, лабораторных показателей) для эффективной работы. В реальной практике данные часто неполные, разрозненные или противоречивые, что снижает точность моделей. Многие модели создаются в ограниченных географических или демографических группах, что в последующем создаёт ошибочные данные для работы в других регионах и континентах, например разные этнические группы, разные возрастные группы и т.д.

Внедрение решений на основе ИИ в лечении АГ требует строгой клинической валидации. Любые алгоритмы, влияющие на диагностику, стратификацию риска или подбор терапии, фактически становятся медицинскими изделиями и должны подтверждать свою безопасность и эффективность в клинических исследованиях. Это включает проспективные испытания, оценку воспроизводимости результатов, анализ рисков ошибок алгоритма и их влияния на исходы пациентов. В противном случае существует риск недостоверных рекомендаций, алгоритмической предвзятости и снижения качества медицинской помощи.

После клинической апробации такие системы подлежат регуляторному одобрению. В США контроль осуществляет U. S. Food and Drug Administration, в Европейском союзе European Medicines Agency, а в Российской Федерации — Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор). Процесс включает оценку клинических данных, кибербезопасности, прозрачности алгоритмов и системы управления рисками. Эти этапы требуют значительных временных и финансовых ресурсов, но являются обязательными для обеспечения безопасности пациентов и доверия к цифровым медицинским технологиям.

Заключение

ИИ стремительно меняет кардиологию, открывая новые возможности для ранней диагностики, стратификации рисков и персонализированного лечения. Проведённый анализ современных публикаций за 2020–2025 гг. демонстрирует, что технологии ИИ занимают всё более значимое место в управлении АГ — от этапа скрининга и стратификации риска до прогнозирования осложнений и персонализации терапии. Ограничения традиционных шкал оценки ССР, таких как SCORE2 и ASCVD Pooled Cohort Equations,

связанные с линейностью моделей и фиксированным набором переменных, подчёркивают необходимость более гибких и многомерных подходов. Алгоритмы МО способны учитывать широкий спектр клинических, лабораторных, инструментальных, поведенческих и даже акустических данных, выявляя сложные нелинейные взаимосвязи, недоступные классическим статистическим методам. Особенно перспективным направлением является интеграция ИИ с электронными медицинскими картами и носимыми устройствами, что позволяет осуществлять непрерывный мониторинг АД, раннее выявление скрытых форм гипертонии, прогнозирование гипертонических кризов и сердечно-сосудистых осложнений. Результаты крупных когортных исследований подтверждают способность ИИ-алгоритмов на основе ЭКГ, изображений сетчатки, показателей суточного мониторинга АД и даже голосовых биомаркеров выявлять риски развития СН, ХБП и фибрилляции предсердий с высокой прогностической точностью.

Не менее важным направлением является персонализация антигипертензивной терапии. Модели МО позволяют прогнозировать индивидуальный ответ пациента на различные классы препаратов, оптимизировать подбор лечения и повышать достижение целевых значений АД. Опыт внедрения ИИ-ассистентов в клиническую практику демонстрирует улучшение контроля АД и повышение эффективности принятия врачебных решений при сохранении ведущей роли клинициста.

В то же время широкое внедрение ИИ сопряжено с рядом вызовов: необходимостью стандартизации и очистки больших массивов данных, риском алгоритмической предвзятости, ограниченной переносимостью моделей между популяциями, а также обязательной клинической валидацией и регуляторным одобрением. Решение этих задач требует междисциплинарного сотрудничества врачей, инженеров и специалистов по медицинскому праву.

Таким образом, ИИ не является заменой клинического мышления врача, но становится мощным инструментом поддержки принятия решений. Его дальнейшее развитие и интеграция в систему здравоохранения способны существенно повысить точность стратификации риска, эффективность лечения и уровень контроля АГ, что в перспективе приведёт к снижению сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности.

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

Декларация ИИ. Технологии генеративного ИИ использовались исключительно как вспомогательный инструмент на финальных стадиях работы над текстом рукописи.

Литература/References

- Kutelev GG, Parfenov SA, Sapozhnikov KV, et al. Application of artificial intelligence technologies in cardiovascular disease detection and management authors. *Translational Medicine*. 2024;11(6):562-76. (In Russ.) Кутелев Г.Г., Парфенов С.А., Сапожников К.В. и др. Применение технологий искусственного интеллекта для выявления и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. *Трансляционная медицина*. 2024;11(6):562-76. doi:10.18705/2311-4495-2024-11-6-562-576.
- Dolgalev IV, Ivanova AYU, Shipkhineeva AYU. Hypertension as a death risk factor in men and women aged 20-59 years: a 34-year cohort prospective study. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8):3602. (In Russ.) Долгалёв И.В., Иванова А.Ю., Шипхинева А.Ю. Артериальная гипертензия как фактор риска смерти мужчин и женщин 20-59 лет: 34-летнее когортное проспективное исследование. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(8):3602. doi:10.15829/1728-8800-2023-3602.
- Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Hypertension in adults. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6117. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6117. doi:10.15829/1560-4071-2024-6117. EDN: GUEWLU.
- Podzolkov VI, Bragina AE, Medvedev ID, et al. Compliance to treatment and its role in solving the problem of uncontrolled hypertension. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(4):3547. (In Russ.) Подзолков В.И., Брагина А.Е., Медведев И.Д. и др. Приверженность к лечению и ее роль в решении проблемы неконтролируемой артериальной гипертензии. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(4):3547. doi:10.15829/1728-8800-2023-3547.
- Dherani M, Wagner SK, Shantsila E. The role of artificial intelligence in hypertension management. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2026;35(2):181-7. doi:10.1097/MNH.0000000000001157.
- Emelyanov IV, Protasov KV, Dzizinskiy AA, Konradi AO. The relation of physicians to the goal blood pressure achievement and to the recommendations of arterial hypertension management. The problem of physicians' inertia. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2012;18(3):191-8. (In Russ.) Емельянов И.В., Протасов К.В., Дзизинский А.А., Конради А.О. Отношение практических врачей к достижению целевого уровня артериального давления и следованию рекомендациям по лечению артериальной гипертензии. Проблема врачебной инертности. *Артериальная гипертензия*. 2012;18(3):191-8. doi:10.18705/1607-419X-2012-18-3-191-198.
- Sinou N, Sinou N, Koutroulakis S, Filippou D. The Role of Wearable Devices in Blood Pressure Monitoring and Hypertension Management: A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(12):e75050. doi:10.7759/cureus.75050.
- Zhang Y, Qiu S, Du K, et al. Artificial intelligence-enhanced wearable blood pressure monitoring in resource-limited settings: a co-design of sensors, model, and deployment. *Nanomicro Lett*. 2026;18(1):164. doi:10.1007/s40820-025-02003-9.
- Hung MH, Shih LC, Wang YC, et al. Prediction of masked hypertension and masked uncontrolled hypertension using machine learning. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:778306. doi:10.3389/fcvm.2021.778306.
- Nabrdalik K, Irlík K, Meng Y, et al. Artificial intelligence-based classification of cardiac autonomic neuropathy from retinal fundus images in patients with diabetes: The Silesia Diabetes Heart Study. *Cardiovasc Diabetol*. 2024;23(1):296. doi:10.1186/s12933-024-02367-z.
- Oreskovic J, Fazli G, Varma V, et al. Voice-based prediction of prediabetes using classical machine learning models. *Front Clin Diabetes Healthc*. 2025;6:1697769. doi:10.3389/fcdhc.2025.1697769.
- Geltser BI, Shakhgelyan KI, Kotelnikov VN, et al. Phenotyping of masked hypertension based on the clustering of 24-hour blood pressure monitoring data. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3):3286. (In Russ.) Гельцер Б.И., Шахгельян К.И., Котельников В.Н. и др. Фенотипирование "маскированной" артериальной гипертензии по результатам кластеризации данных суточного мониторирования артериального давления. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3286. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3286.
- Shih LC, Wang YC, Hung MH, et al. Prediction of white-coat hypertension and white-coat uncontrolled hypertension using machine learning algorithm. *Eur Heart J Digit Health*. 2022;3(4):559-69. doi:10.1093/ehjdh/ztac066.
- Tran TQB, Lip S, du Toit C, et al. Assessing machine learning for diagnostic classification of hypertension types identified by ambulatory blood pressure monitoring. *CJC Open*. 2024;6(6):798-804. doi:10.1016/j.cjco.2024.03.005.
- Bakulin GG, Serezhina EK, Obrezan AG. Topical issues of cardiovascular risk scales application in cardiovascular disease clinical practice. *Kardiologiya: novosti, mneniya, obucheniye* [Cardiology: News, Opinions, Training]. 2023;11(3):43-52. (In Russ.) Бакулин Г.Г., Серезина Е.К., Обрезан А.Г. Актуальные вопросы применения в клинической практике шкал кардиоваскулярного риска у пациентов с сердечно-сосудистой патологией. *Кардиология: новости, мнения, обучение*. 2023;11(3):43-52. doi:10.33029/2309-1908-2023-11-3-43-52.
- Voorbrood VMI, Bohnen AM, Bosman AP, et al. Underestimation of cardiovascular risk by the score2 model in primary care: a call for recalibration. *Eur J Prev Cardiol*. 2025; zwaf253. doi:10.1093/eurjpc/zwaf253. Epub ahead of print.
- Liu W, Laranjo L, Klimis H, et al. Machine-learning versus traditional approaches for atherosclerotic cardiovascular risk prognostication in primary prevention cohorts: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2023;9(4):310-22. doi:10.1093/ehjqcc/qcad017.
- Visco V, Izzo C, Mancusi C, et al. Artificial intelligence in hypertension management: an ace up your sleeve. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(2):74. doi:10.3390/jcdd10020074.
- Li Q, Campan A, Ren A, Eid WE. Automating and improving cardiovascular disease prediction using machine learning and EMR data features from a regional healthcare system. *Int J Med Inform*. 2022;163:104786. doi:10.1016/j.ijmedinf.2022.104786.
- Akbaligic O, Butler L, Karabayir I, et al. ECG-AI: electrocardiographic artificial intelligence model for prediction of heart failure. *Eur Heart J Digit Health*. 2021;2(4):626-34. doi:10.1093/ehjdh/ztab080.
- Tsai PH, Lee SY, Wei Ch, et al. ECG-based deep learning for chronic kidney disease detection and cardiovascular risk prediction. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2025;25(1):439. doi:10.1186/s12911-025-03278-z.
- Krittanawong C, Virk HUH, Bangalore S, et al. Machine learning prediction in cardiovascular diseases: a meta-analysis. *Sci Rep*. 2020;10(1):16057. doi:10.1038/s41598-020-72685-1.
- Boldini D, Grisoni F, Kuhn D, et al. Practical guidelines for the use of gradient boosting for molecular property prediction. *J Cheminform*. 2023;15(1):73. doi:10.1186/s13321-023-00743-7.
- Maeda T, Sakamoto Y, Hosoki S, et al. Does clinical practice supported by artificial intelligence improve hypertension care management? A pilot systematic review. *Hypertens Res*. 2024;47(1):2312-16. doi:10.1038/s41440-024-01771-y.
- Ismael AMA, Azzawi MAKH, Abdulaaima AMAJ, Mohammed MIM. AI-driven innovations in cardiology: a comprehensive review of effectiveness and challenges. *Clin Med Res*. 2025;14(4):136-44. doi:10.11648/j.cmr.2025140415.
- Bergaliev AN, Keulimzhaeva AZH. The influence of artificial intelligence on disease diagnosis. *Science Bulletin* 2024;1(12):1586-93. (In Russ.) Бергалиева А.Н., Кеулимижаева А.Ж. Влияние искусственного интеллекта на диагностику заболеваний. *Вестник науки*. 2024;1(12):1586-93. Электронный ресурс. EDN: RBVKEB.

Адреса организаций авторов: ФГБОУ ВО Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России, пер. Нахичеванский, д. 29, Ростов-на-Дону, Россия; ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России, ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, 197341, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Rostov State Medical University, Nakhichevansky lane, 29, Rostov-on-Don, Russia; Almazov National Medical Research Center, Akkuratova str., 2, St. Petersburg, 197341, Russia.