

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

© 2025 г. Е.В. Шляхто^{а,*}

^аНациональный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: e.shlyakhto@almazovcentre.rue

Поступила в редакцию 17.02.2025 г.

После доработки 26.02.2025 г.

Принята к публикации 27.02.2025 г.

Статья посвящена перспективам широкого внедрения IT-технологий, в том числе искусственного интеллекта, в медицинскую практику и медицинские исследования. Заметный вклад в решение соответствующих задач вносит Совет РАН по персонализированной медицине. Показаны научные, социально-экономические и идеологические предпосылки широкого внедрения технологий искусственного интеллекта в клиническую практику. Подчёркнуто, что благодаря цифровым технологиям уже завтра будут доступны данные стандартизированных единых нозологических регистров, специализированных датасетов, сведения государственных информационных систем, обработанных с помощью искусственного интеллекта. Отмечается важность создания платформенных решений, обучения базовых моделей, развития концептуального обучения искусственного интеллекта. Рассмотрены перспективы использования генеративного искусственного интеллекта в здравоохранении на основе больших языковых моделей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, персонализированная медицина, цифровые технологии в здравоохранении, персонализированная медицина, нозологические регистры.

DOI: 10.31857/S0869587325040054, **EDN:** EFHWQS

Переход к персонализированной медицине сегодня официально закреплён в приоритетных направлениях Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР), утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145. В своём выступлении на Совете по науке и образованию 8 февраля 2023 г. В.В. Путин подчеркнул, что “нужно максимально сконцентрировать наши кадровые, финансовые,

инфраструктурные ресурсы на чётко очерченном наборе приоритетов. В этой связи считаю необходимым внести соответствующие изменения в основополагающий документ — Стратегию научно-технологического развития”¹.

Приоритет в СНТР сформулирован как переход к персонализированной, предиктивной и профилактической медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счёт рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных) и использования генетических данных и технологий. Современная эволюция концепции здравоохранения предполагает перенос акцента с чисто доказательной на персонализированную медицину и ценностное здравоохранение, когда учёт индивидуальных рисков, индивидуальных особенностей развития заболевания, индивидуальных предпочтений пациента становится главным при принятии клинического решения.



ШЛЯХТО Евгений Владимирович — академик РАН, генеральный директор НМИЦ им. В.А. Алмазова Минздрава России.

¹ <https://scientificrussia.ru/articles/zasedanie-soveta-po-nauke-i-obrazovaniu-pri-prezidente-rf-08022023-2>

Для реализации этих подходов в отечественном здравоохранении Президиум Российской академии наук 27 декабря 2022 г. принял постановление о создании Совета РАН по персонализированной медицине, для которого одной из приоритетных задач стала интеграция исследований и разработок в области технологий искусственного интеллекта, экспертизы проектов и устранения барьеров для внедрения инноваций.

Предпосылками создания Совета РАН по персонализированной медицине (ПМ) стали:

- высокий приоритет научных и практических задач в области ПМ на уровне государства, что закреплено в СНТР;
- большое число учреждений и проектов в данной области, а также создаваемых консорциумов;
- отсутствие общего реестра компетенций и единой платформы для экспертизы;
- мультидисциплинарность проблемы и необходимость интеграции усилий специалистов в разных научных областях, разных организаций и ведомств;
- накопленный мировой опыт перехода на ПМ программными методами на основе научного подхода и искусственного интеллекта (ИИ).

Была поставлена задача объединить компетенции специалистов на основе мультидисциплинарного подхода с мировым опытом, который уже был накоплен в области развития персонализированного здравоохранения. Понятно, что без цифровых решений, без искусственного интеллекта решить текущие проблемы здравоохранения и медицинской науки очень сложно. Сегодня необходимо использовать два революционных подхода — геномный и цифровой на основе конвергенции знаний и технологий, которые связаны с этими направлениями, особенно с учётом бурного развития технологий ИИ и открывающихся для медицины возможностей. Можно выделить научные, социально-экономические и идеологические предпосылки широкого внедрения технологий искусственного интеллекта в клиническую практику (рис. 1).

Сложность и многоуровневость данных, анализ которых невозможен традиционными методами, растущая доступность и объём омиксных и иных данных, в принципе не поддающихся анализу без использования мощного математического аппарата, — актуальные вызовы реальной клинической практике. Необходимо обратить внимание на существенный кадровый кризис в медицине на фоне растущей продолжительности жизни и возрастающей потребности в медицинской помощи, меняющегося портрета пациента, в том числе его готовности к цифровым решениям. По данным Всемирного экономического форума, к 2030 г. в мире будет не хватать до 10 млн врачей. Доля врачей, которые в ближайшие три года планируют уйти из практической медицины, колеблется в пределах от 30 до 65% в старшей возрастной группе. Доля врачей старше 50 лет в различных регионах Российской Федерации уже превышает 25%, и это тоже вызов, на который мы должны отвечать, в том числе путём изменения качества и эффективности оказания медицинской помощи.

Не секрет, что сегодня трудно обеспечить равенство доступа к медицинской помощи как в разных регионах мира, так и в разных регионах нашей страны. Цифровые технологии способны внести существенный вклад в устранение такого неравенства. Невысокая экономическая эффективность систем здравоохранения, высокая стоимость оказания высокотехнологичной медицинской помощи — всё это требует внедрения новых цифровых технологий и более современной аналитики, в том числе предсказательной для всех направлений медицины (рис. 2).

Очень важно учитывать опыт здравоохранения в борьбе с пандемией коронавирусной инфекции. Новые подходы, в частности в телемедицинских технологиях, которые базируются в том числе на использовании цифровых двойников, акцент на амбулаторное звено, реализация концепции “стационар на дому” (hospital to home), изменения технологий управления качеством и безопасностью медицин-

Научные	Социально-экономические	Идеологические
• Быстрое развитие технологий ИИ и открывающиеся новые возможности конвергенции наук • Сложность и многоуровневость данных, анализ и понимание которых невозможны традиционными методами • Растущая доступность омиксных и иных данных	• Кадровый кризис в медицине на фоне растущей продолжительности жизни и возрастающей потребности в медицинской помощи • Меняющийся портрет пациента, его готовность к цифровым решениям • Низкая эффективность здравоохранения и высокая стоимость традиционных инноваций	• Переход к персонализированной медицине • Инфраструктурные изменения в медицине и движение Hospital to home • Фокус на качество и безопасность при отсутствии эффективных инструментов оценки • Понятие интегрального здоровья планеты (интеграция биологии, экологии, политики, психологии и экономики)

Рис. 1. Предпосылки внедрения технологий искусственного интеллекта в медицине



Рис. 2. Искусственный интеллект в персонализированной медицине: сферы применения

ской помощи во много связаны именно с внедрением современных цифровыми технологий, включая ИИ.

На чём основана современная клиническая помощь, чем обоснованы клинические решения? Сегодня это данные рандомизированных исследований, это сотни тысяч пациентов, это использование клинических рекомендаций, которые ориентированы на “усреднённого” пациента, это статистические данные и экспертное мнение и, конечно, доступность ресурсов (рис. 3).

Благодаря цифровым технологиям уже завтра будут доступны данные стандартизированных единых нозологических регистров, специализированных датасетов, сведения государственных информационных систем, обработанных с помощью искусственного интеллекта. Это результаты реальной клинической практики, включающие информацию уже не о тысячах, а о десятках и сотнях миллионов

пациентов, о вариантах клинических решений, исходах заболеваний и последствиях применения конкретных медицинских технологий. Фактически возникает возможность лечить каждого пациента в соответствии с конкретными механизмами развития заболевания, с учётом индивидуальных особенностей, включая геномику, протеомику, метаболомику и другие параметры, которые определяют персональные фенотипические особенности.

В ряде мировых центров, в том числе в России, уже сегодня в рамках развития цифровых технологий и технологий ИИ разрабатываются платформенные решения для комплексной диагностики и лечения сложных случаев. Особенно это касается педиатрической практики, наследственной генетической патологии, когда речь идёт о неизвестных и редких заболеваниях, патогенез и диагностика которых базируются на оценке мутаций. Для решения таких научно-клинических задач формируются клеточные и животные модели, на которых тестиру-



Рис. 3. Обоснование клинических решений

ются механизмы развития конкретных заболеваний и подходы к их лечению.

Известно, что разработка нового лекарственного препарата требует до 10–15 лет труда больших коллективов и существенных материальных вложений. Поэтому всё более актуальной становится задача сокращения времени на разработку препаратов, на предсказание (моделирование) токсичности и безопасности новых активных фармакологических субстанций. Эти функции может взять на себя ИИ, что существенно упростит и ускорит процесс инноваций в фармацевтике. К настоящему времени с применением технологий искусственного интеллекта разработано более 10 лекарственных препаратов, и они вошли в стадию клинических испытаний. Этим занимаются не только крупные фармацевтические компании, но и крупные IT-компании, которые специализируются на технологиях ИИ.

Необходимо подчеркнуть, что именно благодаря технологиям ИИ стало развиваться направление по конструированию органоидов, что при высокой эффективности позволяет значительно сократить время тестирования новых молекул на органоидах с заданными свойствами. В качестве примера можно привести изучение нейропластичности и скрининг лекарств, модулирующих когнитивные функции на модели болезни Альцгеймера. Долгосрочная синаптическая пластичность формирует модель для хранения памяти как коннектома нейронных цепей. Очень активные синапсы, вероятно, станут сильнее (долгосрочная потенцияция, LTP), а те, которые менее активны или менее эффективны в создании потенциала действия, имеют тенденцию ослабевать (долгосрочная депрессия, LTD). Модуляторы рецептора AMPA (α -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазолпропионовая кислота) типа ионотропного рецептора глутамата опосредуют самую быструю синаптическую нейротрансмиссию в центральной нервной системе. Ещё один пример — новый антибиотик, который был разработан с применением технологий drug design с использованием ИИ на основе анализа индивидуальных особенностей ответа на антибиотикотерапию миллионов пациентов. Данный препарат сейчас проходит третью фазу клинических исследований. Нет сомнений, что это направление будет развиваться.

Сегодня в здравоохранении Российской Федерации искусственный интеллект применяется всё шире. В настоящий момент в “Государственном реестре медицинских изделий и организаций (индивидуальных предпринимателей), осуществляющих производство и изготовление медицинских изделий” зарегистрированы 39 медицинских изделий с использованием технологий искусственного интеллекта, 34 из них — это отечественные разработки. Можно выделить следующие сферы применения этих изделий:

- анализ радиологических изображений;
- анализ и ведение электронных медицинских карт;

- ИИ-сервисы для пациентов и управления личным здоровьем;
- ИИ-решения для лабораторной диагностики;
- ИИ-решения для стоматологии;
- ИИ-решения для офтальмологии;
- ИИ-решения для эндоскопии;
- другие ИИ-решения для диагностики;
- дистанционный мониторинг и лечение;
- прочие ИИ-решения.

Основная доля медицинских изделий с ИИ приходится на анализ радиологических и иных изображений. Уже можно сказать, что в этом отношении ИИ по ряду параметров превзошёл врача, особенно это касается скрининговых лучевых исследований. Решений по анализу текстов электронных медицинских карт существенно меньше, в то время как именно они помогают врачу принимать персонализированные решения по тактике лечения пациента. Безусловно, в ближайшие годы количество медицинских изделий с применением ИИ будет стремительно нарастать, что изменит практику здравоохранения.

Создание отдельных продуктов и сервисов на основе ИИ — важное направление развития новых технологий, однако ещё важнее создавать платформенные решения, обучать базовые модели, развивать концептуальное обучение. Формирование научных центров мирового уровня — действенный фактор движения вперёд в этом направлении. Своего рода интегратором в этой области стал Институт системного программирования РАН; здесь изучаются медицинские данные, делается их разметка, идут фундаментальные исследования в области ИИ, в частности доверенного ИИ, создаются основы сильного (общего) ИИ (AGI).

Лидером в области биодизайна, изучения биомаркеров вдыхаемого воздуха и анализа одноканальной электрокардиографии является Сеченовский университет. Одно из ярких достижений — анализ более 1.5 млн электрокардиограмм, который позволил создать модель прогнозирования развития систолической дисфункции миокарда, фибрилляции предсердий. Заслуживает внимания модель детектирования гипертонической ангиоретинопатии по цифровым изображениям глазного дна, а также модель оценки фракционного резерва коронарного кровотока при принятии решения о прямой реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца.

Уникальное достижение — московский эксперимент по использованию технологий компьютерного зрения в лучевой диагностике. Это крупнейшее в мире многоцентровое проспективное клиническое исследование качества и безопасности применения искусственного интеллекта в здравоохранении. В исследование уже включены данные более 13 млн

пациентов при участии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования. Сервисы МосМедИИ начинают широко использоваться не только в Москве, но и в регионах Российской Федерации. В НМИЦ им. В.А. Алмазова Минздрава России в настоящий момент проходит регистрация пяти медицинских изделий с использованием ИИ, в частности модель для детекции опухолей поджелудочной железы при проведении эндоскопического УЗИ. Эта патология трудно диагностируется, особенно на ранних стадиях. Нашим разработчикам удалось создать модель с высокой точностью выявления опухолевой ткани; это первая такого рода технология для интерпретации сложного изображения, каким является эндоУЗИ. В Центре Алмазова предложен ещё один нейросетевой алгоритм — для диагностики новообразований шейки матки при кольпоскопии.

Необходимо также сказать о перспективах использования генеративного искусственного интеллекта в здравоохранении на основе больших языковых моделей. Во многом они связаны с возможностью доступа к “озёрам” данных, структурированным и неструктурированным медицинским данным в государственных информационных системах и информационных системах медицинских организаций. Уже сейчас в мире есть достаточно много узкоспециализированных прикладных решений с применением технологий генеративного ИИ, в том числе мультимодальных моделей и ИИ агентов. Несколько больших языковых моделей (Med-Gemini, GPT4, Med-Palm2) уже сдали экзамен на врача (MedQA USMLE). В феврале 2023 г. большая языковая модель Гигачат, созданная Сбербанком совместно с экспертами Центра Алмазова, также сдала экзамен на врача по специальности “лечеб-

ное дело”. Обучение модели продолжается, и недавно она прошла аккредитацию по специальностям “терапия” и “кардиология”. Её развитие в сторону мультимодальности и создания первых прикладных решений для здравоохранения (как для медицинских работников и организаторов здравоохранения, так и для пациентов) — амбициозная задача ближайших нескольких лет. Именно интеграция клинических данных, показателей здоровья человека, данных о медицинских вмешательствах, носимых устройствах позволит анализировать весь цифровой профиль пациента, выдавать персонализированные решения, назначать и корректировать лечение. Стратегически подобное развитие медицинской помощи реализуется ведущими мировыми клиниками в качестве проекта “Умной клиники”, где мультимодальная большая языковая модель должна стать главным интегратором всех процессов при оказании медицинской помощи, соединяя интересы пациента, медицинского персонала и администрации клиники. Именно этот подход, который сегодня реализуется совместно со Сбербанком, обеспечит быстрый переход к широкому внедрению цифровых двойников в оказание медицинской помощи (рис. 4).

Развивая технологии ИИ, нельзя забывать об этических аспектах их внедрения. Способен ли искусственный интеллект заменить врача? Всё зависит от целеполагания. Думаю, не следует ставить перед собой такую цель. Искусственный интеллект должен помогать врачу, должен стать членом команды, полноценным коллегой, а в каких-то вопросах, возможно, и наставником, особенно на этапах базового обучения медицинских работников. Технологии ИИ необходимо рассматривать через призму цифровой трансформации здравоохранения (данные, инструменты, люди, управление, культура), измене-



Рис. 4. Целевой образ “Умной клиники”

ния парадигмы оказания медицинской помощи от реактивной к всё более проактивной. Электронная медицинская карта всё чаще будет служить основой для других инструментов и в будущем станет универсальным датасетом. Скорейших результатов можно ожидать в управлении медицинскими организациями, логистике/операциях (планирование, маршрутизация, выставление счетов, предварительная авторизация, общение с пациентами), а уже потом в таких важных клинических областях, как диагностика и терапия. Цифровая трансформация происходит очень быстро, начиная с цифровых записей и систем анализа информации, “освобождения от клавиатуры” благодаря голосовым помощникам, отбора пациентов для диспансерного наблюдения и госпитализации и заканчивая прогнозированием риска развития заболеваний и их осложнений.

Можно выделить следующие системные (федеральные) решения в области инфраструктуры, которые необходимы для перехода к персонализированной медицине, в том числе с применением ИИ:

- централизованную систему биобанкирования и интегрированные сервисы, в том числе для омиксных технологий;
- максимальную стандартизацию форматов данных и интеграцию информационных систем;

- развитие единого цифрового контура документов и хранилища изображений;
- создание отраслевых платформенных решений;
- развитие аналитических сервисов;
- подготовку кадров и новые образовательные и профессиональные стандарты.

Сегодня именно в Академии наук, в том числе благодаря деятельности Совета РАН по персонализированной медицине, есть возможность обеспечить научное сопровождение трансформации здравоохранения за счёт:

- интеграции компетенций и формирования мультидисциплинарных команд;
- экспертизы проектов от их разработки до внедрения;
- разработки критериев эффективности новых подходов к валидации алгоритмов;
- предвидения и построения конкретных программ и траекторий.

Развитие технологий ИИ — вклад в обеспечение национального технологического суверенитета Российской Федерации, в здравоохранении это позволит достичь двоякой цели — стандартизировать лечение заболеваний, одновременно обеспечив индивидуальный подход к пациенту.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE IMPLEMENTATION OF THE PERSONALISED MEDICINE CONCEPT

E.V. Shlyakhto^{a,*}

^a*V.A. Almazov National Medical Research Centre, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia*

^{*}*E-mail: e.shlyakhto@almazovcentre.rue*

The article is devoted to the prospects for the widespread introduction of IT technologies, including artificial intelligence, into medical practice and medical research. The RAS Council on Personalized Medicine makes a significant contribution to solving the relevant problems. The scientific, socio-economic and ideological prerequisites for the widespread introduction of artificial intelligence technologies into clinical practice are shown. It is emphasized that, thanks to digital technologies, data from standardized unified nosological registries, specialized datasets, and information from state information systems processed using artificial intelligence will be available tomorrow. The importance of creating platform solutions, training basic models, and developing conceptual training for artificial intelligence is noted. The prospects for using generative artificial intelligence in healthcare based on large language models are considered.

Keywords: artificial intelligence, personalized medicine, digital technologies in healthcare, personalized medicine, nosological registries.