

ISSN 2782-3806
ISSN 2782-3814 (Online)
УДК 378:61:004.8

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАМКАХ ПРОГРАММ ВЫСШЕГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Авачева Т. Г., Милованова О. А., Кривушин А. А., Прохина С. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рязань, Россия

Контактная информация:

Авачева Татьяна Геннадиевна,
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России,
ул. Высоковольтная, д. 9, Рязань,
Россия, 390023.
E-mail: t.avacheva@rzgmu.ru

Статья поступила в редакцию
07.04.2025 и принята к печати
29.04.2025

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу состояния преподавания искусственного интеллекта (ИИ) в высшем медицинском образовании и разработке модели многоэтапной подготовки студентов. Показано, что при высоком интересе обучающихся формальные курсы по ИИ в медицинских вузах представлены крайне ограниченно. Предложена модель, включающая базовое ознакомление с ИИ на младших курсах, факультативы на старших курсах, специализированное обучение в ординатуре и программы повышения квалификации в системе непрерывного образования. Подчеркнута связь обучения ИИ с задачами персонализированной медицины и необходимость формирования цифровых компетенций у будущих врачей. Реализация предложенной модели способствует модернизации медицинского образования и подготовке специалистов, открытых к эффективному использованию технологий ИИ в клинической практике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицинское образование, непрерывное образование, обучение студентов, персонализированная медицина, цифровые компетенции

Для цитирования: Авачева Т.Г., Милованова О.А., Кривушин А.А., Прохина С.А. Особенности преподавания искусственного интеллекта в рамках программ высшего медицинского образования. *Российский журнал персонализированной медицины.* 2025;5(2):154-165. DOI: 10.18705/2782-3806-2025-5-2-154-165. EDN: XPGBFЕ

FEATURES OF TEACHING ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITHIN HIGHER MEDICAL EDUCATION PROGRAMS

Avacheva T. G., Milovanova O. A., Krivushin A. A., Prohina S. A.

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

Corresponding author:

Avacheva Tatyana G.,
Ryazan State Medical University,
Vysokovoltnaya str., 9, Ryazan, Russia,
390023.
E-mail: t.avacheva@rzgmu.ru

Received 07 April 2025; accepted 29 April 2025

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the current state of teaching artificial intelligence (AI) within higher medical education and the development of a multi-stage student-training model. It is shown that despite the high level of student interest, formal AI courses are still extremely limited in medical universities. A model is proposed that includes basic familiarization with AI in the early years, elective courses during the senior years, specialized training within residency programs, and continuing professional education modules. The connection between AI education and the objectives of personalized medicine is emphasized, along with the need to develop digital competencies among future physicians. The implementation of the proposed model is expected to contribute to the modernization of medical education and the preparation of healthcare professionals ready to effectively utilize AI technologies in clinical practice.

Key words: artificial intelligence, continuing education, digital competencies, medical education, personalized medicine, student training

For citation: Avacheva TG, Milovanova OA, Krivushin AA, Prohina SA. Features of teaching artificial intelligence within higher medical education programs. Russian Journal for Personalized Medicine. 2025;5(2):154-165. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2025-5-2-154-165. EDN: XPGBF

Список сокращений: ИИ — искусственный интеллект, НМО — непрерывное медицинское образование, РИНЦ — Российский индекс научного цитирования, ФГОС — федеральный государственный образовательный стандарт.

ВВЕДЕНИЕ

Современное здравоохранение переживает цифровую трансформацию, и искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью клинической практики и персонализированной медицины. Алгоритмы машинного обучения уже демонстрируют экспертный уровень в диагностике (например, распознавание изображений, анализ геномных данных) и подборе индивидуальных схем лечения [1]. В этих условиях медицинское образование должно готовить будущих врачей к эффективной работе с технологиями ИИ. Status quo таково, что во всем мире обучение студентов-медиков ИИ пока отстает от темпов внедрения этих технологий в здравоохранение [2, 3]. Большое международное исследование 2024 года (4313 студентов из 48 стран) показало позитивное отношение студентов к ИИ и их желание изучать его, однако 76,3 % опрошенных указали на отсутствие курсов по ИИ в учебной программе и недостаточную подготовленность к работе с ним [3]. Аналогично, опрос студентов в Саудовской Аравии выявил, что при ~65 % заинтересованных в роли ИИ в медицине, лишь 23 % получали формальное обучение по ИИ в университете [2].

В России ситуация схожая: темы ИИ лишь начинают интегрироваться в программы медицинских вузов. Чаще всего базовые понятия ИИ затрагиваются в курсе «Медицинская информатика» на младших курсах, тогда как специализированные дисциплины по ИИ отсутствуют или представлены факультативно. Тем не менее, цифровизация образования и здравоохранения в РФ диктует необходимость активного внедрения ИИ в учебный процесс [4]. Преподавание основ ИИ будущим врачам рассматривается как важное условие подготовки кадров для персонализированной медицины, где врач должен уметь интерпретировать данные больших объемов (геномика, электронные истории болезни, биомаркеры) с помощью интеллектуальных систем и применять решения, адаптированные под конкретного пациента.

Однако интеграция ИИ в медицинское образование сопряжена с рядом вызовов. В их числе — дефицит стандартизированных учебных программ и методических рекомендаций, недостаток подготовленных преподавателей, этические и правовые

аспекты использования ИИ в обучении [5]. Несмотря на это, интерес обучающихся весьма высок. Например, в РязГМУ 85 % студентов сообщили о знакомстве с примерами применения ИИ, хотя регулярный опыт использования ИИ в учебных целях имели лишь 42 % [6]. Такой разрыв между растущим интересом и отсутствием системного обучения указывает на назревшую образовательную потребность.

В данной статье представлен обзор актуального состояния преподавания ИИ в медицинских вузах России и мира на основе последних данных (2019–2024 гг.), а также предлагается модель методической системы многоуровневого обучения ИИ в рамках высшего медицинского образования — от базового уровня на этапе университета до продвинутого уровня в ординатуре и системе непрерывного образования. Особое внимание уделено связи обучения ИИ с целями персонализированной медицины и анализу заинтересованности студентов в изучении ИИ.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования является обоснование и разработка модели многоэтапного преподавания искусственного интеллекта в системе высшего медицинского образования, учитывающей как мировой опыт, так и отечественные особенности, а также оценка образовательной потребности в обучении ИИ среди студентов-медиков. Для достижения данной цели сформулированы следующие задачи:

- проанализировать текущие подходы к обучению ИИ в медицинских вузах в России и за рубежом на основе обзора литературы последних лет;
- выявить ключевые этапы и компоненты методической системы преподавания ИИ на разных уровнях подготовки врача (студенчество — ординатура — непрерывное образование), предложив структурированную модель;
- показать взаимосвязь обучения ИИ с задачами персонализированной медицины и подготовкой врачей к работе с большими данными пациентов;
- изучить показатели интереса и готовности обучающихся к освоению ИИ по данным доступных опросов, подтвердив тем самым наличие запроса на такие образовательные программы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование носит аналитико-обзорный характер. Проведен сбор и анализ публикаций (на русском и английском языках) за 2019–2024 годы,

посвященных обучению ИИ в медицине и смежным тематикам. Основными источниками служили базы данных PubMed, Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), а также материалы профильных конференций. Критериями включения были: наличие данных об образовательных подходах или программах по ИИ для медицинских специальностей; результаты опросов или исследований мнения студентов и преподавателей относительно ИИ; рекомендации по внедрению ИИ в медобразование. Отобрано 18 источников, в том числе 5 российских и 13 зарубежных, соответствующих тематике. Для систематизации информации применялся метод контент-анализа литературы с выделением основных трендов и проблем.

Дополнительно использованы элементы исследовательского моделирования: на основании выявленных данных предложена концептуальная модель методической системы обучения ИИ, включающая последовательные этапы подготовки. Для иллюстрации образовательной потребности проанализированы количественные показатели из опубликованных опросов студентов из разных стран (доля заинтересованных в ИИ, доля получивших обучение и пр.) и выполнено их описательное сравнение. Статистическая обработка первичных данных как таковая в рамках работы не проводилась, однако использовались обобщенные результаты, представленные в литературе (например, проценты респондентов и медианные оценки в шкалах Likert).

Таким образом, методология исследования сочетает систематический обзор литературы и концептуальное моделирование учебного процесса. Достоверность обзора обеспечена привлечением преимущественно рецензированных источников и актуальных данных; все цитируемые сведения сопровождаются ссылками на оригинальные публикации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Текущее состояние преподавания ИИ в медицинском образовании

Мировой опыт. Анализ показал, что во многих странах обучение ИИ в медицинских вузах находится на начальной стадии формирования. Как правило, в базовых учебных планах отсутствуют обязательные дисциплины по ИИ; данная тематика лишь эпизодически включается в существующие курсы. Согласно международному опросу 2024 года, большинство студентов-медиков положительно оценивают роль ИИ в здравоохранении и испытывают потребность в соответствующем

обучении, при этом уровень их реальных знаний об ИИ остается низким (медиана 2 по 5-балльной шкале), а трем четвертям обучающихся не доступны какие-либо курсы по ИИ [3]. Сходные выводы сделаны в других работах: повсеместно поддерживается идея включения ИИ в обязательную программу, но фактически очень немногие студенты имели возможность пройти такое обучение [7]. Например, фокус-группы со студентами из 48 стран подтвердили практически единодушную поддержку внедрения ИИ в основные образовательные программы при одновременно крайне редком опыте подобного обучения на практике [7]. Тем не менее, уже предпринимаются первые шаги к изменению ситуации. В ряде ведущих университетов мира вводятся элективные курсы или модули по ИИ в медицине. Так, в США и Европе появляются специальные занятия, посвященные применению машинного обучения в радиологии, анализу больших данных пациентов, этике ИИ и пр. Более того, эксперты предлагают инновационные форматы обучения: хакатоны и междисциплинарные проекты с участием студентов-медиков и студентов ИТ-специальностей для развития навыков совместной разработки ИИ-решений [7]. Эти подходы отражают понимание, что будущему врачу важно не только знать примеры применения ИИ, но и иметь представление о принципах работы алгоритмов, уметь критически оценивать модели и взаимодействовать со специалистами по данным.

Отдельно следует отметить растущую доступность онлайн-курсов и ресурсов по ИИ для медицинских специалистов. ТОП-университеты (Стэнфорд, др.) и организации предлагают открытые курсы («AI in Healthcare» и аналогичные), где студенты всего мира могут получить базовые знания по машинному обучению, не дожидаясь изменений в своих локальных программах обучения [8]. Однако такой формат обучения носит добровольный характер и не решает проблему системной подготовки всех выпускников.

Опыт России. В российских медицинских вузах тематике ИИ уделялось ограниченное внимание до последних лет. Обязательные курсы по ИИ отсутствуют, однако элементы искусственного интеллекта зачастую включены в программу дисциплины «Медицинская информатика» (традиционно читается на 1–2-м курсах). В рамках этой дисциплины студенты знакомятся с основами информатики в здравоохранении, и ряд вузов вводит разделы о системах поддержки принятия решений, базах знаний и примерах ИИ в диагностике. Тем не менее, глубина изучения, как правило, невелика и сводится к обзору понятий. На клинических

курсах (4–6-й курсы обучения) тема ИИ может подниматься факультативно. Отдельные кафедры (например, лучевой диагностики, патологии) проводят семинары о возможностях нейросетей в своей области, но единая сквозная программа по ИИ для студентов-медиков пока не реализована.

Показательны результаты пилотного исследования, проведенного в РязГМУ (2023): среди 186 опрошенных студентов и преподавателей 99 % признали важность внедрения ИИ в медицину, однако указывались препятствия для обучения — нехватка компетентных наставников, недостаток учебных материалов и опасения по поводу надежности технологий [6]. При этом студенты проявляют инициативу в самообразовании: около 42 % использовали инструменты ИИ (например, алгоритмы для помощи в переводе или поиске информации) в ходе учебы. Это подтверждает наличие высокого интереса, несмотря на ограниченную поддержку со стороны официальной программы.

Государственные инициативы. В ответ на глобальные тенденции в России предпринимаются шаги к развитию кадрового потенциала в сфере ИИ для медицины. С 2021 года в некоторых школах и вузах стартовали пилотные проекты по обучению ИИ, хотя преимущественно в технических и естественнонаучных направлениях [9]. В 2024 году запущена первая в стране бакалаврская программа, посвященная ИИ в здравоохранении: в Российском технологическом университете МИРЭА открыт профиль «Технологии и системы искусственного интеллекта в здравоохранении» [10]. На него в первый год было набрано 36 студентов при конкурсе >100 человек на место, что свидетельствует о большом интересе. Хотя эта программа ориентирована скорее на подготовку разработчиков ИИ, а не врачей, ее появление отражает стратегический курс на интеграцию ИИ в медицинскую сферу. Одновременно в системе непрерывного образования для действующих врачей стали доступны курсы повышения квалификации по теме ИИ. Так, в 2024 году при МИРЭА и Московском центре диагностики и телемедицины открыт цикл переподготовки «Разработка и тестирование сервисов ИИ в здравоохранении», который привлек уже более 270 слушателей из числа врачей и ИТ-специалистов [10]. В целом, в России начинает формироваться экосистема образовательных возможностей по медицинскому ИИ, однако на уровне стандартных программ высшего медобразования такие изменения только предстоят.

Персонализированная медицина как драйвер изменений. Задачи персонализированной (прецизионной) медицины требуют от врача уме-

ния анализировать массивы разнородных данных о пациенте — генетическую информацию, биомаркеры, показатели мониторинга, медицинские изображения — для принятия оптимальных решений по профилактике и лечению. Такие задачи практически неосуществимы без инструментов ИИ, способных выявлять скрытые паттерны и делать прогнозы для конкретного пациента [1]. Поэтому во многих обзорных работах подчеркивается: овладение методами ИИ становится столь же важным для врача, как знание клинических алгоритмов, особенно в контексте прецизионной медицины [1].

Обучение ИИ в медвузах напрямую способствует подготовке специалистов к новой модели здравоохранения, ориентированной на индивидуальные особенности каждого пациента. Например, знакомясь с алгоритмами прогнозирования рисков и подбором терапии на основе генома, студент осваивает принципы персонализированной медицины на практике. Включение подобных тем в образовательный процесс позволит преодолеть разрыв между накоплением колоссальных объемов медицинских данных и умением врачей применять эти данные для улучшения исходов лечения. Таким образом, развитие учебных программ по ИИ — важная предпосылка для успешного внедрения персонализированной медицины в клиническую практику.

2. Модель методической системы преподавания ИИ в медицинском образовании

На основе изученных источников и выявленных тенденций разработана концептуальная модель многоуровневой подготовки будущих и действующих врачей в области ИИ. Данная модель предполагает постепенное освоение компетенций по ИИ на протяжении всего пути профессионального развития врача — от студенческой скамьи до непрерывного образования в течение карьерного роста. Выделены четыре ключевых этапа: начальное ознакомление, углубленное изучение (факультативы), специальная подготовка в ординатуре и последипломное обучение. Каждый этап имеет свои цели, содержание и методы обучения (см. рис. 1).

Этап 1: Начальное знакомство с ИИ на младших курсах. На данном этапе предлагается вводить основы ИИ в обязательную программу, например, в рамках курса «Медицинская информатика» или смежных дисциплин. Цель — сформировать у студентов общее представление о том, что такое ИИ, какие существуют направления (машинное обучение, нейронные сети, экспертные системы и т. д.) и как ИИ уже применяется в медицине [6]. Важным

содержательным компонентом может стать обзор конкретных примеров: системы поддержки диагностики по изображениям, прогнозирование риска заболеваний по большим данным, чат-боты для консультаций пациентов и др. Уже на этом этапе следует обсуждать и ограничения ИИ, в частности вопросы этики, приватности данных, возможность ошибок алгоритмов. Методы обучения: лекции с мультимедийными демонстрациями работы ИИ, практические занятия на компьютере (например, пробные запуски простых моделей или анализ готовых датасетов с помощью ИИ-сервисов), обсуждение статей о клинических кейсах использования ИИ. Ожидаемый результат — студенты освоят базовую терминологию и смогут критически воспринимать информацию об ИИ в профессиональной литературе.

Этап 2: Факультативы и спецкурсы по ИИ на старших курсах. После получения базиса важно предоставить мотивированным студентам возможности для углубленного изучения. На кли-

нических курсах (4–6-й курсы) целесообразно организовать факультативные курсы по ИИ в медицине. Такие курсы могут быть междисциплинарными, проводимыми совместно кафедрами информатики, лучевой диагностики, терапии, биостатистики. Их программа включает более подробное изучение методов машинного обучения (например, основы языков программирования для обработки данных — Python/R, библиотеки для анализа данных), работу с медицинскими датасетами, знакомство с основами разработки и оценки алгоритмов. Особый акцент — практическое применение ИИ в клинике: студенты разбирают случаи использования нейросетей в различных областях (радиология, онкология, кардиология, фармакогеномика), учатся интерпретировать выводы алгоритмов. Возможны практикумы по работе с существующими программными инструментами: например, использование простых моделей для распознавания изображений УЗИ или прогнозирования осложнений по клиническим данным.



Рис. 1. Блок-схема модели методической системы обучения ИИ в медицинском образовании (этапы и их преемственность)

Figure 1. Flowchart of the model of the methodological system of AI training in medical education (stages and their succession)

Также обсуждаются вопросы стандартизации, сертификации медицинских ИИ-изделий, роль врача в связке с ИИ (концепция «врач + искусственный интеллект»). Формат обучения на этом этапе интерактивный: кейс-стади, групповые проекты (создание прототипов ИИ-систем под руководством преподавателей ИТ-специальностей, как предлагали студенты в международных исследованиях [7]), научно-исследовательская работа для желающих (подготовка тезисов, статей по тематике ИИ в медицине). Ожидаемый результат — формирование у части выпускников компетенций продвинутого пользователя ИИ и основы для дальнейшего совершенствования в этой области.

Этап 3: Специализированное обучение ИИ в ординатуре. После окончания вуза молодые врачи продолжают обучение в ординатуре по определенной специальности. На этой стадии предлагается внедрять специализированные модули по ИИ применительно к конкретной области медицины. Например, в программе ординатуры по лучевой диагностике — углубленный курс по алгоритмам распознавания медицинских изображений и качественной оценке их работы; в ординатуре по клинической фармакологии — модуль по ИИ в подборе терапии (прецизионная фармакотерапия), и т. д. Такие модули могут включать как теоретическую часть (современные достижения «ИИ + специальность»), так и практические упражнения: работа с программным обеспечением, обученным на профильных данных, участие во внедрении ИИ-систем в клинике базовой больницы. Ординаторы, имеющие подготовку по ИИ с университетской скамьи, на этом этапе смогут углубить знания, уже напрямую связанные с их специализацией. Более того, ординатура — подходящее время для привлечения молодых врачей к научным исследованиям в области ИИ. В рамках НИР ординаторы могли бы участвовать в сборе данных, тренировать модели под руководством менторов, оценивать точность алгоритмов на клиническом материале. Тем самым формируется поколение врачей-исследователей, понимающих как клинические, так и технологические аспекты ИИ. Результатом данного этапа станет выпуск специалиста, готового применять и критически оценивать ИИ-инструменты в своей области, а при наличии интереса — выступать координатором проектов по внедрению ИИ в медицинской организации.

Этап 4: Непрерывное медицинское образование (НМО) и повышение квалификации. Учитывая бурный прогресс ИИ, обучение не заканчивается с получением диплома или сертификата ординатуры. Практикующие врачи должны

иметь возможности регулярно обновлять знания и навыки в области ИИ. Для этого система НМО (непрерывного медицинского образования) включает краткосрочные курсы, тренинги, стажировки, посвященные новым технологиям. В последние годы появляются авторские школы и онлайн-программы для врачей по анализу данных и ИИ. Большим спросом пользуются курсы, дающие практические навыки работы с инструментами анализа данных пациента, персонализированного прогнозирования, интеллектуальными системами поддержки решений. Например, курсы повышения квалификации по обработке медицинских изображений с помощью ИИ, по использованию решений на базе больших данных в эпидемиологии и т. д. Такие программы могут предлагаться научными центрами, ИТ-компаниями в медицине, институтами развития здравоохранения. Отличным решением является междисциплинарное обучение: когда врачи обучаются совместно с ИТ-специалистами, что позволяет обмениваться опытом. Результат этапа НМО — поддержание профессионалов здравоохранения в курсе последних достижений ИИ, снижение технологического разрыва между молодыми и опытными поколениями врачей, обеспечение безопасного и эффективного внедрения новых ИИ-инструментов в клинику.

Таким образом, предложенная модель представляет собой непрерывную систему развития компетенций по ИИ, начинающуюся с азов на ранних курсах и проходящую через всю карьеру врача. Каждый следующий этап опирается на предыдущий (преемственность содержания) и повышает уровень сложности и специализации знаний. В совокупности, реализовав все четыре компонента, можно ожидать формирование у медицинских работников полноценной цифровой грамотности и готовности работать в эпоху ИИ и персонализированной медицины.

3. Потребность и готовность студентов к обучению ИИ: аналитический компонент

Как часть исследования была рассмотрена образовательная потребность в освоении ИИ среди обучающихся медицине. Обобщение данных нескольких опросов и исследований демонстрирует выраженный интерес студентов к данной тематике на фоне недостаточного удовлетворения этого интереса в учебном процессе.

Так, в глобальном масштабе, по данным Busch и соавторов (2024), медианный уровень согласия студентов с утверждением о необходимости большего обучения ИИ — 4 из 5, то есть близок к «полностью согласен» [3]. При этом более 75 % студентов

отметили отсутствие формальных курсов по ИИ в их учебных программах. Другое исследование (Ejaz и др., 2022) показало, что студенты из различных регионов мира практически единодушно считают включение ИИ в обязательный учебный план оправданным и своевременным [7].

В странах, где подобные курсы уже внедряются, наблюдается положительный отклик. Например, введение факультатива по ИИ для студентов-медиков в ОАЭ сопровождалось высоким числом желающих и активным участием обучающихся в проектной работе [2]. Схожие данные поступают из США, где электив по ИИ в одном из медицинских колледжей собрал больше заявок, чем доступных мест, а студенты в отзывах отмечали актуальность полученных знаний для своей карьеры.

В России системных опросов на национальном уровне пока не проводилось, однако локальные данные (РязГМУ, 2023) указывают, что студенты осознают значимость ИИ: абсолютное большинство респондентов (более 90 %) считает, что врачам необходимо разбираться в технологиях ИИ. Несмотря на это, уровень самооценки знаний об ИИ низкий — многие студенты признают, что имеют лишь поверхностное представление. Преподаватели также высказываются о нехватке методических материалов и примеров для качественного обучения ИИ студентов [4]. Эти факты указывают на разрыв между ожиданиями и текущим состоянием обучения, что и призвана устранить разработанная модель.

Интересно, что, по некоторым данным, более скептическое отношение к ИИ отмечается у студентов, уже прошедших соответствующие курсы [2]. В частности, в опросе Almarzouki и коллег (2025) обнаружено: те, кто получил больше информации об ИИ, выражали несколько меньший энтузиазм и больше осторожности в оценке возможностей ИИ, чем совершенно «новички». Авторы объясняют это тем, что поверхностное знакомство порождает энтузиазм, а углубленное изучение — реалистичное понимание ограничений и, как следствие, более трезвое восприятие технологии [2]. Этот вывод подкрепляет необходимость сбалансированного преподавания: обучая ИИ, важно сразу давать объективное представление о сильных и слабых сторонах методов, чтобы формировать у будущих врачей взвешенное отношение, избегая как неоправданного «очарования технологией», так и необоснованных страхов.

В целом, анализ заинтересованности студентов подтверждает высокую актуальность включения ИИ в образовательные программы. В разных странах мира уже сейчас 70–90 % студентов поддер-

живают идею изучения ИИ [5]. Практически нигде не выявлено активного сопротивления: опасения связаны лишь с качеством и этичностью реализации таких курсов. Можно прогнозировать, что в ближайшие годы интерес обучающихся будет только расти по мере того, как примеры успешного применения ИИ в медицине станут все более известны. Учитывая это, администрации и учебно-методическим объединениям медицинских вузов следует ускорить работу над интеграцией ИИ в учебный процесс, опережая или хотя бы не отставая от запроса студентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты обзора и разработанная модель свидетельствуют о необходимости перехода от эпизодического преподавания элементов ИИ к системной многоуровневой подготовке медицинских кадров в области ИИ. Это соответствует общемировому тренду: международные организации и научные сообщества призывают адаптировать учебные планы медвузов к реалиям цифровой эпохи [7]. В частности, The Lancet & FT Commission (2021) и другие эксперты подчеркивают, что для обеспечения ориентированного на пациента (patient-centred) цифрового будущего медицины каждому студенту-медику следует предоставить обучение основам ИИ и анализа данных [11].

Предложенная нами модель методической системы представляется реализуемой при условии определенных изменений в образовательной политике и ресурсном обеспечении. На уровне базового медобразования потребуется пересмотр федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) с добавлением результатов освоения, связанных с цифровой грамотностью и ИИ. Например, можно включить в компетенции выпускника умение применять ИИ-технологии для решения диагностических и лечебных задач, оценивать качество решений, полученных с помощью ИИ, и др. Соответственно, вводимая дисциплина (или расширенный модуль в существующей дисциплине) по основам ИИ должна стать обязательной. Для ее внедрения целесообразно использовать опыт кафедр медицинской информатики и информационных технологий, возможно привлекать специалистов из технических вузов для совместного преподавания.

Методические аспекты. Преподавание ИИ требует обновления подходов к обучению. Традиционные лекции должны дополняться интерактивными формами — симуляциями, работой с программами, разбором практических случаев. Как отмечают Абдуманонов и Султонов (2024), использование

виртуальных симуляций на базе ИИ и адаптивных обучающих систем может значительно повысить качество подготовки, позволив студентам отрабатывать клинические навыки без риска для пациентов [11]. Наш обзор подтвердил это: виртуальные пациенты и симуляторы с ИИ признаются перспективным направлением медицинского образования, повышающим практическую значимость обучения [4]. Однако их внедрение требует финансовых затрат и технического обеспечения. Кроме того, важно, чтобы новые технологии дополняли, а не заменяли традиционные методы обучения — живое общение с преподавателем, работу у постели больного, классическую клиническую подготовку никто не отменяет, ИИ лишь расширяет возможности.

Проблема кадров и компетенций преподавателей. Существенным вызовом является подготовка самих педагогов. Многие преподаватели клинических кафедр не имеют опыта работы с ИИ и большими данными, что затрудняет качественное преподавание данной темы. Отмечается необходимость переобучения преподавателей и привлечения новых специалистов [4]. Возможным решением может быть организация курсов для преподавателей медвузов («Training of Trainers») по основам цифровых технологий и ИИ, стажировки на профильных кафедрах ведущих университетов, обмен опытом между вузами. Министерству здравоохранения и Министерству образования следовало бы рассмотреть целевые программы повышения квалификации профессорско-преподавательского состава в данной области.

Стандартизация и аккредитация. Еще одна обсуждаемая в литературе проблема — отсутствие четких стандартов и аккредитационных требований для интеграции ИИ в учебные планы [5]. В настоящее время ни в одной стране (включая РФ) аккредитация выпускников-медиков не проверяет знания ИИ, и отсутствуют типовые учебные программы. Решением может стать разработка рекомендаций на уровне международных организаций (WFME, AMEE) или национальных методических советов по включению тематики ИИ. Например, определение минимального набора знаний: понимание базовых терминов, знание 3–5 ключевых примеров ИИ в медицине, представление об этических нормах работы с ИИ. Это позволит унифицировать подходы и избежать ситуации, когда в одном вузе студент получил глубокие знания, а в другом — почти ничего.

Этические и правовые аспекты. Обучая ИИ, важно уделять внимание вопросам этики, правовым ограничениям и качеству данных. Студенты

должны понимать принципы конфиденциальности медицинской информации, проблемы *biais* (смещения) данных и алгоритмов, опасность избыточной надежды на автоматизацию без участия человека. В дискуссиях со студентами следует разбирать кейсы, где ошибки ИИ приводили к неправильным решениям, обсуждать, как предотвратить такие ситуации. Формирование критического мышления при работе с ИИ — одна из ключевых целей образования. Важной частью учебного процесса могут стать деонтологические разборы: например, студенты обсуждают, кому принадлежит ответственность, если ИИ-алгоритм ошибся в диагнозе, можно ли использовать черные ящики (модели, не дающие объяснений) в клинике и пр. Такой подход поможет выработать у будущих врачей здоровый баланс между доверием к технологиям и ответственностью врача за итоговое решение.

Связь с персонализированной медициной. Обучение ИИ должно строиться с осознанием, что конечная цель — улучшение персонализированного подхода к пациенту. В дискуссиях на занятиях стоит подчеркивать, как конкретные инструменты ИИ позволяют реализовать принципы персонализированной медицины. Например, алгоритмы стратификации риска осложнений помогают индивидуально подобрать тактику наблюдения; фармакогенетические профили в сочетании с ИИ позволяют врачу выбрать оптимальный препарат для данного пациента; системы поддержки решений учитывают сразу десятки параметров и выдают рекомендации, адаптированные под особенности человека (возраст, сопутствующие болезни и др.) [13, 14]. Если студенты будут видеть прямую связь технологий с улучшением помощи отдельному больному, это повысит мотивацию к изучению. Персонализированная медицина, по сути, становится прикладной областью для практического обучения ИИ: на реальных клинических примерах персонализированных подходов студенты осваивают инструменты анализа данных.

Ограничения и будущие исследования. Отметим, что настоящее исследование имеет ограничения, связанные с быстро меняющимся характером рассматриваемой области. Данные о текущих программах обучения могли устареть уже к моменту публикации. Требуется постоянный мониторинг опыта внедрения ИИ в учебные планы разных вузов, обмен лучшими практиками. Перспективным направлением дальнейших исследований является экспериментальная оценка эффективности предложенной модели. Например, можно реализовать пилотный проект обучения ИИ на нескольких курсах, а затем сравнить уровень компетенций выпускни-

ков с контрольной группой. Также важно изучить долгосрочное влияние — будут ли врачи, получившие образование по ИИ, активнее применять персонализированные подходы и технологии в своей практике. По мере накопления данных возможна корректировка модели: например, оптимизация объема часов, интеграция новых форматов и др. Тем не менее, уже сейчас ясно, что отказ от изменений в содержании медобразования чреват отставанием системы подготовки кадров от потребностей практического здравоохранения. Чтобы ИИ в медицине действительно приносил пользу пациентам, врачей необходимо учить работать с ИИ — безопасно, ответственно и эффективно.

ВЫВОДЫ

1. *Обучение искусственному интеллекту в медицине — стратегически важное направление модернизации высшего медицинского образования.* Анализ состояния показал, что в настоящее время существует заметное отставание образовательных программ от реальных запросов практики: при высокой заинтересованности студентов и очевидной роли ИИ в медицине, системное преподавание ИИ внедрено в крайне малом числе вузов. Необходимо восполнить этот пробел для подготовки врачей к работе в условиях цифрового здравоохранения и персонализированной медицины.

2. *Предложена многоуровневая модель методической системы преподавания ИИ, включающая этапы: базовое ознакомление на младших курсах (обязательная часть, вводящая основные понятия и примеры ИИ), углубленное изучение на старших курсах (факультативы, практические кейсы, междисциплинарные проекты), специализированное обучение в ординатуре (модули по ИИ применительно к выбранной специальности, участие в исследованиях) и последипломное повышение квалификации (курсы НМО, позволяющие актуализировать знания на протяжении всей карьеры).* Модель обеспечивает преемственность и постепенное наращивание компетенций, формируя у врача прочное понимание технологий ИИ.

3. *Связь с персонализированной медициной прослеживается на всех этапах обучения.* Студенты и врачи обучаются использовать ИИ для учета индивидуальных особенностей пациентов — от анализа геномных и клинических данных до принятия решений по персональным стратегиям терапии. Таким образом, образование в сфере ИИ становится одним из условий успешного внедрения персонализированной медицины, повышая качество и адресность медицинской помощи.

4. *Исследовательский анализ заинтересованности обучающихся подтверждает высокий запрос на интеграцию ИИ в учебные программы.* Согласно опросам, 70–90 % студентов считают нужным изучать ИИ, но большинство пока не имеет такой возможности в рамках вузовской программы [3, 5]. Эта образовательная потребность должна быть удовлетворена путем включения ИИ в стандарты обучения. Полученные нами данные свидетельствуют о готовности аудитории к восприятию нового материала при условии его практической значимости и качественной подачи.

5. *Реализация преподавания ИИ требует решения организационно-методических задач.* Необходимо обновить образовательные стандарты, разработать учебно-методические рекомендации и учебники по ИИ в медицине, а также проводить обучение самих преподавателей. Внедрение ИИ в обучение позволит не заменить, а обогатить традиционную систему подготовки врачей, повысив эффективность обучения (например, за счет симуляторов и персонализированных обучающих программ). При этом должны соблюдаться этические нормы использования данных и обеспечиваться надежность технологий.

6. *Перспективы развития.* В дальнейшем следует расширять пилотные проекты по обучению ИИ в медвузах, проводить сравнительные исследования результатов, налаживать сотрудничество между медицинскими и техническими университетами. Внедрение ИИ в образование будет способствовать воспитанию нового поколения врачей — профессионалов, сочетающих клиническую компетентность с умением эффективно применять цифровые инструменты во благо пациентам. Это отвечает как национальным интересам развития здравоохранения, так и глобальным трендам эпохи персонализированной медицины.

В заключение, подготовка врачей, владеющих основами искусственного интеллекта, должна стать неотъемлемой частью высшего медицинского образования. Реализация предложенной методической модели позволит сформировать у выпускников необходимые знания и навыки для работы в условиях цифрового здравоохранения, повысит качество медицинской помощи за счет применения персонализированных подходов, а также обеспечит конкурентоспособность отечественного медицинского образования на мировой арене. Настало время перейти от точечных инициатив к планомерному и всеобъемлющему внедрению ИИ в обучение — во имя будущего медицины, где высококвалифицированный врач эффективно сотрудничает с интеллектуальными технологиями ради здоровья каждого пациента.

Конфликт интересов/ Conflict of interest

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhebany N, et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Med Educ.* 2023;23:689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
2. Almarzouki AF, Alem A, Shrourou F, et al. Assessing the disconnect between student interest and education in artificial intelligence in medicine in Saudi Arabia. *BMC Med Educ.* 2025;25:150. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06446-3>
3. Busch F, Hoffmann L, Truhn D, et al. Global cross-sectional student survey on AI in medical, dental, and veterinary education and practice at 192 faculties. *BMC Med Educ.* 2024;24:1066. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06035-4> (дата обращения: 01.05.2025).
4. Rustamov MM. Integration of artificial intelligence tools into the educational process in medical higher education institutions // The best intellectual research. 2025;42(2 (апрель)):31–36. In Russian [Рустамов М.М. Интеграция средств искусственного интеллекта в образовательный процесс в медицинских высших учебных заведениях // Лучшие интеллектуальные исследования. 2025;42(2 (апрель)):31–36]. <https://scientific-jl.com/luch/article/view/7915>
5. Sun L, Yin C, Xu Q, Zhao W. Artificial intelligence for healthcare and medical education: a systematic review. *Am J Transl Res.* 2023 Jul 15;15(7):4820–4828. PMID: 37560249; PMCID: PMC10408516.
6. Tanishin ES, Tanishina EN. Artificial intelligence in medical education, advantages and prospects // Abstracts of the XII Congress of Rosomed (Russian Society for Simulation Training in Medicine). 2023. In Russian [Танишин Е.С., Танишина Е.Н. Искусственный интеллект в медицинском образовании, преимущества и перспективы // Тезисы XII съезда Росомед (Российское общество симуляционного обучения в медицине). 2023]. URL: <http://rosomed.ru/theses/1067> (дата обращения: 01.05.2025).
7. Ejaz H, McGrath H, Wong BL, et al. Artificial intelligence and medical education: A global mixed-methods study of medical students' perspectives. *Digit Health.* 2022 May 2;8:20552076221089099. DOI: 10.1177/20552076221089099. PMID: 35521511; PMCID: PMC9067043.
8. Pen'kova LV, Dildabekova NT, Asmagambetova MT, Romanova AR. Distance learning method in medicine — prospects, advantages and disadvantages. Features in conditions of self-isolation and quarantine // *International Journal of Applied and Fundamental Research.* 2020;5:73–76. In Russian [Пенькова Л.В., Дилдабекова Н.Т., Асмагамбетова М.Т., Романова А.Р. Дистанционный метод образования в медицине — перспективы, достоинства и недостатки. Особенности в условиях самоизоляции и карантина // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2020;5:73–76]. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13072> (дата обращения: 01.05.2025).
9. CNA. AI and Autonomy in Russia. Issue 23, October 8, 2021. Arlington, VA: CNA, 2021. 24 p. URL: <https://www.cna.org/reports/2021/10/AI-and-Autonomy-in-Russia-Issue-23-October-8-2021.pdf> (дата обращения: 01.05.2025).
10. Russia launches AI programs to transform healthcare education // *HealthCare Middle East & Africa Magazine.* 2024. 18 November. URL: <https://www.healthcaremea.com/russia-launches-ai-programs-to-transform-healthcare-education/> (дата обращения: 01.05.2025).
11. Kickbusch I, Piselli D, Agrawal A, et al. The Lancet and Financial Times Commission on governing health futures 2030: growing up in a digital world // *The Lancet.* 2021. Vol. 398. No. 10312. P. 1727–1776. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01824-9. URL: [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(21\)01824-9/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(21)01824-9/fulltext) (дата обращения: 01.05.2025).
12. Abdumanonov AA, Sultonov MA. Artificial intelligence in teaching medical students // *EJMTCS.* 2024. No. 11. In Russian [Абдуманонов А.А., Султонов М.А. Искусственный интеллект в обучении студентов медицинских вузов // *EJMTCS.* 2024. № 11]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyu-intellekt-v-obuchenii-studentov-meditsinskih-vuzov> (дата обращения: 01.05.2025).
13. Dzhoshkun II, Lushnikova KA, Milovanova OA. The use of artificial intelligence in the histological diagnosis of breast diseases // The digital future of modern medicine: Collection of reports of the I All-Russian Conference of Students and Young Scientists with International Participation, Ryazan, April 24–25, 2024. Ryazan: Ryazan State Medical University named after Academician I. P. Pavlov. 2024. P. 183–185. In Russian [Джошкун И.И., Лушникова К.А., Милованова О.А. Использование искусственного интеллекта в гистологической диагностике заболеваний молочной железы // Цифровое будущее современной медицины: Сборник докладов I Всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием, Рязань, 24–25 апреля 2024 года. Рязань: Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, 2024. С. 183–185]. EDN GYLRGX.

14. Galagudza MM, Toropova YaG, Konradi AO. The use of artificial intelligence in experimental medicine and in the development of new medicines. *Russian Journal of Personalized Medicine*. 2025;5(1):58–65. In Russian [Галагудза М.М., Торопова Я.Г., Конради А.О. Применение искусственного интеллекта в экспериментальной медицине и в разработке новых лекарственных препаратов. *Российский журнал персонализированной медицины*. 2025;5(1):58–65]. DOI: 10.18705/2782-3806-2025-5-1-58-65. EDN: WXF XFJ.

Информация об авторах:

Авачева Татьяна Геннадиевна, к.ф.-м.н., доцент, заведующая кафедрой математики, физики и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России;

Милованова Оксана Александровна, к.ф.-м.н., доцент кафедры математики, физики и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России;

Кривушин Александр Андреевич, старший преподаватель кафедры математики, физики и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России;

Прохина Софья Алексеевна, студент лечебного факультета ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России.

Authors information:

Avacheva Tatyana G., candidate of physical and mathematical sciences, docent, head of the department of mathematics, physics and medical informatics, Ryazan State Medical University;

Milovanova Oksana A., candidate of physical and mathematical sciences, docent at the department of mathematics, physics and medical informatics, Ryazan State Medical University;

Krivushin Aleksandr A., senior lecturer at the department of mathematics, physics, and medical informatics, Ryazan State Medical University;

Prohina Sofya A., student at the faculty of general medicine, Ryazan State Medical University.