

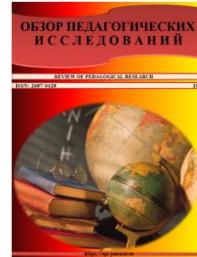
Научно-исследовательский журнал «Обзор педагогических исследований»
<https://opi-journal.ru>

2025, Том 7, № 6 / 2025, Vol. 7, Iss. 6 <https://opi-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

УДК 614.253.5:004.9



Цифровизация и симуляционные технологии в медицинском образовании

¹ **Фидарова К.К., ¹ Маргиеев Д.Ю., ¹ Цомартов В.Р.,**
¹ Северо-Осетинская государственная медицинская академия

Аннотация: статья посвящена анализу влияния цифровизации и симуляционных технологий на медицинское образование. Рассматриваются ключевые аспекты применения цифровых платформ, искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, а также высокоточных манекенов в подготовке медицинских специалистов. Особое внимание уделено преимуществам этих технологий, включая повышение компетенций студентов, снижение риска ошибок в клинической практике и расширение доступности образования. Обсуждаются вызовы, такие как высокая стоимость и необходимость обучения преподавателей, а также перспективы развития, включая адаптивное обучение и международное сотрудничество. Статья подчёркивает важность инноваций для формирования новой парадигмы медицинского образования.

Ключевые слова: цифровизация, симуляционные технологии, медицинское образование, виртуальная реальность, искусственный интеллект, адаптивное обучение, клинические навыки, доступность образования

Для цитирования: Фидарова К.К., Маргиеев Д.Ю., Цомартов В.Р. Цифровизация и симуляционные технологии в медицинском образовании // Обзор педагогических исследований. 2025. Том 7. № 6. С. 149 – 155.

Поступила в редакцию: 7 мая 2025 г.;
Одобрена после рецензирования: 9 июля 2025 г.; Принята к публикации: 25 августа 2025 г.

Digitization and simulation technologies in medical education

¹ **Fidarova K.K., ¹ Margiev D.Yu., ¹ Tsomartov V.R.,**
¹ North Ossetian State Medical Academy

Abstract: the article analyzes the impact of digitization and simulation technologies on medical education. It explores the key aspects of using digital platforms, artificial intelligence, virtual and augmented reality, and high-fidelity mannequins in training medical professionals. Special attention is given to the advantages of these technologies, including enhanced student competencies, reduced risk of errors in clinical practice, and increased accessibility of education. Challenges such as high costs and the need for teacher training are discussed, along with future prospects, including adaptive learning and international collaboration. The article emphasizes the importance of innovations in shaping a new paradigm for medical education.

Keywords: digitization, simulation technologies, medical education, virtual reality, artificial intelligence, adaptive learning, clinical skills, accessibility of education

For citation: Fidarova K.K., Margiev D.Yu., Tsomartov V.R. Digitization and simulation technologies in medical education. Review of Pedagogical Research. 2025. 7 (6). P. 149 – 155.

The article was submitted: May 7, 2025;
Approved after reviewing: July 9, 2025;
Accepted for publication: August 25, 2025.

Введение

Цифровизация и симуляционные технологии стремительно трансформируют медицинское образование, обеспечивая новые возможности для подготовки высококвалифицированных специалистов. Цифровизация включает использование электронных платформ, искусственного интеллекта и дистанционных образовательных инструментов, которые делают обучение более доступным и персонализированным. Симуляционные технологии, такие как виртуальная реальность, манекены высокого уровня реализма и компьютерные симуляторы, позволяют студентам отрабатывать клинические навыки в безопасной среде. Актуальность этих технологий обусловлена необходимостью повышения качества подготовки медицинских кадров в условиях быстро меняющихся требований здравоохранения.

Цель статьи – проанализировать влияние цифровизации и симуляционных технологий на эффективность медицинского образования, выявить их преимущества, вызовы и перспективы дальнейшего развития.

Материалы и методы исследований

Исследование основано на систематическом анализе научной литературы и кейсов внедрения цифровизации и симуляционных технологий в медицинском образовании.

Результаты и обсуждения

Цифровизация в медицинском образовании подразумевает интеграцию цифровых технологий в учебный процесс для повышения его эффективности и доступности [1]. Ключевые инструменты включают электронные учебные платформы (например, Moodle, Blackboard), мобильные приложения для обучения, системы управления знаниями и технологию искусственного интеллекта, такие как адаптивные обучающие алгоритмы. Эти технологии позволяют создавать интерактивные образовательные материалы, проводить онлайн-лекции и тестирования, а также обеспечивать доступ к обширным базам медицинских данных.

Цифровизация значительно расширяет доступ к образовательным ресурсам, позволяя студентам из удалённых регионов получать знания без необходимости физического присутствия в учебных центрах [2]. Персонализация обучения, основанная на анализе данных и искусственном интеллекте, помогает адаптировать учебные программы под индивидуальные потребности студентов. Кроме того,

автоматизация оценки знаний через цифровые тесты и симуляторы сокращает время преподавателей на проверку и повышает объективность [3].

Несмотря на преимущества, цифровизация сталкивается с рядом ограничений. Технические барьеры, такие как недостаточная инфраструктура или ограниченный доступ к высокоскоростному интернету, особенно актуальны для развивающихся стран [4]. Преподаватели часто нуждаются в дополнительном обучении для эффективного использования цифровых инструментов. Также важным вызовом является обеспечение кибербезопасности, включая защиту персональных данных студентов и пациентов, используемых в образовательных plataформах.

Симуляционные технологии в медицинском образовании представляют собой инструменты и методы, позволяющие воспроизводить клинические сценарии в контролируемой среде для обучения и отработки навыков. К ним относятся высокоточные манекены, имитирующие физиологические реакции пациента, виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и компьютерные симуляторы, моделирующие диагностические и терапевтические процедуры [5]. Эти технологии создают условия, максимально приближенные к реальной клинической практике, но без риска для пациентов. Например, манекены могут воспроизводить такие состояния, как остановка сердца или дыхательная недостаточность, позволяя студентам практиковать реанимационные мероприятия. Виртуальная реальность, в свою очередь, погружает обучающихся в интерактивные сценарии, где они могут выполнять виртуальные операции или диагностировать сложные случаи.

Симуляционные технологии находят широкое применение в медицинском образовании. Одной из ключевых областей является обучение практическим клиническим навыкам, таким как постановка инъекций, катетеризация или проведение хирургических процедур. Симуляторы позволяют студентам многократно отрабатывать техники, совершенствуя их до автоматизма.

Другой важной областью является тренировка принятия решений в экстренных ситуациях. Например, симуляторы критических состояний, таких как сепсис или инфаркт миокарда, обучают студентов быстро оценивать симптомы, выбирать правильный алгоритм действий и управлять временем в условиях стресса. Такие тренировки осо-

бенно ценны для подготовки к реальным ситуациям, где ошибки могут стоить жизни.

Симуляционные технологии также способствуют развитию командной работы и коммуникации. В сценариях, моделирующих операционные или реанимационные бригады, студенты учатся взаимодействовать с коллегами, распределять роли и эффективно обмениваться информацией. Это особенно важно, учитывая, что командная работа является ключевым фактором успеха в современной медицине [6]. Например, симуляционные центры, такие как в Гарвардском университете, используют сценарии с несколькими участниками для отработки взаимодействия в условиях высокого давления.

Симуляционные технологии создают безопасную среду для обучения, где студенты могут совершать ошибки, анализировать их и учиться без риска для реальных пациентов. Это особенно важно для начинающих специалистов, которым необходимо набраться опыта перед работой в клинических условиях. Возможность многократного повторения процедур позволяет закрепить навыки и повысить уверенность студентов. Например, исследование показало, что студенты, прошедшие обучение на симуляторах лапароскопии, демонстрировали на 30% более высокую точность при выполнении реальных процедур по сравнению с традиционным обучением.

Кроме того, симуляционные технологии обеспечивают реалистичное воспроизведение клинических сценариев. Современные манекены могут имитировать дыхание, пульс, кровотечение и даже реакции на введение медикаментов. Виртуальная реальность позволяет моделировать редкие патологии, которые студенты могут не встретить в реальной практике во время обучения [2]. Это расширяет их кругозор и подготавливает к сложным случаям.

Несмотря на многочисленные преимущества, симуляционные технологии имеют свои ограничения. Одним из главных барьеров является высокая стоимость оборудования. Например, современные манекены высокого уровня реализма могут стоить десятки тысяч долларов, а создание центров виртуальной реальности требует значительных инвестиций в программное обеспечение и аппаратное обеспечение. Это делает технологии менее доступными для образовательных учреждений в регионах с ограниченным финансированием.

Другим вызовом является необходимость регулярного обновления технологий. Быстрое развитие цифровых решений требует постоянного обновления программного обеспечения и оборудования, чтобы поддерживать актуальность симуляций.

Например, устаревшие симуляторы могут не отражать новейшие протоколы лечения, что снижает их образовательную ценность.

Наконец, доступ к симуляционным технологиям остается ограниченным в некоторых регионах, особенно в развивающихся странах. Отсутствие инфраструктуры, квалифицированных технических специалистов и финансирования препятствует широкому внедрению таких решений. Это создает неравенство в доступе к современным методам обучения между различными странами и регионами.

Интеграция цифровизации и симуляционных технологий в медицинском образовании открывает новые горизонты для подготовки специалистов, сочетая доступность цифровых платформ с практическими возможностями симуляторов.

Цифровизация и симуляционные технологии часто объединяются для создания комплексных образовательных экосистем. Одним из ярких примеров являются виртуальные лаборатории, которые интегрируют цифровые платформы с симуляционными инструментами. Такие лаборатории позволяют студентам проводить виртуальные эксперименты, например, моделировать хирургические вмешательства или диагностировать заболевания с использованием данных реального времени [7]. Платформы, такие как Labster, предоставляют доступ к виртуальным лабораторным средам, где студенты могут изучать анатомию, биохимию или микробиологию, взаимодействуя с 3D-моделями и симуляциями клинических случаев.

Технологии дополненной реальности (AR) также активно интегрируются с цифровыми платформами. Например, AR-очки, такие как Microsoft HoloLens, используются в медицинских университетах для наложения цифровых анатомических моделей на физические манекены, что позволяет студентам визуализировать внутренние органы в реальном времени во время тренировок [8]. Такие решения сочетают цифровую визуализацию с практическим опытом, улучшая понимание сложных анатомических структур.

Интеграция симуляционных центров с онлайн-платформами, такими как Coursera или Moodle, создаёт непрерывный цикл обучения, где студенты изучают теорию и отрабатывают навыки на манекенах или VR-симуляторах. Искусственный интеллект (ИИ) повышает реалистичность симуляций, адаптируя сценарии в реальном времени, например, изменяя состояние «виртуального пациента» в зависимости от действий студента. Системы, такие как Laerdal's SimCapture, анализируют данные симуляций, предоставляя персонализи-

рованную обратную связь, указывая на ошибки и предлагая рекомендации.

ИИ также создаёт адаптивные образовательные траектории, подстраивая контент под успеваемость студентов, что помогает в отработке сложных клинических ситуаций. Например, Медицинская школа Стэнфорда использует Immersive Learning Center, сочетаю VR-симуляции с цифровыми модулями, что ускоряет освоение навыков на 25%. Университет Джонса Хопкинса применяет смешанное обучение с ИИ-манекенами, сокращая ошибки студентов на 20%. В Утрехте AR-очки и цифровые платформы улучшают хирургические навыки и вовлечённость.

Основные вызовы – высокая стоимость, необходимость обучения персонала и стандартизация данных для совместимости систем. Однако облачные технологии и снижение стоимости VR/AR-устройств делают симуляции доступнее. В будущем ИИ создаст автономные симуляционные среды, адаптированные под каждого студента, трансформируя медицинское образование и повышая его качество, доступность и безопасность клинической практики.

Цифровизация и симуляционные технологии значительно улучшают профессиональные навыки студентов благодаря интерактивным и адаптивным методам обучения. Цифровые платформы, такие как Moodle или Canvas, предоставляют доступ к обширным образовательным ресурсам, включая интерактивные лекции, видеоматериалы и тесты, которые позволяют студентам углублять знания в удобном темпе [9]. Например, использование адаптивных алгоритмов на основе искусственного интеллекта (ИИ) позволяет персонализировать учебные траектории, предлагая материалы, соответствующие уровню знаний студента. Исследование, проведённое в Медицинской школе Университета Торонто, показало, что студенты, использующие цифровые платформы с ИИ, демонстрировали на 15% более высокие результаты на экзаменах по сравнению с традиционными методами обучения.

Симуляционные технологии позволяют студентам отрабатывать практические навыки в безопасной среде. Высокоточные манекены и VR-симуляторы обеспечивают практику процедур, таких как интубация или лапароскопия, без риска для пациентов. Исследование Университета Калифорнии показало, что студенты, использующие VR, на 30% быстрее осваивали хирургические навыки по сравнению с традиционными методами. Симуляции также развивают критическое мышление, моделируя стрессовые клинические ситуации, такие как остановка сердца [10].

Важным аспектом является развитие soft skills, включая коммуникацию и командную работу. Симуляционные сценарии, например в Гарвардской медицинской школе, улучшили коммуникационные навыки студентов на 22%. Обучение на симуляторах снижает вероятность медицинских ошибок: исследование в The Lancet выявило, что врачи, обучавшиеся на симуляторах, допускали на 27% меньше ошибок в операциях.

Цифровизация способствует снижению ошибок через доступ к базам данных, таким как UpToDate, и ИИ-симуляторы, моделирующие осложнения, например аллергические реакции, что помогает студентам предвидеть и предотвращать ошибки в реальной практике.

Цифровизация обеспечивает доступность медицинского образования в удалённых и менее развитых регионах через онлайн-платформы, такие как OpenWHO, предоставляющие бесплатные курсы для миллионов студентов, включая Африку и Южную Азию. Симуляционные технологии, включая мобильные лаборатории и облачные VR-платформы, проникают в сельские коллежи, например в Индии, повышая стандарты подготовки без необходимости поездок в крупные города. Однако проблемы, такие как слабая интернет-инфраструктура и высокая стоимость оборудования, ограничивают внедрение. Облачные симуляторы, работающие на смартфонах, помогают преодолеть эти барьеры.

Интеграция цифровизации и симуляций повышает уверенность студентов и стандартизирует оценку компетенций, способствуя аккредитации программ. В будущем глобальные образовательные сети позволят университетам обмениваться ресурсами, унифицируя качество образования. Адаптивное обучение на базе ИИ, как в платформах Smart Sparrow, персонализирует учебные траектории, анализируя прогресс студентов. VR и AR, включая Oculus Rift и Microsoft HoloLens, создают реалистичные клинические сценарии и улучшают запоминание материала, например, на 20% при изучении анатомии. Эти технологии формируют будущее медицинского образования, повышая его качество и доступность.

Облачные технологии играют ключевую роль в цифровизации медицинского образования. Облачные симуляционные платформы, такие как SimX, обеспечивают доступ к VR-симуляциям без необходимости в дорогостоящем оборудовании, что особенно важно для стран с ограниченными ресурсами. Геймификация, например через платформу Level Ex, повышает мотивацию студентов, позволяя диагностировать заболевания и выпол-

нять процедуры в формате игр, улучшая вовлённость и закрепление знаний.

В ближайшие 5-10 лет цифровизация и симуляционные технологии сделают медицинское образование доступнее и эффективнее. Снижение стоимости VR/AR-устройств позволит внедрять их в небольшие колледжи, а рынок этих технологий к 2030 году достигнет 5 млрд долларов. ИИ будет создавать автономные симуляционные среды, моделирующие сложные клинические случаи с учётом индивидуальных данных пациентов, включая генетику и анамнез. Телемедицинские симуляции подготовят студентов к удалённой диагностике, а большие данные помогут оптимизировать учебные программы через анализ прогресса и ошибок студентов.

Международное сотрудничество, включая консорциумы вроде Society for Simulation in Healthcare и проекты Erasmus+ Virtual Exchange, ускоряет внедрение инноваций и стандартизацию. Однако высокая стоимость и нехватка квалифицированных специалистов остаются вызовами. Решением могут стать открытые платформы и единые стандарты, разрабатываемые International Medical Simulation Alliance, для обеспечения совместимости систем и снижения затрат.

Выводы

Цифровизация и симуляционные технологии радикально преобразуют медицинское образование, делая его более эффективным, доступным и адаптированным к современным вызовам здравоохранения. Цифровые платформы обеспечивают персонализированное обучение и широкий доступ

к образовательным ресурсам, позволяя студентам из разных регионов мира осваивать актуальные знания. Симуляционные технологии, включая виртуальную реальность и высокоточные манекены, создают безопасную среду для отработки клинических навыков, развивая у студентов уверенность и профессионализм.

Эти технологии способствуют повышению качества подготовки медицинских специалистов, снижая риск ошибок в реальной практике и улучшая навыки командной работы. Они также открывают возможности для обучения в удалённых регионах, преодолевая географические и экономические барьеры. Перспективы развития, такие как использование искусственного интеллекта, облачных платформ и геймификации, обещают сделать образование ещё более интерактивным и адаптивным в ближайшие годы.

Однако для полного раскрытия потенциала этих технологий необходимо преодолеть вызовы, включая высокую стоимость оборудования, потребность в обучении преподавателей и стандартизацию систем. Инвестиции в инфраструктуру и международное сотрудничество помогут ускорить внедрение инноваций. Цифровизация и симуляционные технологии не просто дополняют традиционное образование, а создают новую парадигму подготовки врачей, готовых к вызовам XXI века. Призыв к дальнейшему развитию и внедрению этих технологий в образовательный процесс становится ключевым для обеспечения высокого уровня медицинской помощи по всему миру.

Список источников

- Строков А.А. Цифровизация образования: проблемы и перспективы // Вестник Мининского университета. 2020. Т. 8. № 2 (31). С. 15. – DOI 10.26795/2307-1281-2020-8-2-15
- Жиронкина О.А., Медведева Н.А., Соколова Е.Е. Роль цифровых технологий при организации обучения в дистанционном формате // Открытое образование. 2023. Т. 27. № 1. С. 4 – 16. DOI 10.21686/1818-4243-2023-1-4-16
- The Topol Review: Подготовка кадров здравоохранения к цифровому будущему: независимый доклад по поручению министра здравоохранения и социальной защиты Великобритании / Health Education England. Лондон: Health Education England, 2019. 104 с.
- Barua K., Rasania S.K., Acharya A.S., Singh A. E-learning в медицинском образовании: опыт, вызовы и перспективы студентов: поперечное исследование в Индии // Indian Journal of Community Health. 2021. Т. 33. № 4. С. 580 – 585. DOI: <https://doi.org/10.47203/IJCH.2021.v33i04.007>
- Issenberg S.B., McGaghie W.C., Petrusa E.R. Особенности и применение высокореалистичных медицинских симуляций, способствующих эффективному обучению: систематический обзор BEME // Medical Teacher. 2005. Т. 27. № 1. С. 10 – 28. DOI: <https://doi.org/10.1080/01421590500046924>
- Lateef F. Обучение на основе симуляции: почти как в реальности // Journal of Emergencies, Trauma and Shock. 2010. Т. 3. № 4. С. 348 – 352. DOI: 10.4103/0974-2700.70743

7. Kaplan M. Использование цифровых технологий для совершенствования медицинского образования и повышения качества медицинской помощи в меняющейся глобальной системе здравоохранения // В кн.: Handbook of Research on Developing a Post-Pandemic Paradigm for Virtual Technologies in Higher Education / под ред. Information Resources Management Association. Херши, Пенсильвания: IGI Global, 2022. С. 20 – 35. DOI: 10.4018/978-1-6684-6620-9.ch002

8. Khan M.J. Технологии, сотрудничество и гуманистические ценности: триада для преобразования медицинского образования // Journal of Ayub Medical College Abbottabad. 2024. Т. 36. № 1. С. 1 – 2. DOI: <https://doi.org/10.55519/JAMC-01-13137>

9. Шотаров А. Digital transformation of the medical education // Journal of IMAB – Annual Proceeding (Scientific Papers). 2023. Vol. 29. С. 4839 – 4842. DOI: 10.5272/jimab.2023291.4839

10. Civaner M.M., Uncu Y., Bulut F., Giounous Chalil E., Tatli A. Artificial intelligence in medical education: a cross-sectional needs assessment // BMC Medical Education. 2022. Vol. 22. Article 10. DOI: 10.1186/s12909-022-03852-3

References

1. Strokov A.A. Digitalization of education: problems and prospects. Bulletin of Minin University. 2020. Vol. 8. No. 2 (31). P. 15. – DOI 10.26795/2307-1281-2020-8-2-15
2. Zhironkina O.A., Medvedeva N.A., Sokolova E.E. The role of digital technologies in organizing distance learning. Open education. 2023. Vol. 27. No. 1. P. 4 – 16. DOI 10.21686/1818-4243-2023-1-4-16
3. The TopolReview: Preparing the healthcare workforce for the digital future: an independent report commissioned by the UK Secretary of State for Health and Social Care. Health Education England. London: Health Education England, 2019. 104 p.
4. Barua K., Rasania S.K., Acharya A.S., Singh A. E-learning in medical education: students' experiences, challenges and perspectives: a cross-sectional study in India. Indian Journal of Community Health. 2021. Vol. 33. No. 4. P. 580 – 585. DOI: <https://doi.org/10.47203/IJCH.2021.v33i04.007>
5. Issenberg S.B., McGaghie W.C., Petrusa E.R. Features and applications of highly realistic medical simulations that promote effective learning: a systematic review BEME. Medical Teacher. 2005. Vol. 27. No. 1. P. 10 – 28. DOI: <https://doi.org/10.1080/01421590500046924>
6. Lateef F. Simulation-Based Learning: Almost Like Reality. Journal of Emergencies, Trauma and Shock. 2010. Vol. 3. No. 4. P. 348 – 352. DOI: 10.4103/0974-2700.70743
7. Kaplan M. Using Digital Technologies to Improve Medical Education and Improve the Quality of Health Care in a Changing Global Health System. In: Handbook of Research on Developing a Post-Pandemic Paradigm for Virtual Technologies in Higher Education. ed. Information Resources Management Association. Hershey, PA: IGI Global, 2022. P. 20 – 35. DOI: 10.4018/978-1-6684-6620-9.ch002
8. Khan M.J. Technology, collaboration, and humanistic values: a triad for transforming medical education. Journal of Ayub Medical College Abbottabad. 2024. Vol. 36. No. 1. P. 1 – 2. DOI: <https://doi.org/10.55519/JAMC-01-13137>
9. Shotarov A. Digital transformation of the medical education. Journal of IMAB – Annual Proceeding (Scientific Papers). 2023. Vol. 29. P. 4839 – 4842. DOI: 10.5272/jimab.2023291.4839
10. Civaner M.M., Uncu Y., Bulut F., Giounous Chalil E., Tatli A. Artificial intelligence in medical education: a cross-sectional needs assessment. BMC Medical Education. 2022. Vol. 22. Article 10. DOI: 10.1186/s12909-022-03852-3

Информация об авторах

Фидарова К.К., кандидат исторических наук, доцент, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, karina-fidarova@mail.ru

Маргиеев Д.Ю., Северо-Осетинская государственная медицинская академия, margiev.david83@gmail.com

Цомартов В.Р., Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Vad.tsom@gmail.com

© Фидарова К.К., Маргиеев Д.Ю., Цомартов В.Р., 2025