Обзорная статья

DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_3_5-19
EDN: KBRHCZ

Место интерактивных технологий, виртуальной реальности и искусственного интеллекта в освоении пропедевтики внутренних болезней: взгляд преподавателей и студентов

Е. В. Тимофеев , И. С. Олифиренко , Е. В. Падорина , Ю. М. Яковлев , Д. С. Суханов

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

✉ Тимофеев Евгений Владимирович — darrieux@mail.ru

Обзор представляет собой критический взгляд преподавателей кафедры пропедевтики внутренних болезней и студентов на современные проблемы преподавания клинических дисциплин, в частности освоения практических навыков. Выделены объективные причины и субъективные факторы с точки зрения студентов и преподавателей, ограничивающие традиционные методы преподавания «у постели больного». Приведены современные данные литературы о возможностях и опыте использования платформ искусственного интеллекта и виртуальной реальности в обучении студентов медицинских вузов, ординаторов, а также при проведении тренингов для врачей различных специальностей. Отмечены положительные (возможность многократной отработки навыка, широкий перечень клинических ситуаций, инклюзивность обучения) и отрицательные стороны использования таких платформ (отсутствие контакта с больным человеком, понимание своей безнаказанности за принятые решения). Освещены возможности отдельных образовательных платформ, их функционал и примерный перечень практических навыков, данных инструментальных и лабораторных исследований, используемых для обучения диагностике того или иного синдрома или заболевания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виртуальная реальность (VR), искусственный интеллект (ИИ), обучение, практические навыки, образовательные платформы, сравнительный анализ, пропедевтика внутренних болезней

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Тимофеев ЕВ, Олифиренко ИС, Падорина ЕВ, Яковлев ЮМ, Суханов ДС. Место интерактивных технологий, виртуальной реальности и искусственного интеллекта в освоении пропедевтики внутренних болезней: взгляд преподавателей и студентов. *Juvenis Scientia*. **2025**;11(3):5-19. DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_3_5-19. EDN: KBRHCZ.

Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная
© Тимофеев Е.В., Олифиренко И.С., Падорина Е.В., Яковлев Ю.М., Суханов Д.С., 2025

Review article

DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_3_5-19
EDN: KBRHCZ

The Role of Interactive Technologies, Virtual Reality and Artificial Intelligence in Teaching Propaedeutics of Internal Diseases: Perspectives from Teachers and Students

Eugene V. Timofeev , Ivan S. Olifirenko , Ekaterina V. Padorina , Yuri M. Yakovlev , Dmitry S. Sukhanov
Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

✉ Eugene V. Timofeev — darrieux@mail.ru

The present review is a critical view of the teachers of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases and students on the current problems of teaching clinical disciplines, in particular, the development of practical skills. Objective reasons and subjective factors that limit traditional teaching methods "at the bedside" from the point of view of students and teachers are highlighted. The article provides up-to-date literature data on the possibilities and experience of using artificial intelligence and virtual reality platforms in teaching medical students, residents, and training doctors of various specialties. The positive aspects (the possibility of repeated skill development, a wide range of clinical situations, inclusiveness of training) and negative aspects of using such platforms (lack of contact with a sick person, understanding of impunity for decisions made) are noted. The possibilities of certain educational platforms, their functionality, and an approximate list of practical skills, instrumental and laboratory investigation data used to train students in identifying a particular syndrome or disease are highlighted.

KEYWORDS: virtual reality (VR), artificial intelligence (AI), training, practical skills, educational platforms, comparative analysis, propaedeutics of internal diseases

FOR CITATION: Timofeev EV, Olifirenko IS, Padorina EV, Yakovlev YM, Sukhanov DS. The Role of Interactive Technologies, Virtual Reality and Artificial Intelligence in Teaching Propaedeutics of Internal Diseases: Perspectives from Teachers and Students. *Juvenis Scientia*. **2025**;11(3):5-19. DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_3_5-19.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
© Timofeev E.V., Olifirenko I.S., Padorina E.V., Yakovlev Y.M., Sukhanov D.S., 2025

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянно увеличивающегося объёма информации и сложности подбора реальных клинических случаев традиционные методы обучения не всегда позволяют досконально разобрать определенные нозологические формы. Технологии виртуальной реальности (VR) и искусственного интеллекта (ИИ) предлагают новый уровень взаимодействия и позволяют студентам во время обучения моделировать различные клинические ситуации [1]. VR — комплексная технология, погружающая человека в виртуальный мир, полностью смоделированное трёхмерное пространство с ощущением полного присутствия в нем посредством специальных устройств. При этом в тандеме с технологиями погружения осуществляется работа ИИ, делающего обучение интерактивным, адаптивным и персонализированным. ИИ отвечает за управление виртуальными пациентами (поддержание контакта, реакция на действия студента, демонстрация основных симптомов, правдоподобных ощущений и эмоций, изменение состояния при правильности или ошибочности действий); отслеживает точность, последовательность и эффективность лечебных и диагностических вмешательств, а также оценивает затраченное время на принятие решений; создаёт реалистичное моделирование за счёт непредсказуемости клинических ситуаций, возможности возникновения осложнений, предоставления разных типов пациентов; предлагает новые сценарии и подстраивает уровни сложности [2]. Иными словами, ИИ превращает VR-симуляцию из игры в истинную клиническую тренировку, где можно развивать клиническое мышление и практические навыки [3, 4].

Два обязательных компонента для создания опыта VR: позиционное отслеживание глаз или головы пользователя (иногда используются и портативные периферические устройства-контроллеры) в реальном времени и визуализация виртуальных элементов с точки зрения пользователя. Совместным их действием обеспечивается трехмерная перспектива с независимым положением объектов в пространстве. Игровые контроллеры пользователь держит в руках, они считывают движения в реальном пространстве и переносят его в виртуальное. Системы отслеживания, встроенные в контроллеры, помогают понять, что пользователь делает. Экраны внутри VR-очков показывают стереоскопическую картинку, а специальные сенсоры и контроллеры отслеживают движения головы и тела. Современные модели шлемов используют технологию фовеального рендеринга — оптимизацию изображения в зависимости от направления взгляда. Наиболее перспективным направлением использования VR при обучении считается технология «Виртуальный пациент» — интерактивная компьютерная симуляция реального пациента любого возраста и пола с разнообразными заболеваниями [5, 6].

Инструменты ИИ все активнее используются в учебном процессе в различных образовательных направлениях. В медицине они нашли своё применение в основном в тех областях, где требуется отработать практический навык — хирургия, ультразвуковая диагностика, некоторые другие манипуляции, а также дерматология [7]. Первоначально ИИ использовался для обучения хирургическим вмешательствам — подготовке к лапароскопическим и минимально инвазивным процедурам, теперь же примеры использования также охватывают сценарии экстренной помощи и нетехнические навыки, такие как принятие решений в различных клинических ситуациях [8]. Активное внедрение систем ИИ и VR в учебный процесс происходит преимущественно в странах с высоким уровнем дохода.

Интересное решение — использование ИИ и VR в тренинге врачей скорой и неотложной помощи, в частности разработаны сценарии различной сочетанной травмы при ДТП. Отмечаются положительные моменты — формирование автоматической реакции врача на значимые клинические симптомы, однако запаздывание ответов системы на устные вопросы и комментарии врача до 3 с может быть критично в некоторых экстренных ситуациях, создаёт определенное напряжение и раздражение у обучающегося [9].

Отмечается, что эти методы обеспечивают студентам безопасную и контролируемую среду для отработки технических и нетехнических навыков, что в конечном итоге повышает безопасность па-

циентов [10]. К преимуществам симуляционного обучения относят более эффективное приобретение некоторых практических навыков, снижение количества ошибок и возможность многократного повторения навыка без риска для реальных пациентов [11]. Виртуальные пациенты представляются более оптимальным образовательным инструментом, нежели стандартизированные — живые люди, имитирующие определенные клинические симптомы. Хотя стандартизованные пациенты позволяют студентам практиковаться в сборе анамнеза и физикальном обследовании, к недостаткам такого метода относят усталость пациентов, вариативность результатов и невозможность имитировать определённые состояния, которые могут устранить виртуальные пациенты. VR, тактильная обратная связь и ИИ позволят создавать гиперреалистичные интерактивные обучающие среды, имитирующие сложность реальных встреч с пациентами. Студенты взаимодействуют с виртуальными пациентами в условиях полного погружения, в комплекте с тактильной обратной связью и диалогом, управляемым ИИ, что позволяет получить более реалистичный диагностический и процедурный опыт. Однако возникают обоснованные опасения по поводу реалистичности симуляций и возможности применения полученных навыков в реальных клинических условиях.

К основным проблемам традиционных форм обучения можно отнести: неумение студентов выделять ключевые моменты в теоретической части при подготовке к практическим занятиям и промежуточной/итоговой аттестации — часть студентов не имеют этого навыка, не ведут конспектов, не умеют извлекать информацию из своих записей; неуверенность в собственных возможностях при освоении практических навыков; необходимость многократного повторения изученного материала; нерешительность и психологический дискомфорт в общении с пациентами; дефицит мотивации к обучению в вузе; низкий интерес студентов к отдельным изучаемым дисциплинам; недостаточные познания в базовых теоретических предметах, плохое владение русским языком у иностранных обучающихся [12–14].

Между тем, существует ряд **объективных сложностей и ограничений** освоения практических навыков и изучения дисциплин у постели больного, среди которых нам представляется наиболее важным выделить следующие:

1. Расширение правовых аспектов отношений врача и пациента, необходимость согласия пациента на осмотр студентами[1].

2. Сокращение сроков госпитализации при многих нозологиях, входящих в учебный план, что ограничивает время контакта с пациентом.

3. Выведение некоторых нозологических форм в разряд амбулаторных, что делает практически невозможным изучения их в клинике — неосложнённые бронхиты, гастриты, нетяжёлые пневмонии, стенокардия напряжения и другие хронические коронарные синдромы, заболевания щитовидной железы.

4. Часто нетипичное, стёртое или малосимптомное течение заболевания у конкретного пациента ограничивает его наглядность и понимание студентами.

5. Введение цифровых историй болезни[2] и отказ от бумажных при отсутствии в учебной комнате компьютера с подключением к медицинской информационной системе клиники делают малодоступными данные инструментального и лабораторного обследования, а также консультативные заключения.

6. Низкая распространённость в настоящее время некоторых заболеваний, которым в учебном процессе в рамках изучения пропедевтики внутренних болезней традиционно уделяется особое внимание и достаточно большое количество учебных часов, — ревматизм, митральный стеноз, крупозная пневмония.

7. Отсутствие больных с естественным течением заболеваний на фоне современных подходов к диагностике и лечению — инфаркт миокарда, некоторые виды нарушений сердечного ритма, язвенная болезнь.

---

[1] *Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»*

[2] *Приказ Министерства здравоохранения РФ от 7 сентября 2020 г. N 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов»*

8. Узкопрофильность многих отделений, сокращение коечного фонда терапевтических отделений стационаров.

9. Интенсификация обследования и лечения — больные менее доступны для участия в учебном процессе.

10. Неблагоприятные эпидемиологические ситуации — за последние 5 лет запреты на посещение студентами терапевтических отделений вводились суммарно не менее чем на 2,5 года — пандемия коронавирусной инфекции, эпидемии гриппа, вспышки кори, контакты по туберкулезу. С марта 2020 г. по сентябрь 2021 г. обучение в медицинских вузах проходило преимущественно в дистанционном режиме, после выхода на очное обучение в течение года сохранялись запреты на посещение отделений стационаров, что сформировало целое поколение студентов, изучавших ключевые клинические и фундаментальные дисциплины в онлайн-формате.

Представленный перечень безусловно не полный, может быть дополнен другими факторами в зависимости от специфики отдельных теоретических и практических дисциплин. Кроме того, существуют субъективные факторы, ограничивающие освоение программ медицинских дисциплин. Их можно разделить на две группы — с точки зрения преподавателей и студентов.

К факторам, определяющим неудовлетворённость преподавателей освоением студентами практических навыков и пониманием клинических ситуаций, можно отнести:

1. Неподготовленность и разная степень подготовленности студентов к общению с больным человеком, отсутствие навыка общения с людьми, низкий коммуникативный потенциал.

2. Плохая теоретическая подготовка обучающихся, связанная в том числе с непосещением лекций, и как следствие — невладение лекционным материалом, что приводит к невозможности адекватной оценки имеющихся у больного симптомов и их клинической трактовки, что превращает практические занятия фактически в теоретический разбор материала.

3. Отсутствие у части студентов заинтересованности в реальной клинической практике, формальное отношение к посещению больных, целью обучения становится не освоение профессии врача, а сдача зачётов и экзаменов с минимально положительным результатом.

С другой стороны, добросовестные студенты сталкиваются с несоответствием их ожиданий от обучения в вузе и реальности. К основным факторам, определяющим неудовлетворённость студентов при освоении практических дисциплин, с нашей точки зрения, относятся:

1. Несоответствие программ производственной практики изучаемым дисциплинам, закрепление в ходе практики не всегда нужных для будущего врача практических знаний и навыков. В частности, после 3 курса и изучения пропедевтики внутренних болезней и общей хирургии студенту необходимо закрепить полученные навыки общения с больными людьми. Однако в это время проводится сестринская практика, после сдачи квалификационного экзамена студент может работать медицинской сестрой, что, безусловно, важно, в том числе в плане трудоустройства студента, но не соответствует пройденной программе.

2. Отсутствие или ограниченное количество доступной литературы, содержащей информацию о современных диагностических и лечебных подходах, — учебников и методических пособий.

3. Невозможность реализации индивидуального потенциала ввиду различной степени подготовленности и добросовестности в условиях группового обучения.

4. Отсутствие полного охвата программой всех тем, интересующих обучающихся.

5. Страх и чувство стеснения при демонстрации собственных знаний и навыков ввиду возможной эмоционально окрашенной реакции преподавателя или пациента.

6. Частое отсутствие индивидуального подхода в рамках практических занятий, слабое ощущение прогресса, осмысление собственных знаний и широты их возможностей.

7. Практика обычно носит исключительно демонстрационный характер и не обеспечивает формирование памяти и клинического мышления для конкретных клинических случаев.

8. Невозможность систематического оттачива-

ния навыков и разбора клинических задач по определенным темам.

9. Человеческий фактор при оценивании подготовки студента, возможное отсутствие конструктивного разъяснения ошибок и недочётов.

10. Необходимость посещения различных учебно-клинических баз для получения всего материала — децентрализованность.

11. Отсутствие постоянного наставничества в обучающем процессе.

Ожидаемо, что внедрение инновационных технологий в медицинском образовании позволит увеличить эффективность обучения, расширить доступ к образовательным ресурсам, улучшить практический опыт и повысить качество подготовки будущих медицинских специалистов [15]. Мы проанализировали положительные и отрицательные стороны традиционного подхода и использования систем ИИ и VR (табл. 1).

Для решения задач обучения разработано достаточно много платформ, использующих возможности ИИ и VR. В качестве иллюстрации приведём лишь некоторые из них.

Примеры платформ с виртуальными пациентами:

1. BodyInteract[3] (Take The Wind, Португалия) — одна из наиболее известных в мире платформ с виртуальными пациентами. Основной вариант представлен на сенсорном столе-экране, изображающем пациента на кровати; также платформа имеет и мобильную версию. По данным компании-производителя, в зависимости от комплекта сценариев, система может содержать до нескольких сотен симулированных клинических ситуаций по 30 клиническим специальностям, в числе которых кардиология, гастроэнтерология, неврология, пульмонология, эндокринология, травматология и др. Алгоритм обучения построен

[3] *https://bodyinteract.com*

Таблица 1 / Table 1

Сравнительная характеристика традиционного подхода к освоению практических навыков с возможностями ИИ и VR / Comparative Characteristics of the Traditional Approach to Acquiring Practical Skills vs AI and VR Capabilities

Признак / Criterion	Традиционные методы обучения / Traditional Teaching Methods	Применение VR и ИИ / Use of VR and AI
Материальное оснащение	Не требуют дорогостоящего оборудования	Необходимы специальные программы и дорогостоящее оборудование
Material requirements	Do not require expensive equipment	Require specialized software and expensive equipment
Возможность наглядной демонстрации клинической картины изучаемой патологии	Могут отсутствовать пациенты с заболеваниями, входящими в учебную программу	Виртуальные пациенты, широкий выбор патологии
Possibility of visual demonstration of clinical symptoms of studied pathology	Patients with relevant conditions listed in the curriculum may be unavailable	Virtual patients, wide range of pathologies
Психологические особенности пациентов	Пациент может отказаться от осмотра студентами, проявить агрессию, умышленно или непреднамеренно ввести в заблуждение, умолчать о каких-либо симптомах	Обучение проводят на симуляторе

Признак / Criterion	Традиционные методы обучения / Traditional Teaching Methods	Применение VR и ИИ / Use of VR and AI
Psychological characteristics of patients	Patients may refuse examination by students, show aggression, intentionally or unintentionally mislead, or withhold certain symptoms	Training is conducted using a simulator
Технические ограничения	Количество пациентов, на которых возможно отработать навык, зависит от их согласия на манипуляцию, тяжести заболевания и общего состояния, окружения в палате, присутствия родственников	Недостаточное количество симуляторов для одновременных тренировок целых групп студентов ввиду высокой цены и ограниченных площадей размещения
Technical limitations	The number of patients available for skill practice depends on their consent, severity of illness, general condition, environment in the ward, and presence of relatives	Insufficient number of simulators for simultaneous training of student groups due to high cost and limited space
Ограничения, зависящие от клинической базы	Количество клинических случаев зависит от нахождения пациентов на клинической базе	Количество клинических случаев ограничено пациентами из базы данных
Limitations dependent on clinical facilities	Number of clinical cases depends on patient availability at clinical facilities	Number of clinical cases limited to the patient database
Ограничения встречаемости конкретной патологии	Рассматриваются обычно только наиболее распространённые заболевания и синдромы	Можно рассматривать как часто встречающиеся, так и более редкие заболевания
Limitations regarding the prevalence of specific pathology	Typically limited to the most common diseases and syndromes	Opportunity to study both common and rare diseases
Технические ограничения, зависящие от клинической базы	Малые возможности для проведения дифференциальной диагностики на пациентах	Возможность проведения дифференциальной диагностики в любое удобное время
Technical limitations dependent on clinical facilities	Limited opportunities for performing differential diagnosis on patients	Opportunity for differential diagnosis at any convenient time
Взаимоотношения «преподаватель — студент»	Групповой или индивидуальный подход	Только индивидуальный подход
Teacher — student relationship	Group or individual approach	Individual approach only
Отработка практических навыков с целью запоминания	Редкая возможность обучения навыкам на пациентах — недоступность пациентов вне учебного времени	Неограниченные возможности для отработки врачебных навыков
Practicing practical skills for memorization	Limited opportunities to practice skills on patients—patients unavailable outside of teaching hours	Unlimited opportunities for practicing medical skills

Признак / Criterion	Традиционные методы обучения / Traditional Teaching Methods	Применение VR и ИИ / Use of VR and AI
Контроль усвоения практических навыков	Отсутствие непрерывного контроля за качеством выполнения навыков	Постоянный контроль и корректировка выполнения навыков со стороны ИИ
Control over mastery of practical skills	Lack of continuous quality control of skill performance	Continuous monitoring and skill performance correction by AI
Безопасность учебного процесса	Возможность возникновения непредвиденных обстоятельств во время учебного процесса	Безопасная среда для процесса обучения
Safety of the educational process	Possibility of unforeseen circumstances during the educational process	Safe educational environment
Наглядность материала для учебного процесса	Практически всегда коморбидные пациенты	Наличие как изолированных видов патологии, так и коморбидности
Visual clarity of educational materials	Patients almost always have comorbidities	Availability of both isolated pathologies and comorbidities
Мотивация обучающихся	Средний уровень мотивации среди студентов	Повышение мотивации среди студентов
Student motivation	Average level of student motivation	Increased student motivation
Приближение учебного процесса к реальным условиям	Опыт общения с настоящим пациентом	Опыт ограничен только виртуальным процессом
Real-world approximation of the educational process	Experience in communicating with actual patients	Experience limited to virtual processes only
Психологическая подготовка обучающихся	Развитие коммуникативных навыков, нивелирование страха перед больным, обучение индивидуальному подходу к пациентам	Коммуникативные навыки определяются только потенциалом виртуальной технологии, обычно искусственный диалог в формате «заготовленный вопрос — ответ»
Psychological preparation of students	Development of communication skills, overcoming fear of patients, training in individual patient approaches	Communication skills limited by virtual technology capabilities; typically artificial dialogues in a prescripted Q&A format
Этический аспект	Привыкание и адаптация к высокому уровню профессиональной ответственности	Понимание отсутствия ответственности за свои действия
Ethical aspect	Familiarization and adaptation to high levels of professional responsibility	Awareness of lack of responsibility for actions
Технические аспекты освоения конкретных дисциплин	Проведение таких методов обследования, как перкуссия и пальпация, приводит к реальным ощущениям, возникновению осязательной и ассоциативной памяти	Имитация проведения таких методов обследования, как перкуссия и пальпация, невозможна

Признак / Criterion	Традиционные методы обучения / Traditional Teaching Methods	Применение VR и ИИ / Use of VR and AI
Technical aspects of mastering specific disciplines	Performing examination methods such as percussion and palpation leads to real sensations, creating tactile and associative memory	Imitation of methods such as percussion and palpation is not possible
Обучение в рамках инклюзивного образования	Определенные сложности обучения в рамках инклюзивного образования	Более комфортная среда для образовательного процесса в рамках инклюзивного образования
Training within inclusive education	Certain difficulties in training within inclusive education	More comfortable educational environment within inclusive education

следующим образом: оценка объективной картины и определение статуса пациента, опрос пациента, проведение осмотра, оценка физиологических параметров, использование последовательности ABCDE (метод составления иерархии задач и последовательности их выполнения), интерпретация результатов лабораторных и инструментальных исследований, дифференциальная диагностика, определение тактики лечения и выбор препаратов, выводы о прогнозе течения заболевания, последующие действия: оценка в динамике клинических проявлений, повторное физикальное обследование, оценка состояния пациента, перевод пациента в другие подразделения больницы, завершение виртуальной сессии, оценивание действий студента. Результаты исследований демонстрируют, что обучение с помощью платформы в малых группах является ценным образовательным инструментом, а будущие исследования должны быть направлены на сравнение обучающего потенциала в малых группах, больших группах и индивидуально, а также количественное определение качества формирования клинического мышления (табл. 2) [16–18].

2. DIMEDUS[4] — Digital Medical Education Systems (Dimedus Inc., США) — виртуальная образовательная платформа для обучения широкому спектру клинических компетенций: от базовых медицинских, коммуникативных и мануальных навыков до выработки клинического мышления по более чем 20 медицинским специальностям, среди которых кардиология, пульмонология, гастроэнтерология, гематология, эндокринология, онкология, акушерство и гинекология и др. Примерный обучающий алгоритм включает в себя общение с пациентами, первичную оценку состояния пациента, физикальное обследование, способность анализировать и реагировать на возникающие ситуации — появление осложнений, жизнеугрожающих состояний, интерпретацию результатов лабораторных и инструментальных исследований, назначение лечения, выполнение хирургических и процедурных манипуляций. Платформа представлена как на мобильных устройствах, так и на больших сенсорных панелях, и в VR-очках. Симуляционный опыт подкрепляется интерактивными теоретическими уроками с 3D-анимацией [19].

3. Для обучения медицинского персонала работе в «красной зоне» с пациентами с COVID-19 разработана система Oxford Medical Simulation[5] (Oxford Medical Simulation Ltd., Великобритания) — обучение сконцентрировано на методах физикального обследования, сборе жалоб и анамнеза, изучении данных истории болезни, проведении инструментальных и лабораторных исследований с последующей их оценкой и направлено на формирование целостного подхода к клинической ситуации в стрессовых условиях. В платформе также широко раскрыты сестринские навыки и навыки интенсивной терапии [20].

4. Full Code Medical Simulation[6] (Full Code Medical Inc., США) — обучающая симуляция для мобильных устройств, планшетов и компьютеров без исполь-

[4] *https://dimedus.com*
[5] *https://oxfordmedicalsimulation.com*
[6] *https://fullcodemedical.com*

Таблица 2 / Table 2

Ориентировочный функционал платформ виртуальных пациентов на примере BodyInteract (Португалия) / Estimated Functionality of Virtual Patient Platforms Using the Example of BodyInteract (Portugal)

Опция / Option	Возможности платформы / Platform Capabilities
Диалог с пациентом	Отсутствие реального взаимодействия с пациентом, эмоционального контакта. Использование только заготовленных вопросов
Patient dialogue	No real interaction or emotional contact with the patient. Use of pre-scripted questions only
Физикальное обследование	Общий осмотр, осмотр лица и шеи, осмотр груди, осмотр живота, осмотр нижних конечностей, оценка проходимости дыхательных путей, пальпация, перкуссия и аускультация сердца и лёгких, оценка по шкале Глазго, зрачковый рефлекс, шкала оценка тяжести инсульта
Physical examination	General inspection, examination of face and neck, chest examination, abdominal examination, lower limb examination, assessment of airway patency, palpation, percussion and auscultation of heart and lungs, Glasgow Coma Scale, pupillary reflex, stroke severity assessment scale
Физиологические показатели	Артериальное давление, пульс, частота дыхания и сердечных сокращений, сатурация, диурез, температура тела
Physiological parameters	Blood pressure, pulse rate, respiratory rate, heart rate, oxygen saturation, diuresis, body temperature
Лабораторные исследования	Биохимический анализ крови: глюкоза, липидный профиль, коагулограмма, маркеры повреждения миокарда; газовый состав крови
Laboratory tests	Biochemical blood analysis: glucose, lipid profile, coagulogram, myocardial damage markers; arterial blood gas analysis
Инструментальные исследования	Рентгенография таза, КТ и рентгенография брюшной полости, УЗИ органов брюшной полости, КТ грудной клетки, рентгенография грудной клетки, КТ головы, КТ-ангиография головного мозга, эхокардиография с допплерографией, допплерография сонных артерий, ЭКГ в 12 общепринятых отведениях
Instrumental investigations	Pelvic X-ray, abdominal CT and X-ray, abdominal ultrasound, chest CT, chest X-ray, head CT, CT angiography of the brain, echocardiography with Doppler ultrasound, Doppler ultrasound of carotid arteries, 12-lead ECG
Возможные вмешательства	Катетеризация, непрямой массаж сердца, кислородотерапия, дефибрилляция, инфузионная терапия, сердечно-легочная реанимация, очистка дыхательных путей
Possible interventions	Catheterization, chest compressions, oxygen therapy, defibrillation, infusion therapy, cardiopulmonary resuscitation, airway clearance

зования VR-технологий. Включает клинические кейсы по 31 специальности, среди которых аллергология, кардиология, дерматология, эндокринология, гастроэнтерология, гематология, онкология, неврология, пульмонология, оториноларингология и другие. План ведения пациента строится на диалоге — выяснении жалоб и анамнеза, использовании алгоритма ABCDE, проведении общего осмотра, получении данных пальпации и аускультации, проведении лабораторных и инструментальных

исследований, после чего можно назначить лечение и выбрать диагноз из большого списка, сортированного по специальностям. Хотя в приложении выявляются незначительные технические проблемы, отмечается удобство, компактность и доступность по сравнению с более точными симуляциями, применяемыми непосредственно в рамках организованного обучающего процесса. За счет гибкого, масштабируемого и менее ресурсоемкого функционала инструмент для обучающихся представляется достаточно перспективным и требует дальнейшей оценки эффективности [21].

Три российские системы виртуальных пациентов:

5. Leonardo VR[7] (ООО «ЭЙДОС», Россия) — технология виртуального пациента, реализованная через интерактивный стол-экран и предназначенная для обучения диагностике, лечению и совершенствованию способности принятия клинических решений. Содержит около 60 клинических задач по таким специальностям как кардиология, пульмонология, реаниматология, эндокринология, гастроэнтерология, неврология, акушерство и гинекология, неотложная помощь и т.п. Кроме того, конструктор сценариев позволяет создавать неограниченное количество пользовательских сценариев, расширяя таким образом функциональность Leonardo VR. Функционал строится на опросе, мониторинге в реальном времени жизненных показателей, проведении общего осмотра, аускультации и перкуссии сердца и лёгких, исполнении лабораторных и инструментальных методов, назначении лекарственных средств, выполнении реанимационных мероприятий.

6. «Виртуальный пациент Боткин»[8] (ГЭОТАР Цифра, Россия) — отечественный интерактивный образовательный комплекс, созданный для компьютеров, планшетов и смартфонов, содержащий клинические случаи по специальностям: кардиология, пульмонология, оториноларингология, эндокринология, ревматология, нефрология. Полноценный врачебный приём строится на диалоге с пациентом в формате чата (выяснении жалоб, анамнеза заболевания и жизни), физикальном обследовании (общий осмотр, пальпация и перкуссия с отображением результата в виде текста, аускультация с воспроизведением аудиофайлов), оценке различных лабораторных и инструментальных исследований, анализе консультаций специалистов, выделении ведущего синдрома, сопутствующих заболеваний и возможных осложнений из списка, постановке заключения по МКБ-10, назначении лечения и общих рекомендаций. Комплекс имеет режимы обучения и тестирования, по окончании решения каждой клинической задачи система выдаёт результат в баллах и процент верных действий. По данным производителя, комплекс соответствует действующим ФГОС ВО по группе специальностей и направлений подготовки 31.00.00 «Клиническая медицина» и программам по дисциплинам «Пропедевтика внутренних болезней», «Факультетская терапия», «Госпитальная терапия».

7. «Виртуальный пациент Филатов»[9] (ГЭОТАР Цифра, Россия) — «педиатрический близнец» вышеупомянутой платформы «Боткин» аналогичного производства, включающий в себя задачи с пациентами разного пола и возраста от 1 года до 14 лет по следующим специальностям: пульмонология и аллергология, кардиология, гастроэнтерология, ревматология, нефрология, эндокринология, паразитология, неонатология, детские инфекции, детская хирургия, неотложная и поликлиническая педиатрия (комплексная оценка здоровья и др.). В целом функционал системы сходен с возможностями вышеописанного симулятора, за исключением необходимости учёта всех детских особенностей диагностики, таких как лист профилактических прививок, режим дня, особенности кормления, детские рефлексы и др., в заключение по необходимости выносится оценка физического и психомоторного развития, сопротивляемости, функционального состояния органов и систем, а также группы здоровья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущество традиционных методов неоспоримо, так как после окончания обучения студенты будут контактировать с настоящими пациентами, а не виртуальными моделями, поэтому полная или

[7] *https://eidos-medicine.com/leonardoVR.html#*
[8] *https://fb.vshouz.ru/*
[9] *https://fb.vshouz.ru/#!/tab/571055201–2*

даже частичная замена практических занятий у постели больного на работу с инструментами ИИ и VR нецелесообразна и даже опасна, поскольку может способствовать формированию ощущения безнаказанности, игрового отношения к происходящему, проецированию этого отношения на реальные клинические ситуации. Однако в связи с ежегодным ростом количества студентов при сохраняющемся количестве преподавателей классические методы обучения не всегда могут позволить развить необходимые навыки практической работы. Важным преимуществом использования ИИ и VR является возможность работы студента без контроля преподавателя, что может быть рекомендовано как некоторая часть самостоятельной работы студентов на клинических кафедрах, а также в качестве дополнительных занятий в свободное время.

Ряд исследований показывает, что использование VR является эффективным инструментом для обучения и приобретения и отработки практических навыков по клиническим дисциплинам, повышающим уровень владения ими по сравнению с традиционными методами обучения. Выявленные преимущества применения ИИ и VR в обучении (безопасная среда для отработки навыков, возможность моделирования редких случаев, повышение мотивации) и ограничения (необходимость технического обеспечения, потенциально высокая стоимость разработки контента) требуют дальнейшего изучения при внедрении данных технологий в медицинское образование.

Сочетание инновационных технологий с традиционной моделью обучения потенциально способно повысить качество образования и уровень владения практическими навыками по сравнению с только традиционными методами обучения. Несомненно, это является перспективным направлением в совершенствовании медицинского образования.

В то же время, несмотря на высокий потенциал VR в медицинском образовании, повсеместное её внедрение сталкивается с рядом трудностей, в первую очередь, с финансовыми и техническими ограничениями, а также с невозможностью выделения необходимых помещений. Кроме того, использование таких систем не регламентировано существующими ФГОС и негативно воспринимается рядом преподавателей, что создаёт определенную правовую проблему, решение которой в настоящее время в России отсутствует. Не следует также забывать, что для разработки актуальных курсов VR требуются высококвалифицированные междисциплинарные команды разработчиков программного обеспечения — опытные преподаватели-врачи, эксперты по искусственному интеллекту, дизайнеры, специалисты по сопровождению учебного процесса. Такие недостатки как технические проблемы и недостаточный уровень реалистичности могут быть устранены с помощью дальнейшего развития технологий.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES

1. Адамчик АЮ, Ионов ОА, Шевченко АС, и др. Особенности современного преподавания пропедевтики внутренних болезней. В: Инновации в образовании: Материалы IX региональной межвузовской учебно-методической конференции с международным участием. Краснодар: Плехановец; **2018**:14-16. [Adamchik AYu, Ionov OA, Shevchenko AS, i dr. Osobennosti sovremennogo prepodavaniya propedevtiki vnutrennikh bolezney (Features of modern teaching of internal medicine propaedeutics). In: Innovatsii v obrazovanii: Materialy IX regional'noy mezhvuzovskoy uchebno-metodicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Krasnodar: Plekhanovets; **2018**:14-16. (in Russ)]
2. Шангереева СА. Некоторые аспекты преподавания пропедевтики внутренних болезней. In:

Воспитание и обучение: теория, методика и практика: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Чебоксары: Интерактив плюс; **2019**:234-237. [Shangereeva SA. Nekotoryye aspekty prepodavaniya propedevtiki vnutrennikh bolezney (Some aspects of teaching internal medicine propaedeutics). In: Vospitaniye i obucheniye: teoriya, metodika i praktika: Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Cheboksary: Interaktiv plyus; **2019**:234-237. (in Russ)]

3. Горшков МД. Виртуальная реальность и искусственный интеллект в медицинском образовании. Москва: РОСОМЕД; **2023**:76-94. [Gorshkov MD. Virtual'naya real'nost' i iskusstvennyy intellekt v meditsinskom obrazovanii (Virtual reality and artificial intelligence in medical education). Moskva: ROSOMED; **2023**:76-94. (in Russ)]
4. Hamilton A, Molzahn A, McLemore K. The Evolution From Standardized to Virtual Patients in Medical Education. *Cureus*. **2024**;16(10):e71224. DOI: 10.7759/cureus.71224. EDN: XSYKDI
5. Winkler-Schwartz A, Bissonnette V, Mirchi N, et al. Artificial Intelligence in Medical Education: Best Practices Using Machine Learning to Assess Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation. *J Surg Educ*. **2019**;76(6):1681-1690. DOI: 10.1016/j.jsurg.2019.05.015
6. Lang M, Ghandour S, Rikard B, et al. Medical Extended Reality for Radiology Education and Training. *J Am Coll Radiol*. **2024**;21(10):1583-1594. DOI: 10.1016/j.jacr.2024.05.006. EDN: GIYPMC
7. Шелихов ВГ, Вавилов АМ. Пути оптимизации обучения на кафедре пропедевтики внутренних болезней. *Медицина в Кузбассе*. **2005**;4(4):233-235. [Shelikhov VG, Vavilov AM. Puti optimizatsii obucheniya na kafedre propedevtiki vnutrennikh bolezney (Ways to optimize teaching at the department of internal medicine propaedeutics). *Meditsina v Kuzbasse*. **2005**;4(4):233-235. (in Russ)]. EDN: UJADVB
8. Sutherland J, Belec J, Sheikh A, et al. Applying Modern Virtual and Augmented Reality Technologies to Medical Images and Models. *J Digit Imaging*. **2019**;32(1):38-53. DOI: 10.1007/s10278-018-0122-7. EDN: ZJFGFC
9. Иванушко ЕИ. VR-технологии в образовании. *Чтения памяти Евгения Петровича Сычевского*. **2020**;(20):381-383. [Ivanushko EI. VR-tekhnologii v obrazovanii (VR technologies in education). *Chteniya pamyati Yevgeniya Petrovicha Sychevskogo*. **2020**;(20):381-383. (in Russ)]. EDN: HWFSKB
10. Daum N, Blaivas M, Goudie A, et al. Student ultrasound education, current view and controversies. Role of Artificial Intelligence, Virtual Reality and telemedicine. *Ultrasound J*. **2024**;16(1):44. DOI: 10.1186/s13089-024-00382-5. EDN: QQLDRI
11. Mergen M, Graf N, Meyerheim M. Reviewing the current state of virtual reality integration in medical education - a scoping review. *BMC Med Educ*. **2024**;24(1):788. DOI: 10.1186/s12909-024-05777-5. EDN: IDSSJV
12. Gutiérrez Maquilón R, Uhl J, Schrom-Feiertag H, Tscheligi M. Integrating GPT-Based AI into Virtual Patients to Facilitate Communication Training Among Medical First Responders: Usability Study of Mixed Reality Simulation. *JMIR Form Res*. **2024**;8:e58623. DOI: 10.2196/58623
13. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore)*. **2024**;103(27):e38813. DOI: 10.1097/MD.0000000000038813. EDN: UXQMLS
14. Altintas L, Sahiner M. Transforming medical education: the impact of innovations in technology and medical devices. *Expert Rev Med Devices*. **2024**;21(9):797-809. DOI: 10.1080/17434440.2024.2400153. EDN: HWTNVO
15. Watari T, Tokuda Y, Owada M, Onigata K. The Utility of Virtual Patient Simulations for Clinical Reasoning Education. *Int J Environ Res Public Health*. **2020**;17(15):5325. DOI: 10.3390/ijerph17155325. EDN: WGJFCL
16. Дубовик АВ, Породенко НВ, Скибицкий ВВ. Опыт применения интерактивной виртуальной системы «Виртуальный пациент Бодиинтеракт» при работе на практических занятиях со студентами 5 и 6 кур-

сов на кафедре госпитальной терапии. В: Инновации в образовании: Материалы XIII международной учебно-методической конференции. Краснодар: ФГБОУ ВО КубГМУ; **2023**:191-197. [Dubovik AV, Porodenko NV, Skibitskiy VV. Opyt primeneniya interaktivnoy virtual'noy sistemy "Virtual'nyy patsiyent Bodiinterakt" pri rabote na prakticheskikh zanyatiyakh so studentami 5 i 6 kursov na kafedre gospital'noy terapii (Experience of using the interactive virtual system "Virtual Patient BodyInteract" during practical classes with 5th- and 6th-year students at the department of hospital therapy). In: Innovatsii v obrazovanii: Materialy XIII mezhdunarodnoy uchebno-metodicheskoy konferentsii. Krasnodar: FGBOU VO KubGMU; **2023**:191-197. (in Russ)] EDN: IXLRHV

17. Reddi S, Javidi D. A Critical Narrative Review of Medical School Curricula: Teaching Methods, Assessment Strategies, and Technological Integration. *Cureus*. **2025**;17(4):e82015. DOI: 10.7759/cureus.82015
18. Mestre A, Muster M, El Adib AR, et al. The impact of small-group virtual patient simulator training on perceptions of individual learning process and curricular integration: a multicentre cohort study of nursing and medical students. *BMC Med Educ*. **2022**;22(1):375. DOI: 10.1186/s12909-022-03426-3. EDN: AVHATL
19. Салухов ВВ, Буркова ЮС, Волошин НИ, et al. Опыт применения цифровой медицинской программно-аппаратной платформы "DIMEDUS" в подготовке к процедуре первичной специализированной аккредитации в Военно-медицинской академии. В: Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 150-летию Михайловской клинической больницы баронета Я.В. Виллие, совместно с III-й научно-практической конференцией "Гемореология, гемостаз, сосудистая биология": Материалы научно-практической конференций. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова; **2023**:89-95. [Salukhov VV, Burkova YuS, Voloshin NI, i dr. Opyt primeneniya tsifrovoy meditsinskoy programmno-apparatnoy platformy "DIMEDUS" v podgotovke k protsedure pervichnoy spetsializirovannoy akkreditatsii v Voyenno-meditsinskoy akademii (Experience of using the digital medical software-hardware platform "DIMEDUS" in preparation for primary specialized accreditation at the Military Medical Academy). In: Yubileynaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 150-letiyu Mikhaylovskoy klinicheskoy bol'nitsy baroneta Ya.V. Villiye, sovmestno s III-y nauchno-prakticheskoy konferentsiyey "Gemorheologiya, gemostaz, sosudistaya biologiya": Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saint Petersburg: Voyenno-meditsinskaya akademiya im. S.M. Kirova; **2023**:89-95. (in Russ)]
20. Аксенова ЕИ, Горбатов СЮ. Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении. Экспертный обзор. Москва: НИИОЗММ ДЗМ; **2021**:12. [Aksenova EI, Gorbatov SYu. Tekhnologii virtual'noy i dopolnennoy real'nosti v zdravookhranenii. Ekspertnyy obzor (Virtual and augmented reality technologies in healthcare. Expert review). Moskva: NIIOZMM DZM; **2021**:12. (in Russ)]
21. Kassutto S, Clancy C, Bennett N, Tsao S. Virtual Simulations to Enhance Medical Student Exposure to Management of Critically Ill Patients. *ATS Sch*. **2024**;5(2):242-246. DOI: 10.34197/ats-scholar.2023-0095BR. EDN: UDSQMQ

АВТОРЫ | AUTHORS

✉ *Тимофеев Евгений Владимирович*, доктор медицинских наук, профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета; ORCID: 0000-0001-9607-4028; email: darrieux@mail.ru.

Eugene V. Timofeev, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Propaedeutics of Internal Diseases, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; ORCID: 0000-0001-9607-4028. email: darrieux@mail.ru.

Олифиренко Иван Сергеевич, студент Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета; ORCID: 0009-0004-7996-2436.

Ivan S. Olifirenko, student of the Saint Petersburg State Pediatric Medical University; ORCID: 0009-0004-7996-2436.

Падорина Екатерина Владимировна, студентка Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета; ORCID: 0009-0004-4049-353X

Ekaterina V. Padorina, student of the Saint Petersburg State Pediatric Medical University; ORCID: 0009-0004-4049-353X

Яковлев Юрий Михайлович, студент Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета; ORCID: 0009-0008-5282-5780

Yuri M. Yakovlev, student of the Saint Petersburg State Pediatric Medical University; ORCID: 0009-0008-5282-5780

Суханов Дмитрий Сергеевич, доктор медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета; ORCID: 0000-0003-3681-0067

Dmitry S. Sukhanov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Propaedeutics of Internal Diseases, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; ORCID: 0000-0003-3681-0067

Поступила в редакцию: | Received: 24.04.2025
Поступила после доработки: | Revised: 30.05.2025
Принята: | Accepted: 10.06.2025