

Образование и кадры

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023
УДК 614.2

Гурцкой Л. Д.^{1,2}, Начкебия М. С.³, Тонконог В. В.⁴

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

¹ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н. А. Семашко» Минобрнауки России, 105064, г. Москва;

²ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, 344022, г. Ростов-на-Дону;

³ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, г. Белгород;

⁴ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова», 353918, г. Новороссийск

Представлен обзор зарубежных публикаций, отражающих использование цифровых технологий в медицинском профессиональном образовании. Рассмотрены наиболее распространенные педагогические инновации: цифровые учебные пособия и мультимедиа, имитационное моделирование, виртуальная среда обучения и дополненная реальность, облачные технологии, геймификация и искусственный интеллект. Отмечено, что применение цифровых технологий видится константой профессионального образования будущего. Однако имеющаяся в настоящее время практика оцифровки образовательного процесса подготовки медицинских кадров неоднозначна и требует внимательного изучения и постоянного мониторинга с целью определения основных преимуществ цифровых технологий, методик, дидактических практик и иных элементов, обеспечивающих качество и эффективность учебного процесса.

К л ю ч е в ы е с л о в а: профессиональная подготовка; образование; медицинские кадры; инновации; цифровые технологии.

Для цитирования: Гурцкой Л. Д., Начкебия М. С., Тонконог В. В. Применение цифровых технологий в профессиональном образовании. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2023;31(3):453—459. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-3-453-459>

Для корреспонденции: Тонконог Виктория Владимировна, канд. экон. наук, доцент ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова», e-mail: vikatonkonog79@mail.ru

Gurtskoy L. D.^{1,2}, Nachkebiya M. S.³, Tonkonog V. V.⁴

THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL EDUCATION

¹N. A. Semashko National Research Institute of Public Health, 105064, Moscow, Russia;

²The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “The Rostov State Medical University”, 344022, Rostov-on-Don, Russia;

³The Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “The Belgorod State National Research University”, 308015, Belgorod, Russia;

⁴The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “The Admiral F. F. Ushakov State Maritime University”, 353918, Novorossiysk, Russia

The article presents review of foreign publications reflecting application of digital technologies in medical professional education. The most common pedagogical innovations are considered: digital textbooks and multimedia, simulation modeling, virtual learning environment and augmented reality, cloud technologies, gamification and artificial intelligence. It is noted that application of digital technologies is seen as constant of future professional education. However, current practice of digitization of educational process of training medical personnel is ambiguous and requires careful study and constant monitoring in order to determine main advantages of digital technologies, methods, didactic practices and other elements ensuring quality and effectiveness of the educational process.

К e y w o r d s: professional training; education; medical personnel; innovation; digital technologies.

For citation: Gurtskoy L. D., Nachkebiya M. S., Tonkonog V. V. The application of digital technologies in professional education. *Problemy socialnoi gigiyeni, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2023;31(3):453–459 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-3-453-459>

For correspondence: Tonkonog V. V., candidate of economical sciences, Associate Professor of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “The Admiral F. F. Ushakov State Maritime University”. e-mail: vikatonkonog79@mail.ru

Conflict of interests. The authors declare absence of conflict of interests.

Acknowledgment. The study had no sponsor support

Received 15.12.2022

Accepted 28.02.2023

Введение

В настоящее время доступно огромное количество цифровых ресурсов для административной, а также педагогической поддержки и совершенствования высшего образования. Сегодняшние студен-

ты, миллениалы и цифровые аборигены, родившиеся в 2000-х годах, ожидают, что современные университеты обеспечат соответствующую цифровую инфраструктуру для обучения и самообразования.

Медицинское образование должно быть адаптировано ко многим новым и отличающимся от дру-

гих контекстах здравоохранения, включая цифровые системы, а образовательный дизайн — к целевым учащимся, интересы которых в цифровом пространстве разнообразны как никогда ранее. Пандемия COVID-19 ускорила потребность в более гибком, персонализированном и совместном обучении, основанном на цифровых технологиях. По этой причине ожидается, что профессорско-преподавательский состав университетов и иных образовательных организаций будет эффективно внедрять цифровые инструменты в образовательный процесс.

Применение цифровых технологий видится константой профессионального образования будущего. Однако имеющаяся в настоящее время практика оцифровки образовательного процесса подготовки медицинских кадров неоднозначна и требует внимательного изучения и постоянного мониторинга с целью определения основных преимуществ цифровых технологий, методик, дидактических практик и иных элементов, обеспечивающих качество и эффективность учебного процесса.

Цель настоящей работы — провести обзор зарубежных публикаций, отражающих использование цифровых технологий в медицинском профессиональном образовании.

Материалы и методы

Представленная работа является обзором зарубежных исследований, посвященных внедрению цифровых технологий в профессиональное медицинское образование. Работа написана с использованием общенаучных методов исследования: анализа и синтеза, сравнения и обобщения, контент-анализа, документационного анализа и метода вторичной обработки данных. В основу исследования легли публикации зарубежных авторов в научно-рецензируемых журналах за период 2010—2020 гг. и отражающих позицию авторов относительно возможностей, преимуществ и барьеров внедрения цифровых инноваций в систему профессиональной подготовки медицинских кадров.

Результаты исследования

С 1990-х годов прошлого века цифровые технологии начали постепенно внедряться в медицинское образование, что породило множество инновационных подходов к доклинической и клинической медицинской подготовке за счет использования асинхронного обучения, симуляции, обучения на основе игр и даже социальных сетей в качестве способа совместного обучения [1]. Преимущества обучения с использованием передовых технологий были широко оценены в период стремительного распространения пандемии COVID-19, которая привела к тому, что дистанционное обучение на основе электронных систем становится основным компонентом академического образования практически во всех направлениях подготовки бакалавров, магистров и специалистов.

В последней четверти XX в. мир профессиональной медицины пережил взрывной рост информации в медицинских науках в связи с достижениями в области информационных технологий, которые позволяют осуществлять более быстрый, надежный и всесторонний сбор данных. В то же время, как отмечено в исследовании Unitelma Sapienza University, «растущий объем нерелевантной информации стал ограничивающим фактором, приводящим к растущему разрыву между медицинскими знаниями, с одной стороны, и способностью врачам необходимо следить за развитием информации, с другой стороны» [2]. Нынешний стремительный рост числа процедур, инструментов и методик в области медицинских технологий позволил улучшить здравоохранение самыми простыми и эффективными способами: искусственная поджелудочная железа; монитор уровня глюкозы, встроенный в чехлы для смартфонов; искусственный интеллект в хирургии и других направлениях медицинской помощи; цифровая система отслеживания приема лекарств — это лишь некоторые примеры эффективного внедрения цифровых технологий в общественное здравоохранение.

Инновации стали чрезвычайно важной частью ландшафта здравоохранения и пронизывают многие области клинической медицины. Чтобы ответить на эти вызовы, будущие медицинские специалисты — студенты университетов — должны быть подготовлены к медицине цифровой эры и осведомлены о внедряемых новых технологиях. Однако следует также принимать во внимание, что здравоохранение и медицина фундаментально отличаются от физических наук и что медицинская практика сложна.

Само понятие инновационности в образовании достаточно трудно определить, поскольку инновация сама по себе не является ни положительным, ни отрицательным результатом. Смысл данного понятия сводится к применению новых ключевых практик в процессе обучения, которые приводят к общему улучшению содержания образовательного процесса и повышению его качества. Так, в опросе 2018 г., посвященном инновациям в методах медицинского образования, в котором приняли участие студенты Портлендского колледжа образования Университета Конкордия, были выделены следующие аспекты инновационности образовательного процесса, которые преподаватель обязан учитывать в своей ежедневной практике взаимодействия со студентами:

«— Найдите любой возможный способ достучаться до всех своих учеников, проявляя желание и гибкость в корректировке того, чему вы учите и как вы преподаете.

— Выходите за рамки, бросайте вызов старым методам и стратегиям, чтобы поддержать успех всех студентов, а также самих себя.

— Постоянно получайте информацию о новых тенденциях и технологиях в образовании и творчески используйте предоставляемые вам ресурсы.

Образование и кадры

— Позволяйте воображению буйствовать и не бояться пробовать что-то новое; иногда эти новые идеи терпят неудачу, но это потрясающе, когда они приносят успех; без правильного отношения инновации были бы просто словом, а искусство образования упустило бы некоторые великие достижения» [3].

При этом специалисты в области управления медицинским образованием отмечают, что, помимо эволюции медицинской информации и исследований, само образование обуславливает необходимость обновления и внесения изменений в учебные программы [4]. Согласно отчету европейской некоммерческой исследовательской организации EDUCAUSE, нынешнее поколение студентов-медиков, помимо глубоких и развитых профессиональных компетенций, должно обладать различными наборами мягких навыков (например, цифровой грамотностью, комплексным мышлением, креативностью), чтобы быть успешным [5]. Таким образом, в медицинских школах в дополнение к формальным знаниям и клиническому опыту необходима интеграция инновационных стратегий для подготовки студентов к растущей сложности медицинской практики. Эти стратегии соответствуют возникающим потребностям в данной области и, включая междисциплинарный опыт обучения, позволят студентам развить межведомственный опыт, свидетельствующий о знакомстве будущего специалиста с лучшими примерами цифровых процессов и передовой практики [6].

Преподаватели медицинских высших учебных заведений должны поощрять исследовательскую деятельность студентов, подпитывать их любопытство и углублять их понимание современных научных концепций. Они и сами должны обладать необходимыми знаниями, навыками и установками, которые позволят им применять творческие подходы к поиску инновационных решений сложных проблем в медицинском образовании. Преподавателям-медикам следует рассмотреть новые средства массовой информации, подходящие для обучения студентов в современных медицинских учреждениях цифровой эры, и разрешить студентам практиковаться в реальных ситуациях (например, с использованием компьютерного моделирования, позволяющего студенту опробовать различные стратегии оказания медицинской помощи) [7]. Таким образом, в направлении подхода, ориентированного на учащихся, имеет смысл рассмотреть возможность привлечения студентов к выбору и разработке инструментов для стимулирования их интереса к решению сложных проблем здравоохранения.

Технологические инновации в области преподавания и самообразования в системе высшего образования, направленные на содействие практике развития навыков и оптимизации образовательного опыта, подразделяются на четыре основные группы:

1. Системы, основанные на компьютерной поддержке, для изучения фундаментальных медицинских наук.

2. Системы компьютерного моделирования для обучения и тестирования клинической компетентности.

3. Системное компьютерное консультирование.

4. Системы, основанные на компьютерах, для управления данными и обеспечения качества.

Будущие врачи, несомненно, выиграют от инновационного, технологически обогащенного, смешанного медицинского обучения; последнее, безусловно, подготовит их к клинической практике [8]. Анализ практического опыта применения цифровых технологий в медицинском профессиональном образовании показывает: несмотря на то что инновации имеют определенные преимущества, они также могут представлять собой проблему в обучении студентов-медиков, поскольку существуют ограничения в их использовании. Рассмотрим некоторые наиболее распространенные цифровые технологии обучения медицинских специалистов и факторы, расширяющие и ограничивающие возможности их использования.

Цифровые учебные пособия и мультимедиа

В исследованиях сообщается о широком спектре цифровых технологий в связи с их использованием для обучения смежных медицинских работников. К технологиям, которые наиболее часто связаны с практическим обучением, относятся следующие:

— видеолекции, позволяющие слушателям использовать повторение, самостоятельную практику и активное обучение [9, 10];

— мобильные устройства, позволяющие собирать данные, относящиеся к опыту / удовлетворению многочисленных потребностей высококомбинированных врачей и стажеров [11];

— системы аудиовызова [12].

Эти инструменты стимулируют более активное обучение в классе, облегчают участие учащихся в занятиях, поощряют групповое решение проблем, а также повышенную вовлеченность и удовольствие от лекции. Однако результаты с точки зрения долгосрочного сохранения знаний и результатов обучения являются слабыми или двусмысленными [13].

Имитационное моделирование

Симуляция недавно была внедрена в медицинских школах, а обучение на основе имитационного моделирования стало быстро развивающейся дисциплиной, которая может обеспечить безопасную и эффективную среду обучения для студентов, ведущие к улучшению понимания основных концепций медицинских наук (например, фармакологии, физиологии) и медицинских знаний, знакомству с процедурами, повышению производительности и клинических навыков во время повторного тестирования в моделируемых сценариях (диагностика, лечение, реанимация и др.) и сокращению числа врачебных ошибок, что приносит пользу пациенту и обеспечивает безопасность [14].

Имитационное моделирование началось с первого таза-манекена в натуральную величину для обу-

чения акушерок при родах в XIX в. и развивалось вплоть до конца 1990-х и начала 2000-х годов, когда были представлены универсальные тренажеры для человека-пациента и высокоточный симулятор «пациента», который говорит, дышит, моргает и двигается, как настоящий пациент. Имитационное моделирование приводит к сокращению времени обучения в сочетании с повышением скорости усвоения знаний, но также полезно в случаях исчерпания ресурсов. Некоторые примеры имитационного моделирования включают: SimMan как инструмент для обучения и обследования [15]; вентрилоскоп для оценки навыков клинического обследования у студентов-медиков (имитирует результаты аускультации) [16]; методы моделирования для обучения установке внутривенного катетера [17]; трехмерный инструмент для обучения нейроанатомии человека [18]; веб-обучающую программу в сочетании с имитацией ультразвукового исследования в реанимации [19].

Безопасность пациентов является основной причиной использования медицинского имитационного моделирования, чтобы избежать вреда, причиняемого неопытными слушателями, и из этических соображений (например, для обхода необходимости получения согласия пациента и достоверности). Высококачественный симулятор пациента обеспечивает лучший способ обучения в качестве смешанного подхода к обучению для определенных задач и предлагает идеальный инструмент для оценки клинических навыков студентов, а возможность переподготовки повышает доверие студентов.

Однако необходимо также признать ограничения моделирования. Среди прочего к ним относятся неполное подражание человеческой системе (которая очень сложна), дефектное обучение (физические признаки, отсутствуют процедуры безопасности, согласие пациента и др.), фактор затрат (первоначальная покупка и текущие расходы на техническое обслуживание), фактор времени, отсутствие инфраструктуры, технические трудности [20]. Хотя нет никаких доказательств, подтверждающих мнение о том, что обучение на основе симуляции помогает готовить врачей лучше, чем традиционные методы обучения, ординаторы, прошедшие обучение на симуляторах, с большей вероятностью придерживались усовершенствованного протокола сердечного жизнеобеспечения [3]. В исследовании [21] указано на то, что по сравнению с теми, кто прошел стандартную подготовку для пациентов с остановкой сердца, ординаторы, прошедшие обучение на тренажерах лапароскопической хирургии, показали улучшение процедурных показателей в операционной. Тем не менее в этом вопросе, по мнению специалистов, необходимы дополнительные исследования, способные помочь в выяснении полезности и ценности симуляции в медицинском образовании и в оценке влияния имитационного обучения на исход лечения пациентов, а не просто в оценке краткосрочных целей, таких как приобретение знаний, навыков и удовлетворенность студентов [22].

Виртуальная среда обучения и дополненная реальность

Виртуальная реальность (VR) — это современная технология, которая создает среду моделирования. Это улучшает пользовательский опыт, убеждая человеческий мозг в том, что он находится в другой среде [23]. VR полезна в дистанционном обучении, специальном образовании, позволяя студентам совершенствовать навыки обращения с пациентами в разных условиях. Эта технология используется университетами как способ распространения информации о кампусе среди потенциальных студентов до того, как они поступят. Примеры включают учебную систему на основе виртуальной реальности для обучения спинальной анестезии [24], компьютерные программы для углубления знаний, связанных с анатомией (так называемый цифровой труп) [25], и др.

Дополненная реальность (AR) — это технология, которая накладывает сгенерированное компьютером изображение на представление пользователя о реальном мире, обеспечивая таким образом составное представление. В эпоху сотрудничества и узкой специализации в будущем AR может внести столь необходимый вклад в развитие образования. AR используется для оценки динамической анатомии в режиме реального времени с помощью цифрового ультразвука, она позволяет визуализировать структуру и кровотоки, что может повысить эффективность инвазивных процедур, может дополнять обучение анатомии путем наложения рентгенологических изображений (КТ или МРТ) на тело и создания прямого представления о пространственной анатомии для обучающегося. Кроме того, при дополнительном использовании тактильных технологий это обеспечивает пользователю тактильную обратную связь, которая помогает оценить согласованность различных компонентов тканей [26].

В целом это представляет собой захватывающую область для развития VR и AR в анатомическом образовании. Традиционный метод обычно включает в себя использование анатомического атласа, время, проведенное в анатомическом кабинете, и фиксированной проекции, в то время как AR и VR обеспечивают лучшее представление о структурах в виртуальном или реальном пространстве (например, Microsoft Kinect создает интерактивное цифровое зеркало, которое визуализирует структуры/мускулатуру, наложенные на собственную руку пользователя). Системы Dassault и анатомический стол являются типичными примерами, которые позволяют ученым-клиницистам погрузиться в процесс изучения анатомии пациента, однако анатомическое препарирование и проекция остаются лучшими и наиболее реалистичными 3D-методами, в то время как все остальные системы являются дополнительными методами при изучении анатомии.

Хотя AR и VR кажутся мощными инструментами и литература раскрывает их разностороннее применение в медицине, они также порождают новые

Образование и кадры

проблемы. Потребность во все более мощных микрокомпьютерах для управления AR, устройства, которые должны быть естественным продолжением органов чувств хирурга (легкие, мобильные, удобные и функциональные для потенциально длительные периоды времени), этические соображения и юридические подводные камни или проблемы (например, электронные карты пациентов, конфиденциальность и управление данными) — вот некоторые из факторов, которые могут стать серьезным препятствием на пути интеграции этой новой технологии в образование [27].

Облачные технологии

Облачные технологии, вероятно, являются будущим технологий в образовании, поскольку они размещают приложения и сервисы в интернете вместо компьютера пользователя, позволяя хранить информацию, обмениваться ею и получать к ней доступ на любом устройстве, подключенном к интернету. В сфере образования облако используется для хранения цифровых учебников, планов уроков, видеозаписей и заданий и обмена ими, предоставляя учащимся возможность легко общаться со своими преподавателями и другими участниками образовательного процесса через чат в режиме реального времени; оно позволяет создавать «открытые классы» (где учащиеся могут посмотреть лекцию перед занятием, а затем провести время в классе, посвященное обсуждению), групповой работе и аналитической деятельности. Основным ограничением для полного внедрения облака — помимо неадекватного доступа к интернету — является безопасность, однако почти в каждой облачной сети установлена система безопасности для защиты своей информации [28].

Геймификация

За последние 20 лет были разработаны так называемые игровые обучающие платформы как для доклинического, так и для клинического медицинского образования. Использование игр в аудитории направлено на объединение игровой части обучения с содержанием и концепциями, которые учащиеся должны усвоить; геймификация повышает вовлеченность студентов, создает энтузиазм по отношению к теме занятия, обеспечивает немедленную обратную связь, и в целом учащиеся лучше учатся, когда им весело [29]. Однако не каждая игра эффективна при обучении заданной концепции, не каждая концепция увлекательна, и требуется время и тренировки, чтобы научиться эффективно использовать игры для обучения.

Искусственный интеллект

Искусственный интеллект (ИИ) — это создание машин, которые могут мыслить как люди. Он проникает в сферу образования посредством автоматизации оценок и обратной связи, а также предоставления персонализированных возможностей обучения. Это может сэкономить время преподавателей

за счет выставления оценок и предоставления обратной связи от их имени, а также за счет более глубокого понимания моделей обучения учащихся. С другой стороны, преподаватели могут многое узнать о моделях обучения учащихся, самостоятельно выставляя оценки, в то время как личный элемент взаимодействия, когда преподаватель дает персонализированную обратную связь (вместо того чтобы позволять машине генерировать ее), не следует недооценивать. Несмотря на то что алгоритмы ИИ более экономичны по сравнению с традиционными методами, среди медицинских экспертов и менеджеров растет осведомленность об особых недостатках использования этих технологий. В конце концов, личное участие и взаимодействие между врачом и пациентом имеют большое значение для укрепления доверия и успешного лечения [30]. Хотя впечатляющие результаты ИИ нельзя игнорировать, помимо растущих опасений по поводу этических и медико-правовых последствий, необходимо учитывать вопросы клинической безопасности.

Заключение

Ключевым компонентом современных инноваций в медицинском образовании, несомненно, являются технологии, но преподаватель по-прежнему должен играть ключевую роль в принятии решения о том, как правильно их использовать, чтобы развивать у студентов-медиков критическое мышление и навыки решения проблем, а не подменять его/себя в качестве транслятора знаний, умений и навыков. Технологии уже играют огромную роль в оказании повседневной медицинской помощи, но следует иметь в виду, что их эффективное использование не должно ни подрывать отношения между врачом и пациентом, ни ставить под угрозу право пациента на жизненно необходимую и экономически эффективную помощь. В этом отношении, хотя электронное обучение предоставляет огромные возможности для высококачественной и универсально стандартизированной медицинской подготовки, оно никогда не сможет заменить все аспекты реального обучения, основанного на опыте работы с пациентом.

Однако некоторые аспекты медицинского обучения, расширенного с помощью технологий, остаются недостаточно изученными и требуют систематического пересмотра, чтобы гарантировать, что понимание ценности эффективного лечения пациента — общение с врачами — не нарушается, студенты-медики не лишены преимуществ личного обучения и оценка инновационных подходов к медицинскому образованию проводится более строго, с более широкими критериями включения и большим количеством конечных результатов обучения. В этом отношении сейчас более, чем когда-либо, высокопрофессиональным медицинским школам следует поощрять междисциплинарные совместные исследования, направленные на непрерывную разработку и тщательную оценку инновационных вмешательств в их учебных программах.

Исследование не имело спонсорской поддержки.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Tudor Car L., Soong A., Kyaw B. M., Chua K. L., Low-Beer N., Ma-jeed A. Health professions digital education on clinical practice guidelines: a systematic review by Digital Health Education collaboration. *BMC Med.* 2019 Jul 18;17(1):139. doi: 10.1186/s12916-019-1370-1
- Innovative Medical Education in the Digital Era. Available at: <https://www.unica-network.eu/wp-content/uploads/2022/01/eBook-Innovative-Medical-Education.pdf> (accessed 12.02.2023).
- Innovative Lecturer — Innovative Student: Ideology of new Education at Concordia University. Available at: <https://resilienteducator.com/classroom-resources/educational-innovations-roundup/> (accessed 14.01.2023).
- Han E. R., Yeo S., Kim M. J., Lee Y. H., Park K. H., Roh H. Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: an integrative review. *BMC Med. Educ.* 2019 Dec 11;19(1):460. doi: 10.1186/s12909-019-1891-5
- NMC Horizon Report (2017). Higher education edition. Available at: <http://www.nmc.org> (accessed 14.01.2023).
- Bullard M. J., Fox S. M., Wares C. M., Heffner A. C., Stephens C., Rossi L. Simulation-based interdisciplinary education improves intern attitudes and outlook toward colleagues in other disciplines. *BMC Med. Educ.* 2019 Jul 24;19(1):276. doi: 10.1186/s12909-019-1700-1
- Lateef F. Simulation-based learning: just like the real thing. *J. Emerg. Trauma Shock.* 2010 Oct;3(4):348—52. doi: 10.4103/0974-2700.70743
- Vallée A., Blacher J., Cariou A., Sorbets E. Blended learning compared to traditional learning in medical education: systematic review and meta-analysis. *J. Med. Internet Res.* 2020;22(8):e16504.
- Dominguez M., Di Capua D., Leydon G., Loomis C., Longbrake E. E., Schaefer S. M., Becker K. P., Detyniecki K., Gottschalk C., Salardini A., Encandela J. A., Moeller J. J. A neurology clerkship curriculum using video-based lectures and just-in-time teaching (JiTT). *MedEdPORTAL.* 2018 Mar 16;14:10691. doi: 10.15766/mep_2374-8265.10691
- Liu Y., Zhang Y., Zhang L., Bai H., Wang G., Guo L. The impact of SimMan on resident training in emergency skills. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(2):e13930.
- Latif M. Z., Hussain I., Saeed R., Qureshi M. A., Maqsood U. Use of smart phones and social media in medical education: trends, advantages, challenges and barriers. *Acta Informat. Med.* 2019;27(2):133—8.
- Hussain F. N., Wilby K. J. A systematic review of audience response systems in pharmacy education. *Curr. Pharm. Teach. Learn.* 2019;11(11):1196—204. doi: 10.1016/j.cptl.2019.07.004
- Atlantis E., Cheema B. S. Effect of audience response system technology on learning outcomes in health students and professionals: an updated systematic review. *Int. J. Evid. Based Healthc.* 2015;13(1):3—8.
- McCoy C. E., Sayegh J., Alrabah R., Yarris L. M. Telesimulation: an innovative tool for health professions education. *AEM Educ. Train.* 2017;1(2):132—6.
- Swamy M., Sawdon M., Chaytor A., Cox D., Barbaro-Brown J., McLachlan J. A study to investigate the effectiveness of SimMan® as an adjunct in teaching preclinical skills to medical students. *BMC Med. Educ.* 2014 Nov 19;14:231.
- Verma A., Bhatt H., Booton P., Kneebone R. The Ventriloscope® as an innovative tool for assessing clinical examination skills: appraisal of a novel method of simulating auscultatory findings. *Med. Teacher.* 2011;33(7):e388—96.
- McWilliams L. A., Malecha A. Comparing intravenous insertion instructional methods with haptic simulators. *Nurs. Res. Pract.* 2017;2017:4685157. doi: 10.1155/2017/4685157
- Estevez M. E., Lindgren K. A., Bergethon P. R. A novel three-dimensional tool for teaching human neuroanatomy. *Anat. Sci. Educ.* 2010;3(6):309—17.
- Sekiguchi H., Bhagra A., Gajic O., Kashani K. B. A general Critical Care Ultrasonography workshop: results of a novel Web-based learning program combined with simulation-based hands-on training. *J. Crit. Care.* 2013;28(2):217.e7—12.
- Qayumi K., Pachev G., Zheng B., Ziv A., Koval V., Badiei S., Cheng A. Status of simulation in health care education: an international survey. *Adv. Med. Educ. Pract.* 2014 Nov 28;5:457—67.
- Okuda Y., Bryson E. O., DeMaria S. Jr., Jacobson L., Quinones J., Shen B., Levine A. I. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mount Sinai J. Med.* 2009;76(4):330—43.
- Sørensen J. L., Østergaard D., LeBlanc V., Ottesen B., Konge L., Dieckmann P., Van der Vleuten C. Design of simulation-based medical education and advantages and disadvantages of in situ simulation versus off-site simulation. *BMC Med. Educ.* 2017;17(1):20.
- Riva G., Wiederhold B. K., Mantovani F. Neuroscience of virtual reality: from virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychol. Behav. Soc Netw.* 2019;22(1):82—96.
- Lövquist E., Shorten G., Aboulafia A. Virtual reality-based medical training and assessment: the multidisciplinary relationship between clinicians, educators and developers. *Med. Teach.* 2012;34(1):59—64.
- Darras K. E., Spouge R., Hatala R., Nicolaou S., Hu J., Worthington A., Krebs C., Forster B. B. Integrated virtual and cadaveric dissection laboratories enhance first year medical students' anatomy experience: a pilot study. *BMC Med. Educ.* 2019 Oct 7;19(1):366.
- Kim Y., Kim H., Kim Y. O. Virtual reality and augmented reality in plastic surgery: a review. *Arch Plast Surg.* 2017 May;44(3):179—87. doi: 10.5999/aps.2017.44.3.179
- Khor W. S., Baker B., Amin K., Chan A., Patel K., Wong J. Augmented and virtual reality in surgery — the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann. Translat. Med.* 2016;4(23):454.
- Liu W.-L., Zhang K., Locatis C., Ackerman M. Cloud and traditional videoconferencing technology for telemedicine and distance learning. *Telemed. J. e-Health.* 2015;21(5):422—6.
- Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. 47th Hawaii International Conference on System Sciences. Finland: IEEE; 2014. P. 3025—34.
- Davenport T., Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc. J.* 2019;6(2):94—8.

Поступила 15.12.2022
Принята в печать 28.02.2023

REFERENCES

- Tudor Car L., Soong A., Kyaw B. M., Chua K. L., Low-Beer N., Ma-jeed A. Health professions digital education on clinical practice guidelines: a systematic review by Digital Health Education collaboration. *BMC Med.* 2019 Jul 18;17(1):139. doi: 10.1186/s12916-019-1370-1
- Innovative Medical Education in the Digital Era. Available at: <https://www.unica-network.eu/wp-content/uploads/2022/01/eBook-Innovative-Medical-Education.pdf> (accessed 12.02.2023).
- Innovative Lecturer — Innovative Student: Ideology of new Education at Concordia University. Available at: <https://resilienteducator.com/classroom-resources/educational-innovations-roundup/> (accessed 14.01.2023).
- Han E. R., Yeo S., Kim M. J., Lee Y. H., Park K. H., Roh H. Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: an integrative review. *BMC Med. Educ.* 2019 Dec 11;19(1):460. doi: 10.1186/s12909-019-1891-5
- NMC Horizon Report (2017). Higher education edition. Available at: <http://www.nmc.org> (accessed 14.01.2023).
- Bullard M. J., Fox S. M., Wares C. M., Heffner A. C., Stephens C., Rossi L. Simulation-based interdisciplinary education improves intern attitudes and outlook toward colleagues in other disciplines. *BMC Med. Educ.* 2019 Jul 24;19(1):276. doi: 10.1186/s12909-019-1700-1
- Lateef F. Simulation-based learning: just like the real thing. *J. Emerg. Trauma Shock.* 2010 Oct;3(4):348—52. doi: 10.4103/0974-2700.70743
- Vallée A., Blacher J., Cariou A., Sorbets E. Blended learning compared to traditional learning in medical education: systematic review and meta-analysis. *J. Med. Internet Res.* 2020;22(8):e16504.
- Dominguez M., Di Capua D., Leydon G., Loomis C., Longbrake E. E., Schaefer S. M., Becker K. P., Detyniecki K., Gottschalk C., Salardini A., Encandela J. A., Moeller J. J. A neurology clerkship curriculum using video-based lectures and just-in-time teaching (JiTT). *MedEdPORTAL.* 2018 Mar 16;14:10691. doi: 10.15766/mep_2374-8265.10691
- Liu Y., Zhang Y., Zhang L., Bai H., Wang G., Guo L. The impact of SimMan on resident training in emergency skills. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(2):e13930.
- Latif M. Z., Hussain I., Saeed R., Qureshi M. A., Maqsood U. Use of smart phones and social media in medical education: trends, ad-

Образование и кадры

- vantages, challenges and barriers. *Acta Informat. Med.* 2019;27(2):133–8.
12. Hussain F. N., Wilby K. J. A systematic review of audience response systems in pharmacy education. *Curr. Pharm. Teach. Learn.* 2019;11(11):1196–204. doi: 10.1016/j.cptl.2019.07.004
 13. Atlantis E., Cheema B. S. Effect of audience response system technology on learning outcomes in health students and professionals: an updated systematic review. *Int. J. Evid. Based Healthc.* 2015;13(1):3–8.
 14. McCoy C. E., Sayegh J., Alrabah R., Yarris L. M. Telesimulation: an innovative tool for health professions education. *AEM Educ. Train.* 2017;1(2):132–6.
 15. Swamy M., Sawdon M., Chaytor A., Cox D., Barbaro-Brown J., McLachlan J. A study to investigate the effectiveness of SimMan® as an adjunct in teaching preclinical skills to medical students. *BMC Med. Educ.* 2014 Nov 19;14:231.
 16. Verma A., Bhatt H., Booton P., Kneebone R. The Ventriloscope® as an innovative tool for assessing clinical examination skills: appraisal of a novel method of simulating auscultatory findings. *Med. Teacher.* 2011;33(7):e388–96.
 17. McWilliams L. A., Malecha A. Comparing intravenous insertion instructional methods with haptic simulators. *Nurs. Res. Pract.* 2017;2017:4685157. doi: 10.1155/2017/4685157
 18. Estevez M. E., Lindgren K. A., Bergethon P. R. A novel three-dimensional tool for teaching human neuroanatomy. *Anat. Sci. Educ.* 2010;3(6):309–17.
 19. Sekiguchi H., Bhagra A., Gajic O., Kashani K. B. A general Critical Care Ultrasonography workshop: results of a novel Web-based learning program combined with simulation-based hands-on training. *J. Crit. Care.* 2013;28(2):217.e7–12.
 20. Qayumi K., Pachev G., Zheng B., Ziv A., Koval V., Badiei S., Cheng A. Status of simulation in health care education: an international survey. *Adv. Med. Educ. Pract.* 2014 Nov 28;5:457–67.
 21. Okuda Y., Bryson E. O., DeMaria S. Jr., Jacobson L., Quinones J., Shen B., Levine A. I. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mount Sinai J. Med.* 2009;76(4):330–43.
 22. Sørensen J. L., Østergaard D., LeBlanc V., Ottesen B., Konge L., Dieckmann P., Van der Vleuten C. Design of simulation-based medical education and advantages and disadvantages of in situ simulation versus off-site simulation. *BMC Med. Educ.* 2017;17(1):20.
 23. Riva G., Wiederhold B. K., Mantovani F. Neuroscience of virtual reality: from virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychol. Behav. Soc Netw.* 2019;22(1):82–96.
 24. Löwquist E., Shorten G., Aboulafia A. Virtual reality-based medical training and assessment: the multidisciplinary relationship between clinicians, educators and developers. *Med. Teach.* 2012;34(1):59–64.
 25. Darras K. E., Spouge R., Hatala R., Nicolaou S., Hu J., Worthington A., Krebs C., Forster B. B. Integrated virtual and cadaveric dissection laboratories enhance first year medical students' anatomy experience: a pilot study. *BMC Med. Educ.* 2019 Oct 7;19(1):366.
 26. Kim Y., Kim H., Kim Y. O. Virtual reality and augmented reality in plastic surgery: a review. *Arch Plast Surg.* 2017 May;44(3):179–87. doi: 10.5999/aps.2017.44.3.179
 27. Khor W. S., Baker B., Amin K., Chan A., Patel K., Wong J. Augmented and virtual reality in surgery — the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann. Translat. Med.* 2016;4(23):454.
 28. Liu W.-L., Zhang K., Locatis C., Ackerman M. Cloud and traditional videoconferencing technology for telemedicine and distance learning. *Telemed. J. e-Health.* 2015;21(5):422–6.
 29. Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. 47th Hawaii International Conference on System Sciences. Finland: IEEE; 2014. P. 3025–34.
 30. Davenport T., Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc. J.* 2019;6(2):94–8.