

Иммерсивные технологии в образовательной практике российской высшей школы

Научная статья

DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-5-112-135

Ананин Денис Павлович – канд. пед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования образовательной политики и инновационного развития, ORCID: 0000-0001-6374-8372, SPIN-код: 2244-1302, ananindp@mgpu.ru

Сувилова Анастасия Юрьевна – канд. пед. наук, старший научный сотрудник лаборатории исследования образовательной политики и инновационного развития; ORCID: 0009-0007-5737-5937, suvirovaau@mgpu.ru

Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Адрес: 129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4

***Аннотация.** Иммерсивные технологии (ИмТ) находят всё большее распространение в научно-технологическом секторе и научной повестке о высшем образовании. Статья систематизирует образовательные практики российских вузов по применению ИмТ в обучении. В фокусе исследования – организационные и дидактические условия применения ИмТ в российской высшей школе. В рамках исследования были проинтервьюированы представители российских университетов (N=16). Результаты исследования демонстрируют место иммерсивных образовательных продуктов в структуре образовательного процесса и обозначают перспективы их дальнейшего применения. Кейсы российских вузов свидетельствуют о том, что ИмТ постепенно находят свою нишу в высшем и дополнительном профессиональном образовании в качестве средства обучения. Обеспечивая погружение обучающихся в ситуацию реальных условий применения профессиональных навыков, иммерсивные образовательные продукты направлены на отработку алгоритмов действий в стандартных и нестандартных ситуациях своей (будущей) профессиональной деятельности в рамках индивидуальной самостоятельной работы. Не меняя дидактическую структуру учебного курса, ИмТ занимают место между теоретическим блоком и учебной практикой. Авторы исследования приходят к выводу, что иммерсивные образовательные продукты имеют большой потенциал в части повышения качества визуализации учебного материала, интеграции мультимодального режима для организации групповой работы, совершенствования шкалы оценивания и учёта индикаторов учебной аналитики. На фоне ряда положительных эффектов (мотивирующего, психологического, топологического, развивающего) будущее иммерсивных технологий в высшем образовании зависит от правового регулирования их применения в образовании, их доступности для вузов и мотивации преподавателей.*

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, университеты, виртуальный тренажёр, симуляционное обучение, интервью

Для цитирования: Ананин Д.П., Суви́рова А.Ю. Иммерсивные технологии в образовательной практике российской высшей школы // Высшее образование в России. 2023. Т. 33. № 5. С. 112–135. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-5-112-135

Immersive Technologies in the Educational Practice of Russian Universities

Original article

DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-5-112-135

Denis P. Ananin – Cand. Sci. (Pedagogy), senior research fellow of the Laboratory for Educational Policy Research and Innovative Development, ORCID: 0000-0001-6374-8372, SPIN-code: 2244-1302, ananindp@mgpu.ru

Anastasia Yu. Suvirova – Cand. Sci. (Pedagogy), senior research fellow of the Laboratory for Educational Policy Research and Innovative Development, ORCID: 0009-0007-5737-5937, suvirovaau@mgpu.ru

Moscow City University, Moscow, Russian Federation

Address: 4 Vtoroy Selskohoziastvenny proezd, Moscow, 129226, Russian Federation

Abstract. Immersive technologies (ImT) are becoming more and more widespread in the R&D sector and more often in the academic agenda of higher education. The paper provides a systematic overview of the educational practices of Russian universities in the use of ImT in teaching. The study focuses on the institutional and didactic aspects of the ImT in Russian higher education. We interviewed representatives of Russian universities (N=16). The study presents the role of immersive educational technologies in the structure of an academic course and outlines the prospects for their further application. The cases of Russian universities evidence that immersive educational technologies are slowly finding their niche in higher and postgraduate education as a learning tool. Providing immersion of students in the real conditions of professional skills application, immersive educational products are designed to practice the algorithms of operations in standard and non-standard situations of their (future) occupations individually. Without changing the didactic structure of the academic course, immersive educational products occupy a place between the theoretical part and training practice. The authors conclude that immersive educational products have a great potential for development in terms of the visualization quality of educational material, integration of multimodal mode for group work, improvement of assessment scales and consideration of learning analytics. Given a range of positive effects (motivational, psychological, topological, developmental), the future of ImT in higher education depends on the legal regulation of their use in education, their availability to higher education institutions and the motivation of university teachers.

Keywords: immersive technologies, virtual reality, augmented reality, universities, virtual simulator, simulation training, interview

Cite as: Ananin, D.P., Suvirova, A.Yu. (2024). Immersive Technologies in the Educational Practice of Russian Universities. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 33, no. 5, pp. 112-135, doi: 10.31992/0869-3617-2024-33-5-112-135 (In Russ., abstract in Eng.).

Введение

Высокая степень интеграции новых информационных технологий в образовании даёт основания для эволюции форматов обучения – от электронного и онлайн-обучения до гибридного (смешанного) – и появления новых. Если перечисленные форматы дополняют или дублируют классическое контактное обучение, то иммерсивное обучение базируется на полном погружении обучающихся в искусственно созданную (виртуальную) среду [1]. Иммерсивность как способ восприятия обеспечивается эффектом трёхмерного окружения с помощью технологий виртуальной (VR), дополненной (AR), смешанной (MR) и расширенной реальности (XR) – иммерсивных технологий (ИмТ). Формирование образовательного опыта и представления о среде и способах осуществления практических действий обучающимися осуществляется за счёт прохождения им сценариев в виртуальных или дополненных мирах в режиме реального времени [2]. Под применением ИмТ в образовании понимается использование образовательных продуктов, созданных на базе VR, AR, XR или MR в учебных целях.

Использование иммерсивных технологий (ИмТ) для решения разных учебных задач расширяет предметное поле исследований в области образования изучением новых аспектов – применимости и эффективности ИмТ по отношению к традиционным практикам [3], разным возрастным группам [4] и направлениям подготовки [5]; их общего влияния на образовательный процесс [6] и перспектив использования [7; 8]. При этом проблематика повестки усложняется тематическим дисбалансом в пользу исследования технологии виртуальной [9–11] относительно дополненной, смешанной или расширенной реальности [12], которые различаются степенью иммерсивности [13] и имеют разный потенциал для интеграции в образовании.

Повышение доступности технологий через их удешевление, а также совершен-

ствование технических характеристик ИмТ-продуктов, прежде всего качества изображения, создаёт предпосылки для более интенсивной интеграции ИмТ в образовательных целях. Анализ и систематизация мировых образовательных практик в высшем, корпоративном и EdTech-образовании показывает, что ИмТ применяются для целого ряда задач:

- визуализации малодоступных объектов;
- симуляции практических действий;
- отработки коммуникативных навыков;
- визуализации удалённых объектов (для проведения экскурсий);
- взаимодействия команд исследователей, разработчиков и учебных групп;
- экспериментирования с моделями опасных, сложных объектов и процессов [14].

Широкий спектр применимости ИмТ-инструментов в образовании одновременно ставит вопрос о трансформации образовательных практик и переосмыслении образовательного процесса.

Российские исследователи демонстрируют интерес к механизмам применения ИмТ через анализ зарубежных и отдельных российских кейсов [15], в том числе позиционируя ИмТ как новый канал взаимодействия с обучающимися, характеризующийся положительными эффектами (повышение вовлечённости обучающихся, возможность объяснения абстрактных концепций, персонализация обучения, улучшение образовательной аналитики и др.) [16]. При этом фокус актуальных исследований смещается в плоскость педагогики, основанной на применении иммерсивных технологий обучения [1; 17; 18].

Серьёзный импульс практике распространения ИмТ в российском высшем образовании дала государственная поддержка в рамках Комплексной программы по модернизации и стратегическому развитию педагогических вузов «Учитель будущего поколения России», реализованной в 2021–2022 гг. [19],

а также федеральных целевых программ в области медицины. Кроме того, вузы по собственной инициативе экспериментируют с форматами обучения, – например, кейс Московской школы управления «Сколково» по созданию голографического образа зарубежного лектора на занятии. Вместе с тем непонимание масштаба инициатив по интеграции ИМТ в российский высшем образовании не позволяет определить, насколько сегодня российская высшая школа соответствует общемировому тренду развития иммерсивного образования и как ИМТ меняют российские образовательные практики. Предметом интереса являются как организационные условия применения ИМТ, так и те дидактические задачи, которые ИМТ эффективно решают в обучении.

Обзор исследований

Получение зарубежными университетами опыта применения образовательных инструментов на базе ИМТ сместило фокус научных исследований от изучения концептуализации виртуальной образовательной среды и генезиса понятий ИМТ [20] к анализу эмпирических данных. Научные работы, основанные на проведении опросов и экспериментов, направлены на выявление эффективности применения ИМТ как средств обучения, в частности относительно достижения образовательных результатов, повышения вовлечённости и мотивации обучающихся [21; 22].

За последние несколько лет изучение кейсов применения ИМТ в вузах привело к появлению метаисследований, определяющих эффективность и условия обучения на базе ИМТ по опубликованным результатам эмпирических работ [22–27]. Сегодня, на фоне появления большого количества метаисследований ИМТ в высшем образовании, появляются обзоры метаобзоров от научных коллективов [28], что является индикатором сохранения данной тематики в исследовательской повестке. Учёные показывают пригодность иммерсивной виртуаль-

ной технологии для обучения, в частности в целях повышения вовлечённости обучающегося, стимулирования его осознанности [29] и агентности [13], а также формирования практических навыков, таких как конструктивное творчество и управление своими действиями [30]. При этом ИМТ не лишены отрицательных эффектов – зрительная утомляемость и психологическая перегрузка [31]. Основной тезис научных работ сводится к тому, что ИМТ являются перспективными для вузовского обучения.

Среди результатов исследований встречаются более сдержанные мнения относительно влияния ИМТ на обучение и обучающихся. Так, Д. Хэмилтон, Дж. МакКечни, Э. Эджертон и К. Уилсон в своём метаисследовании отмечают, что половина исследований об ИМТ в высшем образовании фиксирует положительный эффект в формировании когнитивных навыков и получении знаний, однако другая часть работ свидетельствует о незначительном эффекте в формировании навыков [32]. Кроме того, выражается скептическое мнение об экстраполяции эффектов описываемых кейсов применения ИМТ на всё высшее образование, так как эмпирические исследования выполнялись на небольших выборках, критерии отбора и методы оценки которых не обоснованы и зачастую случайны [24]. В итоге валидность полученных результатов попадает под сомнение.

Тем не менее исследователи пытаются придать изучению ИМТ дидактический аспект: выработать рекомендации по практическому применению технологий дополненной, виртуальной и смешанной реальности в преподавании [33]. В этом контексте рассматриваются разные подходы к выстраиванию педагогического дизайна с использованием ИМТ, которые различаются уровнем интерактивности и открытости учебных задач: от пассивного наблюдения до ответов на индивидуальные запросы [34]. На этом фоне учёные выражают мнение о применимости ИМТ относительно препода-

вания разных предметных направлений: технических наук [35; 36], языка, медицины, гостиничного дела и естественнонаучных дисциплин [31]. Рассмотрение отдельных кейсов выходит за рамки отдельных университетов, учёные представляют целые национальные контексты по применению ИМТ в вузах (например, Колумбия [37], Марокко [38] и др.).

Многообразие данных не даёт однозначного представления об особенностях применения ИМТ и эффектах от этого применения. Обзор актуальных российских кейсов позволит дополнить эмпирические знания о дидактике применения иммерсивных образовательных инструментов в высшем образовании и сопоставить уровень их интеграции с международным контекстом. Целью настоящего исследования является анализ образовательных практик с применением ИМТ в российских университетах. Работа направлена на решение четырёх исследовательских вопросов:

1. Насколько распространена практика применения ИМТ в российских университетах?
2. Какие организационные условия создают вузы для применения иммерсивных технологий в учебных целях?
3. В чём заключаются дидактические особенности выстраивания образовательного процесса, базирующегося на применении иммерсивных технологий?
4. Каковы перспективы и потенциал использования ИМТ в российском высшем образовании?

Методы исследования

Для решения поставленных задач в период с ноября 2022 г. по январь 2023 г. было проведено 16 полуструктурированных интервью с работниками российских вузов. Основанием выборки информантов является наличие у них опыта работы с иммерсивными образовательными продуктами. Ограничивающим фактором для отбора интервьюируемых является вузы с выраженным ИТ-профилем. Гайд интервью структурирован по трём базовым блокам вопросов:

- анализ организационных условий для применения ИМТ в обучении;
- анализ практик использования иммерсивных образовательных продуктов в российских университетах;
- оценка перспектив использования ИМТ в высшем образовании.

С учётом уточняющих вопросов в структуру гайда вошли 34 вопроса, количество которых варьировалось для каждой категории информантов – высший менеджмент (проректор, директор технопарка), мидл-менеджмент (заведующий кафедрой, руководитель центра, руководитель образовательной программы, руководитель направления) и профессорско-преподавательский состав. Эмпирическая база исследования включает в себя кейсы 11 российских (преимущественно гуманитарных и медицинских) университетов (Табл. 1). Поиск информантов осуществлялся по личным контактам руководителей исследования, рекомендациям других информантов, а также в результате целенаправленного поиска и соответствующих запросов в вузы. Участие в интервью осуществлялось на добровольной и безвозмездной основе. Интервью проводилось дистанционно посредством видеоконференцсвязи на условиях конфиденциальности. Длительность интервью варьировалась в зависимости от опыта информанта и составляла от 30 до 60 минут. По видеозаписям интервью была произведена транскрипция полученных ответов, которые впоследствии были анонимизированы. Для обработки эмпирических данных использовался количественный и качественный анализ, включая обобщение ответов интервьюируемых и цитирование высказываний респондентов, отражающих реакцию и мнения информантов на ключевые вопросы гайда.

В качестве ограничений исследования стоит рассматривать индивидуальный опыт интервьюируемых, который может не полностью раскрыть практику вузов по применению ИМТ, с которыми они аффилированы. За рамками исследования осталась

Таблица 1

Характеристика интервьюируемых вузов с опытом применения иммерсивных технологий (ППС – профессорско-преподавательский состав, АО – дополнительное образование; АПО – дополнительное профессиональное образование, ИМГ – иммерсивные технологии)

Table 1

Interviewees who use (d) immersive technologies (TS – teaching staff, EE – extracurricular education; FPE – further professional education, ImT – immersive technologies)

Вуз интервьюируемого	Кол-во интервьюируемых	Позиция интервьюируемых	Связь с цифровой/инновациями	Тип используемой ИМГ	Предметная область интервьюируемых	Уровень образования целевой группы	(Срок* и) периодичность работы с ИМГ
Московский городской педагогический университет (МГПУ)	4	ППС	+	AR; VR	Образование, педагогика	Магистратура	Иногда; регулярно
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (НовГУ)	1	ППС	+	AR; VR	ИТ	АО; АПО; дополнительное образование	2 года; регулярно
Российская академия народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС)	1	ППС	+	AR; VR	ИТ	Магистратура	3 года; иногда
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого (ТГПУ им. Л.Н. Толстого)	2	Высшее руководство; средний менеджмент	+	AR; VR	ИТ	АО; АПО; дополнительное образование; микромодули	1 год; регулярно
Шадринский государственный педагогический университет (ШГПУ)	1	ППС	+	VR	ИТ	АО; АПО; дополнительное образование	1 год; регулярно
Вятский государственный агротехнологический университет (ВГАТУ)	1	ППС	+	AR; VR; MR	Астрономия	Бакалавриат (специалитет)	Регулярно; иногда
Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)	1	Средний менеджмент	+	VR	Физика; химия; иностранный язык	Среднее образование; бакалавриат (специалитет)	3 года; регулярно
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (РНИМУ им. Н.И. Пирогова)	2	ППС; средний менеджмент	+	VR	Медицина	Специалитет; ординатура; АПО	1 год; регулярно
Тихоокеанский государственный медицинский университет (ТГМУ)	1	Высшее руководство	+	VR	Медицина	Специалитет	2 года; регулярно
Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова (УлГПУ им. И.Н. Ульянова)	1	ППС	+	VR	Образование, педагогика	Бакалавриат (специалитет)	1 год; регулярно
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет)	1	Средний менеджмент	+	VR	Финансы	Бакалавриат; магистратура	1 год; регулярно

* по состоянию на январь 2023 г.

информация об участии представленных вузов в специальных программах и проектах, целью которых является целевое развитие инфраструктуры для применения ИМТ, что формирует разный потенциал для развития иммерсивных практик. Кроме того, выборка университетов не позволяет провести дифференциацию особенностей от применения иммерсивных образовательных продуктов по предметным направлениям подготовки, а также отраслевой специфики и статусов вузов. Таким образом, полученные результаты могут быть только отчасти экстраполированы на всю систему российского высшего образования.

Результаты исследования

Условия применения и место иммерсивных технологий в структуре вузовского обучения

Анализ интервью показал, что применение ИМТ в вузовском образовании является относительно новой, но устойчивой практикой: 14 из 16 информантов отметили их регулярное использование в своей педагогической деятельности. Начало использования ИМТ в разных вузах пришлось на 2019–2022 гг., сегодня в большинстве случаев речь идёт всё ещё об апробации. При этом для интервьюируемых пандемия не была первопричиной обращения к ИМТ, так как этому предшествовал значительный подготовительный этап целенаправленной работы: *«Мы думали, как уйти от формата «материал-и-один-вопрос-к-нему». Стали искать решение. Непрерывное образование должно быть интересным – как сделать интерактивные интересные задачи. Затем <...> попробовали 3D-тренажёры и потом пришли к VR-тренажёрам»* (Информант № 10).

Практика регулярного применения ИМТ в российской высшей школе вышла за границы области, в которой они зародились, – области ИТ, о чём свидетельствует разнообразие профилей университетов – участников исследования и предметных областей интервьюируемых – от педагогики и экономики

до естественных наук и медицины. Однако в соответствии со своей позицией или профилем подразделения практически все информанты связаны с внедрением инноваций или цифровизацией образования (Табл. 1).

Наиболее распространённой технологией описываемых кейсов является технология виртуальной реальности. Практически в половине случаев отмечается использование технологии дополненной реальности и только в одном случае – технология смешанной реальности. Для реализации VR-технологий вузы используют гарнитуру виртуальной реальности (шлемы виртуальной реальности *Oculus Rift, Oculus Quest, HTC Vive Pro, HTC Vive Cosmos, Pico, SteamVR*) в специально оборудованных аудиториях с зонированным пространством. Для работы с дополненной реальностью применяются смартфоны на платформе *Android* и ноутбуки. В качестве программных средств вузы обращаются к зарубежному ПО с готовыми обучающими модулями, а также создают собственные разработки. На занятиях по ИТ-дисциплинам используются программные среды для создания и редактирования контента: *CosSpaces Edu* для 3D-продуктов; *Varwin, EyeJack* для AR-продуктов и универсальная платформа для разработчиков *UNITY*.

Для четырёх преподавателей-респондентов из области ИТ применение ИМТ возможно и на семинарах, и на лекциях. Большинство интервьюируемых (10) было отмечено применение ИМТ на практических и лабораторных занятиях для отработки практических навыков обучающихся в группах 10–13 человек. Будучи направленным на решение практических задач в образовании, иммерсивное обучение позиционируется как промежуточное звено между теорией и реальной практикой. Респонденты описывают место виртуальных симуляторов в образовательном процессе следующим образом:

«VR-технологии позволяют как раз эту практику получить. Это не значит, что полностью её заменить. <...> Между живой

очной практикой может быть виртуальная, в которой мы освоим основные процессы, основные процедуры» (Информант № 05).

«У нас [в структуре обучения – прим.] теория, симуляционный тренинг [на манекенах – прим.] и работа с пациентом в учебном режиме. Мы проповедем философию, что между тренингом и симуляционным центром должна быть ещё одна ступень. Так вот этой ещё одной ступенью должно быть погружение в виртуальную реальность, <...> нам нужно вот это промежуточное звено – погружение в виртуальную реальность» (Информант № 01).

Тренинг в виртуальной среде формирует свой сегмент в структуре обучения. Невозможность осуществления мелкой моторики и передачи тактильных ощущений с помощью ИМТ сегодня как раз компенсируется интеграцией в виртуальное обучение работы с физическими симуляторами-манекенами. Интервьюируемые имеют чёткое понимание того, что *«не нужно весь курс переводить в виар, <...> можно делать виртуальным отдельную тему, но преподавать весь курс виртуально не надо»* (Информант № 07).

Институционально координацией внедрения ИМТ на уровне вуза занимаются подразделения, ответственные за выполнение разных функций:

- образовательной, направленной на обучение созданию ИМТ-продуктов и дидактическому применению ИМТ (например, Центр повышения квалификации ТГМУ, учебные структурные подразделения вузов в области ИТ);
- просветительской, знакомящей обучающихся с ИМТ для расширения собственных компетенций (например, Центр внедрения методов виртуального образования и науки «КиберХАБ» Финуниверситета, кванториумы и технопарки педагогических вузов);
- исследовательской, фокусом которой является апробация иммерсивных продуктов и изучение методического использова-

ния ИМТ (например, лаборатория цифровой дидактики НовГУ, Центр компетенций НТИ по направлению «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» ДВФУ).

С развитием ИМТ и пониманием значимости дидактических дефицитов университетов развивают научную повестку в области изучения организационно-дидактических условий внедрения иммерсивного образования, формируя под эти цели специальные подразделения. Тематически исследования касаются изучения дидактики применения ИМТ и тиражирования опыта среди преподавателей. Так, направление образования Центра НТИ ДВФУ по AR/VR занимается обработкой данных апробации AR/VR-контента компаний-разработчиков в школах и младших курсах университета, в частности в преподавании химии и физики. Дидактические особенности применения ИМТ являются предметом деятельности лаборатории цифровой дидактики НовГУ. В большинстве случаев подразделения совмещают выполнение нескольких функций.

Образовательные практики использования иммерсивных технологий в российских вузах

Университетские кейсы: иммерсивные технологии как цель обучения

Дидактически дифференцирующим признаком анализируемых кейсов применения ИМТ в российских вузах является функция, которую ИМТ выполняют в образовательной практике вуза, – цель или средство обучения. В первом блоке кейсов¹ ИМТ являются предметом изучения, т. е. цель сводится к овладению технологией как предметом профессиональной деятельности. Обучение иммерсивным технологиям охватывает случаи подготовки будущих ИТ-специалистов в рамках образовательных программ высшего образования (например, кейс МГПУ), подготовки преподавателей по использованию

¹ Кейсы университетов на сером фоне в верхней части Таблицы 1.

ИмТ в обучении в рамках ДПО, а также ознакомление школьников и студентов для расширения собственных компетенций и навыков в рамках ДО и мероприятий разного уровня сложности (хакатонах, буткемпах). В кейсах, где технологии используются в просветительских целях, обучение носит событийный и краткосрочный характер. В большей степени к данному кейсу относятся российские педагогические вузы, где виртуальная и дополненная реальность является одним из четырёх направлений деятельности их межфакультетских технопарков. Обучение ИмТ (на примере ТГПУ им. Л.Н. Толстого, НовГУ, ШГПУ) реализуется посредством проектной деятельности со школьниками (создание игр, конструктора для слабовидящих, оцифровка исторических артефактов и др.) и курсами по преподаванию ИмТ для преподавателей. В НовГУ практика обучения ИмТ дополняется созданием студентами VR/AR-продуктов для реального сектора экономики в рамках студенческих конкурсов, в частности тренажёров для корпоративного обучения специалистов.

Университетские кейсы: иммерсивные технологии как средство обучения

Во втором блоке кейсов² применение ИмТ обусловлено необходимостью создания иммерсивной среды обучения для погружения обучающихся. Таким образом, технологии выступают в качестве средств обучения и предметно не связаны с изучаемой (преподаваемой) дисциплиной. В кейсах данного блока использование ИмТ интегрировано преимущественно в регулярный образовательный процесс вуза и используется для решения разных образовательных задач. Наиболее распространённой задачей являются отработка последовательности действий в условиях, максимально приближенных к реальным. Функцию организации тренинга обучающихся на базе виртуальных симуляторов демонстрируют кейсы в области медицины.

Кейс ТГМУ представляет виртуальный симулятор по стоматологии (стоматологической анатомии) зарубежного производства, а также программу из 15 модулей, каждый из которых предлагает 3–5-минутное погружение для реализации определённой медицинской специализированной процедуры (например, промывания желудка). При этом преподаватель также имеет возможность подключиться к модулю и контролировать действия обучающегося. Погружение доступно в двух режимах: режиме просмотра и прослушивания аудиогидов на русском и английском языках, а также в режиме выполнения теста к видеоряду, разбитому на неравные промежутки. При правильном ответе сюжет продолжается, при неправильном обучающийся переходит в начало процедуры. Программа позволяет получить обзор предлагаемой ситуации с нескольких перспектив: погружение от лидера команды (основного врача), члена команды (фельдшера, второго врача), медицинской сестры и самого пациента. Каждый модуль рассчитан только на индивидуальное погружение.

Другой кейс использования ИмТ-продуктов в преподавании медицинских дисциплин образуют виртуальные тренажёры РНИМУ им. Н.И. Пирогова. VR-технология активно используется при реализации программы «Отработка алгоритма оказания экстренной и неотложной медицинской помощи при внезапных острых заболеваниях и состояниях» для повышения квалификации врачей первичного звена, терапевтов и врачей общей практики (ситуация – процедурный кабинет), для фельдшеров и врачей скорой медицинской помощи (ситуация – машина скорой помощи). Программа предлагает шесть клинических кейсов по разным неотложным состояниям, в рамках которых обучающиеся восполняют алгоритм действий врача в той или иной ситуации – от инфаркта до аллергии.

² Кейсы университетов на белом фоне в нижней части Таблицы 1.

Особенностью применения VR-тренажёра является его интеграция в образовательный курс, состоящий из теоретического блока, тренинга в виртуальном пространстве и работы на манекене для получения тактильных ощущений, что обеспечивает комплексность подготовки. Обучение в виртуальной среде возможно в разных режимах: в демонстрационном режиме с индикацией подсказок; в обучающем режиме самостоятельной деятельности с индикацией подсказок по требованию; в контрольном режиме, приближённом к реальной ситуации, с ограничением времени и изменением состояния пациента в соответствии с действиями обучающегося. Сценарий ситуации позволяет изменять реакцию организма пациента, в случае критического состояния пациента включается блок сердечно-лёгочной реанимации для его «спасения». При этом педагог может находиться в системе и наблюдать за действиями слушателей и по итогу завершения погружения обсудить протокол действий обучающегося.

Другой экспериментальный тренажёр университета тематически ориентирован на обучение оказанию экстренной хирургической помощи, проведению операции по восстановлению дыхательных путей (коникотомии). Тренажёры используются в программах всех уровней обучения – от школы юного хирурга в университете до практикующих врачей, проходящих курсы ДПО. В тренажёре используется рисованная реальность. Шкала оценивания уже заложена в сценарий: за произведённые действия начисляется определённая сумма баллов в соответствии с задачей (например, стабилизация состояния пациента, транспортировка пациента и др.). Основной задачей является спасение пациента, т. е. исключение его клинической смерти.

В области педагогического и экономического образования виртуальные тренажёры выполняют контролирующие и компенсирующие функции – оценки и нивелирования дефицитов. УлГПУ им. И.Н. Ульянова с 2021 года работает над созданием вирту-

ального педагогического симулятора для формирования психолого-педагогических компетенций у студентов педагогических направлений подготовки. Идея педагогического симулятора зиждется на концепции онлайн-тренажёров (например, МГПУ [39]), реализованной в трёхмерном пространстве. Для повышения уровня иммерсивности педагогические ситуации симулятора УлГПУ им. И.Н. Ульянова формируются на основе съёмки 360°, чем обеспечивается большая реалистичность ситуации. В настоящее время на симуляторе реализуются две рабочих программы, ход сценария которых основан на выборе обучающимися действий внутри образовательного сюжета. Один из сюжетов предполагает наблюдение учителя за деятельностью школьников в учебном классе, в определённый момент воспроизведение сюжета приостанавливается для выбора действия учителя в сложившейся ситуации. Второй сюжет описывает чрезвычайное положение (пожар) в школе, где в процессе эвакуации школьников выясняется, что один школьник пропал, и задача педагога – произвести правильную последовательность действий. После прохождения модуля доступна выгрузка информации с результатами и установленным уровнем владения каждой из шести измеряемых симулятором компетенций. Работа с симулятором также выстраивается индивидуально. Опционально можно транслировать происходящее в виртуальной реальности на экране в обычной аудитории для вовлечения в деятельность остальных обучающихся группы.

В Финуниверситете ИмТ применяются при проведении занятий для отработки навыков на VR-тренажёрах, а также самостоятельной работы в VR-библиотеке и VR-классе. Занятие в виртуальной аудитории может иметь три формы реализации. Первый вариант представляет собой занятие в виртуальном классе с аватарами студентов и преподавателя внутри аудитории, куда на доску загружается необходимый учебный материал в виде видеопрезентаций и дина-

мической инфографики. Сюжет занятия может заключаться в работе с обучающимся у виртуальной доски-презентации. Во втором случае работа в VR-аудитории аналогична квестам (игре «бродилке»), где, перемещаясь из одной аудитории в другую, студенты выполняют задания и получают баллы, которые они могут потратить также на ключи и подсказки к другим заданиям. Содержательно занятие строится по принципу телепередачи «Умники и Умницы», цель которой заключается в прохождении всего ряда заданий. Третий вариант заключается в проведении оценочных работ (контрольных, тестов и др.). Оценивание в двух последних случаях осуществляется по количеству набранных баллов. Возможно взаимодействие обучающихся внутри виртуальной аудитории.

Использование VR-тренажеров в Финуниверситете ориентировано на формирование практических навыков по целому ряду предметных дисциплин (программирование, иностранные языки, безопасность жизнедеятельности), а также универсальных навыков (например, навыков публичных выступлений). Сюжетно такие занятия представляют собой работу с виртуальным педагогом.

Для самостоятельной работы студентам предлагаются коворкинги с возможностью проведения проектной деятельности, реализация парной, групповой и командной работы. Коворкинги функционируют по университету и работают по принципу медиатеки. Студенты могут получить доступ к подобранным VR-программам/-тренажерам, оцифрованным книгам формируемой библиотеки и заниматься проектной деятельностью с помощью VR-устройств. Организационную (техническую) поддержку в проведении занятий в VR-аудиториях оказывают работники центра.

Рассмотренные кейсы использования виртуальных тренажеров решают в российских вузах практические задачи – иллюстрация нового учебного материала или выполнение оценочных заданий (контроль), отработка практических профессиональных навыков,

стимулирование самостоятельной работы. На отработку последовательности действий и самостоятельную работу направлена также деятельность обучающихся в химической и физической виртуальных лабораториях с высоким уровнем свободы действий, где эксперимент становится основным способом познания. Продукт позволяет учителю самому менять задания, а специализированный класс позволяет отработать эти школьные навыки в виртуальной реальности (российские школы, МГУ им. Ломоносова).

Потенциал развития иммерсивных продуктов в высшем образовании

Вопрос о совершенствовании иммерсивных продуктов касается трёх аспектов: повышения уровня технических характеристик, дидактической оптимизации, т. е. содержательной (сценарной) части, а также доступности иммерсивных образовательных продуктов для российских вузов. Учитывая тот факт, что основанием использования ИМТ является стремление воссоздания максимально реалистичных условий рабочей ситуации, анализ вузовских кейсов демонстрирует запрос на улучшение технической стороны иммерсивных образовательных продуктов, в частности качества изображения виртуального пространства для достижения наибольшего эффекта погружения в процесс.

Потенциал для технического совершенствования продукта касается интеграции грамотной геймификации, анимации, полной синхронизации действия с объектом в виртуальной среде, в том числе голосового взаимодействия, и создание большей реалистичности предлагаемого контента для получения полного спектра ощущений. Зарубежные исследователи видят перспективным использование видео 360° в развитии ИМТ для воспроизведения аутентичности образовательной среды и усиления практического опыта за счёт повышения внимания и развития способности к рефлексии [2; 40–42]. Опыт ТГМУ показывает, что такая прак-

тика уже реализуется – запись реальных условий реанимационных отделений, а также симуляционных условий (съёмка фантомов и манекенов). Рисованная реальность позволяет качественно отобразить детали, однако она формирует другие ощущения – ощущения искусственной реальности.

Второй аспект – совершенствование сценарных решений – реализуется за счёт дополнения индивидуального режима отработки умений мультимедийным взаимодействием обучающихся в виртуальной команде для отработки слаженности совместной работы над объектом. Вузы демонстрируют запрос на более сложные иммерсивные продукты, имеющие возможность работы в мультимодальном режиме целыми командами: *«Мы думаем о парной и групповой работе, есть медсестра, но у неё ограниченный функционал. Мы ищем способы бригадной работы, пока нет проработанной идеи»* (Информант № 07).

В отношении образовательных VR-продуктов интервьюируемые отмечали потребность в кастомизации и обеспечении дидактической гибкости: отслеживания промежуточных данных обучающихся, внедрение балльной шкалы оценивания, внедрение мини-LMS-системы с учебной аналитикой и её интеграция с вузовской системой. Оценка и рейтингование действий обучающегося и разбалловка действий внутри одного модуля представляется интервьюируемым одним из самых сложных методологических вопросов, так как ситуации, особенно чрезвычайные, всегда непредсказуемы, и дать правильную оценку действиям представляется сложным:

«Тут тоже есть спорные моменты по этим вопросам, не всегда можно точно сказать, правильно это или нет: в учебниках одно, а на практике не всегда бывает так. Мы это обсуждаем уже в процессе занятий, а тренажёр не подразумевает» (Информант № 11).

Оценивание является одним из узких мест иммерсивных продуктов. Для оценивания

в образовательных продуктах на базе ИМТ чаще всего интегрирована балльная система, где за выполнение заданий при прохождении сценария начисляются баллы, совокупность которых соотносится с предустановленным порогом для итоговой отметки «зачтено / не зачтено». Некоторые модули предлагают отчёт в виде записи выполненных действий, фиксации мимики и жестов, которые впоследствии дополнительно оцениваются педагогом. Преподаватели отмечают, что балльная система является недостаточной, так как цифровой слой, внутри которого находится обучающийся, даёт большие возможности для анализа по многим параметрам (быстрота реакции, движение глаз, скорость, тембр, связность речи и др.). В современных тренажёрах система подробной аналитики даёт возможность оценить не только знания обучающихся, но и их поведение, предоставляет широкие основания для формулирования рекомендаций обучающемуся. Обратная связь играет ключевую роль, так как по словам одного из интервьюируемых фокусом иммерсивного обучения является возможность *«развития осознанности, саморефлексии непосредственно в моменты после совершения ошибок, момент с рефлексией не очень продуман»* (Информант № 04).

При этом для создания полного эффекта интерактивности, погружения и перемещения исследователи отмечают необходимость комплексного подхода к созданию образовательного контента и формированию дизайна курсов, над которыми должны совместно работать педагоги, практики и разработчики [4]. Для обеспечения высокого качества создаваемых иммерсивных образовательных продуктов российские университеты (как и компании-разработчики) уже сегодня имеют собственные команды, состоящие из преподавателей-сценаристов, педагогических дизайнеров, психологов, программистов и привлечённых экспертов по соответствующим темам (хирургов, анестезиологов, инженеров, педагогов и др.). Однако вовлечение в одну команду специалистов разных

предметных областей уже сегодня приводит к проблеме взаимопонимания внутри «продюсерской» группы:

«Качество продукта зависит от понимания исполнителем [программиста – прим.] задумки. Так как ТЗ не может включать всё, например, эмоции детей, такого контакта с исполнителями сложно достигнуть, а вот вопросы, которые возникают после получения продукта, их уже сложно исправить» (Информант № 11).

Наряду с вопросом совершенствования образовательных продуктов принципиальным является вопрос их доступности для университетов. Если большие промышленные компании имеют собственные ресурсы для создания цифровых двойников производств [43] и обучения на них сотрудников, не задействуя реальные производственные мощности, то для вузов это является затратным и возможным только с помощью программ государственной поддержки. При этом вузы сталкиваются с необходимостью расширения образовательного контента. Эксперты из внеуниверситетской сферы и адепты ИМТ из вузов оценили целесообразность и перспективы производства соответствующего контента на примере VR-технологии.

Создание виртуальных продуктов по фундаментальным (естественным) наукам (химия, физика) целесообразно и рентабельно для среднего образования ввиду их широкой применимости (востребованности) и устойчивости основ естественнонаучных дисциплин. Вузы также потенциально могут использовать такие продукты по школьному материалу для восполнения пробелов школьного образования (например, курс химии в МГУ им. М.В. Ломоносова для студентов смежных специальностей – нехимиков). Другим перспективным вариантом видится создание универсального (межпредметного) контента, подходящего для обучающихся вузов разных направлений подготовки, в том числе по развитию мягких навыков и универсальных компетенций, обеспечиваю-

щего потенциально широкий спрос в высшем образовании. Данная стратегия объясняет популярность тренажёров по изучению иностранного языка (диалоговый тренажёр для практики английского языка в виртуальной реальности ДВФУ VARVARA).

Интервьюируемые отмечают также возможности для вузов по созданию профильного образовательного контента на базе ИМТ. Если каждое предприятие уникально в своём производстве, менеджменте и корпоративной культуре, то вузы имеют отраслевую специфику, т. е. возможности для коллабораций и партнёрств с другими вузами по одинаковым направлениям подготовки, как это распространено за рубежом [44]. Таким образом, одним из перспективных вариантов является развитие вузовских тематических коллабораций по предметным областям (медицина, педагогика) в той или иной институциональной форме для обмена образовательными курсами (продуктами) и создания совместных (межвузовских и межфакультетских) виртуальных лабораторий (VR-библиотек/-центров). Преимущество такого обмена видится в обогащении вузовских образовательных программ, снижении затрат на производство контента, а также дидактическом совершенствовании образовательных продуктов.

Второй вариант заключается в создании собственного контента в рамках больших федеральных программ (например, в медицине) и регистрации на них прав интеллектуальной собственности как программ ЭВМ. Разработка собственных виртуальных образовательных продуктов обеспечивает высокий уровень релевантности применяемых продуктов, но, с другой стороны, является сложной технической и дидактической задачей, которую вузы решают с разной степенью успешности, создавая сценарии высокой степени детализации, составляя технические задания для программистов.

Третьим решением видится возможность сотрудничества больших государственных корпораций с профильными вузами и суза-

ми и предоставления им своих корпоративных решений (готовых модулей):

«Сами корпорации должны выходить и оснащать им [вузам – прим.] классы, давать это программное обеспечение. Человек из вуза [выпускник вуза – прим.] уйдёт в науку, свой бизнес либо к этому работодателю» (Информант № 05).

Данная практика (например, Санкт-Петербургского горного университета) не является распространённой в российском высшем образовании и при этом сохраняет большой потенциал. Несмотря на значительные инвестиции на развитие ИМТ в обучении интервьюируемые отмечают экономию в долгосрочной перспективе:

«Сделать VR-класс, в котором можно отрабатывать практически школьный материал, – это классная история, организационно несложная, стоит немного денег. Организационно аудитория, в которой лежат шлемы, обслуживается лаборант-техником, который их выдаёт, следит за их состоянием. И система назначения заданий, и система бронирования времени в студии – это по масштабам вуза недорого. Пользы больше» (Информант № 12).

Альтернативой распространения всё ещё дорогостоящих инструментов виртуальной реальности в высшем образовании являются более доступные технологии дополненной реальности:

«Потенциал дополненной реальности сильно не раскрыт в учебном процессе» (Информант № 03).

Будущее иммерсивных технологий в вузовском образовании

Перспективы иммерсивного обучения в российском высшем образовании складываются из эффектов, определяющих интерес к интеграции ИМТ, и возможностей преодоления ограничений данной интеграции. Интервьюируемые отмечают целый ряд положительных эффектов от использования иммерсивных инструментов в обучении: мотивирующий эффект (повышение вовле-

чённости), психологический эффект (снятие барьеров для работы в реальных условиях), топологический эффект (опыт перемещения в рабочем пространстве); развивающий эффект (развитие алгоритмического мышления и самостоятельности). Положительный эффект подкрепляется убедительными высказываниями интервьюируемых:

«Молодёжь мотивирована априори больше, чем те, кто этого [иммерсивных технологий – прим.] не видит» (Информант № 01).

«Самая восторженная обратная связь. <...> они надевают шлем и начинают работать. У них даже меняется голос, реакция, видишь спектакль: они включаются в ситуацию» (Информант № 10).

«...[после работы на виртуальных тренажёрах – прим.] выше готовность к выполнению самостоятельных действий в реальности на 15–20%» (Информант № 01).

При этом информанты отмечают, что за внешней вовлечённостью происходит мобилизация когнитивных функций обучающихся:

«По восприятию и буквальному воспроизведению материала – до 30% лучше, так как это впечатление, эмоциональное вовлечение, вау-эффект, здесь нейросвязи глубже и лучше усваивается материал» (Информант № 11).

«Иммерсивное обучение помогает учащимся контролировать свой результат обучения в более безопасной среде, повышает вовлечённость, мотивацию, так как они отвечают за этот виртуальный мир» (Информант № 04).

Также информанты отмечают ряд дополнительных практических эффектов: невозможность студента списать, возможность использования учебной доски для записи как в обычной аудитории, экономия труда преподавателя в виртуальной реальности (из-за его наблюдательной позиции при самостоятельной работе студента), практическая апробация полученных знаний на более ранней стадии работы с новым материалом (интервальный подход). Говоря об экономии нагрузки преподавателя, стоит отметить, что

на этапе подготовки к иммерсивному обучению, его нагрузка в моменте увеличивается, а при реализации образовательного процесса уменьшается за счёт визуализации:

«Ты просто даёшь вот такой обзор, <...> он [студент – прим.] сразу схватывает. Ты ты это на шесть часов растягиваешь [в обычном режиме занятия – прим.], и всё бесполезно. А тут сразу он как-то моментально вот этот вопрос схватывает, где что и где кто как. <...> Во-первых, она [молодёжь – прим.] визуально это воспринимает. Во-вторых, это группируется так, что вот нету никакой воды, а вот всё по существу. Ты сам для себя это ещё раз анализируешь. И уже сам на полтора часа лирикой ты не займёшься» (Информант № 07).

Понимание целесообразности иммерсивного обучения чётко коррелирует с опытом интервьюируемых относительно работы с ИМТ. На фоне собственного положительного отношения к ИМТ информанты отмечали скептическую позицию о будущем иммерсивных продуктов в образовании у тех своих коллег, кто не имеет такого опыта и ссылается на негативный опыт дистанционного образования в пандемию. Роль мотивации преподавателей в интеграции ИМТ в учебный курс является определяющей: основанием использования ИМТ в качестве средства обучения выступают преимущественно внутренние мотивы и инициатива преподавателей-энтузиастов, стремящихся через разнообразие передовых технологий повысить эффективность обучения:

«Вся применяемость, она в основном зависит от креативности наших преподавателей» (Информант № 03).

«Внедрение этих иммерсивных методов, оно всё ещё затруднено именно потому, что учителя не готовы. <...> Они не готовы перестраивать ту методикку, которую они отработали годами, и когда их обязывают внедрять технологии, то реакция у них на это негативная. Их нужно этим заинтересовать» (Информант № 04).

Говоря о других барьерах распространения ИМТ в высшем образовании, четверо интервьюируемых отмечают недоступность программно-технических средств из-за их высокой стоимости. Актуальную ситуацию с обеспечением VR-гарнитурой и другими инструментами осложняет санкционная политика в отношении российского образования и науки [45; 46], ограничивающая доступ к соответствующему ПО, их обновлениям и настройке гаджетов – сегодня они осуществляются при помощи сервиса VPN. В ряде случаев информанты (4 из 16) указывали на имеющиеся в их распоряжении аппаратные средства на базе технопарков, но отмечали дефицит и недоступность бесплатного образовательного контента.

В качестве ограничения распространения продуктов на базе ИМТ в образовании каждым четвёртым интервьюируемым было отмечено отсутствие установленных санитарно-эпидемиологических правил и норм по применению иммерсивных инструментов в обучении, регламентирующих продолжительность, периодичность и гигиену использования иммерсивных гаджетов, а также систему их хранения. Информанты отмечают необходимость соблюдения меры при интеграции в курс VR/AR-содержания. Существуют ограничения по продолжительности работы в VR-шлеме (15–20 минут), есть необходимость проведения вводного инструктажа для студентов. Помимо этого, интервьюируемые отметили факт появления некачественных образовательных продуктов с трудно воспринимаемой нечёткой графикой, воздействующей на здоровье обучающихся, как результат расширения числа производителей VR-контента. Решением этой проблемы должны стать регулирование и стандартизация, а также лицензирование виртуального образовательного контента и его использования.

Среди проблемных аспектов применения ИМТ, затронутых информантами (авторское право, нежелание студентов, дискомфорт от использования тренажёра, пропуск образовательного контента Интернет-про-

вайдером, ограниченность применимости для отдельных дисциплин), были отмечены концептуальные, которые могут выступить принципиальными барьерами – несерьёзное отношение обучающихся к геймифицированному образовательному контенту, вопрос устойчивости формируемых знаний и ограничение развития воображения обучающихся ввиду высокого уровня детализации визуализируемых объектов:

«Эта геймификация может отвлечь учащихся от основной цели. Велика вероятность, что ученики заиграются в новых виртуальных мирах и чем интересней мир, тем выше данный риск» (Информант № 04).

«А что касается разнообразия и полноты картин, которые могут повлиять на навык воображения ученика, с одной стороны, иммерсивный метод расширяет кругозор, но отнимает у ребёнка возможность додумывать, описывать ситуацию самостоятельно, так как учащимся предлагаются готовые визуальные решения» (Информант № 04).

Чрезмерная фокусировка на принципе наглядности согласно Б.Д. Давыдову способна формировать только эмпирическое мышление и дистанцирует от предметности изучаемого объекта [47]. В продолжение этого возникает вопрос устойчивости приобретаемых знаний в рамках иммерсивного образования. Однако респонденты объясняют устойчивость знаний через их проблематизацию.

«Попадая в неё [ситуацию – прим.] виртуально, у них [студентов – прим.] в голове откладывается не результат, а они читают, как решить эту ситуацию. Они получают мотивацию оценки и анализа подобных ситуаций. Вот у этих детей появляется устойчивость знаний, проблематизация» (Информант № 11).

При всех упомянутых барьерах информанты выражают твёрдую уверенность в том, что ИМТ постепенно находят свою нишу в высшем и дополнительном (постдипломном) профессиональном образовании. Каждый из интервьюируемых выразил на-

мерение расширять применение ИМТ. Вместе с тем информанты видят перспективы совершенствования иммерсивных технологий и большой потенциал для их интеграции в вузах вслед за корпоративным образованием. Фокус на формировании практических навыков делает применение ИМТ привлекательным для профессионального обучения (организаций СПО) [48; 49].

На фоне распространения иммерсивных технологий в образовании следует ожидать повышение запроса на эмпирические и экспериментальные исследования дидактики иммерсивного обучения. Существующие UX-исследования, проводимые компаниями – производителями программных продуктов и гаджетов для иммерсивного обучения, восполняют потребность в тестировании работоспособности образовательных продуктов, которые не меняют структуру классического занятия. Тренд к комплексным (мультиформатным, мультимодальным) решениям – интеграция ИМТ в гибридные курсы, состоящие из лонгрида, практики в виртуальной среде и учебной практики в реальной среде – требует изменений в контексте планирования учебных действий обучающегося от его лица и задаёт определённые требования к содержанию и дидактике иммерсивного обучения. В этом случае требуются методологические работы, переосмысливающие роль преподавателя и обучающегося, а также содержание и структуру образовательного процесса на основе анализа учебной аналитики [50].

Заключение

1. Представленные кейсы российских университетов свидетельствуют о постепенной интеграции иммерсивных технологий в текущий образовательный процесс высшего и дополнительного (постдипломного) образования в качестве средства обучения. Иммерсивные продукты демонстрируют большую релевантность для фундаментальных наук, а также технических и медицинских. Вслед за корпоративным образованием в вузах наи-

большее распространение получили виртуальные симуляторы, обеспечивающие погружение обучающихся в ситуацию реальных условий применения профессиональных навыков (медицинской процедуры, публичного выступления, иноязычного диалога и др.).

2. В настоящее время иммерсивные технологии не меняют дидактику и структуру обучения в вузе и используются для иллюстрации нового учебного материала, выполнения оценочных заданий (контроля) и прежде всего для отработки последовательности действий в стандартных и нестандартных ситуациях своей профессиональной деятельности в рамках индивидуальной самостоятельной работы. Применение иммерсивных технологий в структуре учебного курса находит себе место между теоретическим блоком и учебной практикой, в результате чего, с одной стороны, обучающиеся быстро получают информацию о применимости теоретических знаний на практике, и, с другой стороны, имеют возможность получить психологическую подготовку к реальным условиям своей профессиональной деятельности.

3. Российские вузы имеют запрос на более сложные иммерсивные продукты, потенциал развития которых заключается в совершенствовании технической стороны – качества визуализации за счёт сферической съёмки и содержательной – обеспечения многопользовательского взаимодействия внутри сценариев (мультимодальный режим работы), а также в совершенствовании системы оценивания через более широкое использование данных учебной (поведенческой) аналитики, которые содержит цифровой слой (след).

4. На фоне всех преимуществ, получаемых от применения иммерсивных технологий (мотивирующего, психологического, топологического, развивающего эффектов), перспективы распространения будут зависеть от преодоления существующих барьеров – правового регулирования использования ИМТ в обучении, установления санитарно-эпидемиологических норм

использования соответствующих гаджетов, лицензирования VR-контента и обеспечения доступа вузов к качественным продуктам. Последнее может быть обеспечено в рамках целевой государственной поддержки, межвузовских коллабораций и сотрудничества с крупными госкорпорациями. Эффективность применения иммерсивных образовательных продуктов будет зависеть от мотивации преподавателей и дидактической модели интеграции ИМТ.

Литература

1. *Корнилов Ю.В.* Иммерсивный подход в образовании // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. Т. 8. № 1(26). С. 174–178. DOI: 10.26140/anip-2019-0801-0043
2. *Давыдова Д., Гильванов Г.Р., Кукушкина Я.В., Романова И.Ю.* Иммерсивные технологии в высшем образовании // Известия Петербургского университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2023. Т. 20. Вып. 1. С. 120–132. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-120-132
3. *Ковалев А.И., Роголева Ю.А., Егоров С.Ю.* Сравнение эффективности применения технологий виртуальной реальности с традиционными образовательными средствами // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2019. № 4. С. 44–58. DOI: 10.11621/vsp.2019.04.44
4. *Селиванов В.В., Селиванова А.Н.* Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте // Непрерывное образование: XXI век. 2015. № 1 (9). С. 133–152. EDN: TLDEIJ.
5. *Atal D., Admiraal W., Saab N.* 360° Video in Teacher Education: A Systematic Review of Why and How It is Used in Teacher Education // Teaching and Teacher Education. 2023. Vol. 135. Article no. 104349. DOI: 10.1016/j.tate.2023.104349
6. *Иванова А.В.* Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск менеджмент. 2018. № 3 (106). С. 88–107. DOI: 10.17747/2078-8886-2018-3-88-107
7. *Ляпунов В.Е., Гильванов Р.Г., Романова И.Ю., Воробьев А.А.* Использование технологий виртуальной реальности в образовании // International Journal of Advanced

- Studies. 2023. T. 13. № 1. С. 252–266. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-252-266
8. *Набокова А.С., Загидуллина Ф.Р.* Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы // Профессиональное образование в современном мире. 2019. Т. 9. № 2. С. 2710–2719. DOI: 10.15 372/PEMW20190208
 9. *Concamton B.J., Esmail S., Roberts M.R.* Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-Secondary Education and Skill Training // *Frontiers in Education*. 2019. No. 4 (80). P. 1–23. DOI: 10.3389/feduc.2019.00080
 10. *Lamb R., Etopio E.A.* Virtual Reality: A Tool for Preservice Science Teachers to Put Theory into Practice // *Journal of Science Education and Technology*. 2020. No. 29 (4). P. 573–585. DOI: 10.1007/s10956-020-09837-5
 11. *Snelson C., Hsu Y.C.* Educational 360°-Degree Videos in Virtual Reality: A Scoping Review of the Emerging Research // *TechTrends*. 2020. No. 64. P. 404–412. DOI: 10.1007/s11528-019-00474-3
 12. *Gandolfi E., Kosko K.W., Ferdig R.E.* Situating Presence within Extended Reality for Teacher Training: Validation of the Extended Reality Presence Scale (XRPS) in Preservice Teacher Use of Immersive 360° Video // *British Journal of Educational Technology*. 2021. No. 52 (2). P. 824–841. DOI: 10.1111/bjet.13058
 13. *Рачев Н.О., Назарова Л.И.* Цифровые и нецифровые образовательные технологии в высшей школе: иммерсивность и агентность // *Непрерывное образование: XXI век: научный электронный журнал*. 2023. Вып. 2 (42). С. 1–12. DOI: 10.15393/j5.art.2023.8364
 14. *Баранников К.А., Стрижун Н.Г., Сувирова А.Ю.* Виртуальная реальность образования. Дайджест открытых источников. Москва: ООО «Грин Принт», 2022. 94 с. ISBN: 978-5-907719-06-4.
 15. *Хукаленко Ю.С., Бажина П.С., Земцов Д.И.* Иммерсивные технологии в школьном образовании: по итогам всероссийской программы апробации // *Перспективы науки и образования*. 2022. № 3 (57). С. 338–353. DOI: 10.32744/pse.2022.3.19
 16. *Паскова А.А.* Особенности применения иммерсивных технологий виртуальной и дополненной реальности в высшем образовании // *Вестник Майкопского государственного технологического университета*. 2022. Т. 14. № 3. С. 83–92. DOI: 10.47370/2078-1024-2022-14-3-83-92
 17. *Жигалова О.П.* Учебные симуляторы в системе профессионального образования: педагогический аспект // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2021. Т. 10. № 1(34). С. 109–112. DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0026
 18. *Заславская О.Ю.* Фундаментальные подходы к трансформации содержания и методов общего образования в условиях использования иммерсивных технологий // *Информационные системы и технологии: материалы международного научного конгресса по информатике*. Минск: Белорусский государственный университет, 2022. С. 67–72. EDN: МТТРРV.
 19. *Вотинцев А.В.* Модернизация материально-технической базы высшего педагогического образования // *Педагогическое образование в России*. 2022. № 4. С. 113–121. EDN: NHKEPQ.
 20. *Каракозов С.Д., Рыжова Н.И., Королева Н.Ю.* Виртуальная реальность: генезис понятия и тенденции использования в образовании // *Информатика и образование*. 2020. № 10. С. 6–16. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-10-6-16
 21. *Cicek I., Bernik A., Tomičić I.* Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education – A Survey Questionnaire // *Information*. 2021. Vol. 12. No. 4. P. 151. DOI: 10.3390/info12040151
 22. *Sviridova E., Yastrebova E., Bakirova G., Rebrina F.* Immersive Technologies as an Innovative Tool to Increase Academic Success and Motivation in Higher Education // *Frontiers in Education*. 2023. No. 8. Article no. 1192760. DOI: 10.3389/feduc.2023.1192760
 23. *Bicalbo D.R., Piedade J.M., Matos J.F.* The Use of Immersive Virtual Reality in Educational Practices in Higher Education: A Systematic Review // *2023 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*. Setúbal. Portugal. 2023. P. 1–5. DOI: 10.1109/SIIE59826.2023.10423711
 24. *Natale A.F., Repetto C., Riva G., Villani D.* Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A 10-Year Systematic Review of Empirical Research // *British Journal of Educational Technology*. 2020. No. 51. P. 2006–2033. DOI: 10.1111/bjet.13030

25. Pellas N., Mystakidis S., Kazanidis I. Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A Systematic Review of the Last Decade Scientific Literature // *Virtual Reality*. 2021. No. 25. P. 835–861. DOI: 10.1007/s10055-020-00489-9
26. Yu Z. A Meta-Analysis of the Effect of Virtual Reality Technology Use in Education // *Interactive Learning Environments*. 2023. Vol. 31. No. 8. P. 4956–4976. DOI: 10.1080/10494820.2021.1989466
27. Yu Z., Xu W. A Meta-Analysis and Systematic Review of the Effect of Virtual Reality Technology on Users' Learning Outcomes // *Computer Applications in Engineering Education*. 2022. No. 30. P. 1470–1484. DOI: 10.1002/cae.22532
28. Dong W., Zhou M., Zhou M., Jiang B., Lu J. An Overview of Applications and Trends in the Use of Extended Reality for Teaching Effectiveness: An Umbrella Review Based on 20 Meta-Analysis Studies // *The Electronic Library*. 2023. No. 41. P. 557–577. DOI: 10.1108/EL-11-2022-0257
29. Modrego-Alarcón M., Morillo H., Campos D., Navarro-Gil M. T., Montero-Marín J. et al. Effects and Acceptability of Virtual Reality to Facilitate Mindfulness Practice in University Students // *Journal of Computing in Higher Education*. 2023. DOI: 10.1007/s12528-023-09393-y
30. Conrad M., Kablitz D., Schumann S. Learning Effectiveness of Immersive Virtual Reality in Education and Training: A Systematic Review of Findings // *Computers & Education: X Reality*. 2024. Vol. 4. Article no. 100053. DOI: 10.1016/j.cexr.2024.100053
31. Bermejo B., Juiz C., Gómez D.C., Oskam J.A., Moilanen T. et al. AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review // *Informatics*. 2023. Vol. 10. No. 45. DOI: 10.3390/informatics10020045
32. Hamilton D., McKechnie J., Edgerton E., Wilson C. Immersive Virtual Reality as a Pedagogical Tool in Education: A Systematic Literature Review of Quantitative Learning Outcomes and Experimental Design // *Journal of Computers in Education*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 1–32. DOI: 10.1007/s40692-020-00169-2
33. Wang Q., Li Y. How Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality Facilitate Teacher Education: A Systematic Review // *Journal of Computer Assisted Learning*. 2024. DOI: 10.1111/jcal.12949
34. Won M., Ungu D.A., Matovu H., Treagust D.F., Tsai C. et al. Diverse Approaches to Learning with Immersive Virtual Reality Identified from a Systematic Review // *Computers and Education*. 2023. Vol. 195. Article no. 104701. DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104701
35. Vergara D., Antón-Sancho Á., Dávila L.P., Fernández-Arias P. Virtual Reality as a Didactic Resource from the Perspective of Engineering Teachers // *Computer Applications in Engineering Education*. 2022. No. 30. P. 1086–1101. DOI: 10.1002/cae.22504
36. Singh K.D., Singh P. QoS-Enhanced Load Balancing Strategies for Metaverse-Infused VR/AR in Engineering Education 5.0 // *Computer Applications in Engineering Education*. 2024. DOI: 10.1002/cae.22722
37. Antón-Sancho Á., Vergara D., Fernández-Arias P., Ariza-Echeverri E.A. Didactic Use of Virtual Reality in Colombian Universities: Professors' Perspective // *Multimodal Technologies and Interaction*. 2022. Vol. 6. No. 5. P. 38. DOI: 10.3390/mti6050038
38. Talbi K., Zergout I., Ajana S., Haddouchane Z.A. Analytical Study of Virtual Reality in Moroccan Higher Education // *2023 7th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)*. 2023. P. 503–507. DOI: 10.1109/CiSt56084.2023.10409978
39. Лунев Д.Н., Рытов А.И., Серебрякова Ю.В. Оценка образовательных результатов при использовании технологий симуляционного обучения педагогов // *Сборник практик МГПУ в области оценки качества образования: Проект «Комплексная система оценивания образовательных результатов»*. Москва: Издательство ПАРАДИГМА, 2023. С. 99–111. EDN: YJINLK.
40. Ferdig R.E., Kosko K.W. Implementing 360° Video to Increase Immersion, Perceptual Capacity, and Teacher Noticing // *TechTrends*. 2020. No. 64. P. 849–859. DOI: 10.1007/s11528-020-00522-3
41. Hub Y. 360° Virtual Reality Project to Inspire Future Educators to be Creators // *Journal of Education for Teaching*. 2020. Vol. 46. No. 3. P. 421–423. DOI: 10.1080/02607476.2020.1766833
42. Zolfaghari M., Austin C.K., Kosko K.W., Ferdig R.E. Creating Asynchronous Virtual Field Experiences with 360° Video // *Journal of Technology and Teacher Education*. 2020. Vol. 28.

- No. 2. P. 315–320. URL: <https://www.learntechlib.org/primary/p/216115/> (дата обращения: 16.04.2024).
43. Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 2. С. 22–32. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32
 44. Kononowicz A., Woodham L., Edelbring S., Statbakarou N., Davies D. et al. Virtual Patient Simulations in Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration // Journal of Medical Internet Research. 2019. Vol. 21. No. 7. Article no. e14676. DOI: 10.2196/14676
 45. Дежина И.Г. Международное научное сотрудничество российских вузов в новых условиях: ограничения и возможности // ЭКО. 2022. № 11 (581). С. 125–143. DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2022-11-125-143
 46. Дежина И.Г. Научная политика в России в 2018–2022 гг.: противоречивые сигналы // Социологический журнал. 2023. Т. 29. № 2. С. 132–149. DOI: 10.19181/socjour.2023.29.2.10
 47. Давыдов В.В. Анализ дидактических принципов традиционной школы и возможные принципы обучения ближайшего будущего // Шумилин Е.А. [и др.] (отв. ред.) Психологические особенности выпускников средней школы и учащихся профессионально-технических училищ. М., М-во просвещения РСФСР. Моск. обл. пед. ин-т им. Н.К. Крупской, 1974. С. 3–14.
 48. Дудырев Ф.Ф., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажёры в профессиональном образовании // Вопросы образования. 2020. № 3. С. 255–276. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-3-255-276
 49. Boel C., Dekeyser K., Lemal M., Rotsaert T., Valcke M. et al. Towards a Framework for a Nation-Wide Implementation of Augmented, Virtual and Mixed Reality in K-12 Technical and Vocational Education // TechTrends. 2024. No. 68. P. 295–306. DOI: 10.1007/s11528-023-00925-y
 50. Вилкова К.А., Захарова У.С. Учебная аналитика в традиционном образовании: её роль и результаты // Университетское управление: практика и анализ. 2020. № 24 (3). С. 59–76. DOI: 10.15826/umpa.2020.03.026

Статья поступила в редакцию 28.04.2024

Принята к публикации 21.05.2024

References

1. Kornilov, Yu.V. (2019). Immersive Approach in Education. *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya = Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. Vol. 8, No. 1(26), pp. 174-178, doi: <https://doi.org/10.26140/anip-2019-0801-0043> (In Russ., abstract in Eng.).
2. Davydova, D., Gil'vanov, G.R., Kukushkina, Ya.V., Romanova, I.Yu. (2023). Immersive Technologies in Higher Education. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobsbcheniya = Proceedings of Petersburg Transport University*. SPb., PGUPS, Vol. 20, no. 1, pp. 120-132. doi: <https://doi.org/10.20295/1815-588X-2023-1-120-132> (In Russ., abstract in Eng.).
3. Kovalev, A.I., Rogoleva, Yu.A., Egorov, S.Yu. (2019). Studying Computer User's Mental Models: From Cognitive Maps to the "Image of the World". *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya = Moscow University Psychology Bulletin*. No. 4, pp. 44-58, doi: 10.11621/vsp.2019.04.43 (In Russ., abstract in Eng.).
4. Selivanov, V.V., Selivanova, L.N. (2015). Effectiveness of the Use of Virtual Reality for Youth and Adult Education. *Neprevrynoe obrazovanie: XXI vek = Lifelong Education: The 21st Century*. No. 1 (9), pp. 133-152, doi: 10.15393/j5.art.2015.2729 (In Russ., abstract in Eng.).
5. Atal, D., Admiraal, W., Saab, N. (2023). 360° Video in Teacher Education: A Systematic Review of Why and How It is Used in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*. Vol. 135, article no. 104349, doi: 10.1016/j.tate.2023.104349
6. Ivanova, A.V. (2018). VR & AR Technologies: Opportunities and Application Obstacles. *Strategicheskie resheniya i risk menedzhment = Strategic Decisions and Risk Management*. No. 3, pp. 88-107, doi: 10.17747/2078-8886-2018-3-88-107 (In Russ., abstract in Eng.).

7. Lyapunov, V.E., Gilvanov, R.G., Romanova, I.Yu., Vorobyov, A.A. (2023). The Use of Virtual Reality Technologies in Education. *International Journal of Advanced Studies*. Vol. 13, no. 1, pp. 252-266, doi: 10.12731/2227-930X-2023-13-1-252-266 (In Russ., abstract in Eng.).
8. Nabokova, L.S., Zagidullina, F.R. (2019). Outlooks of Applying Augmented and Virtual Reality Technologies in Higher Education. *Professional'noe obrazovanie v sovremenom mire = Professional Education in the Modern World*. Vol. 9, no. 2, pp. 2710-2719, doi: 10.15372/PEMW20190208 (In Russ., abstract in Eng.).
9. Concannon, B.J., Esmail, S., Roberts, M.R. (2019). Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-Secondary Education and Skill Training. *Frontiers in Education*. Vol. 4, no. 80, pp. 1-23, doi: 10.3389/educ.2019.00080
10. Lamb, R., Etopio, E.A. (2020). Virtual Reality: A Tool for Preservice Science Teachers to Put Theory into Practice. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 29, no. 4, pp. 573-585, doi: 10.1007/s10956-020-09837-5
11. Snelson, C., Hsu, Y.C. (2020). Educational 360°-Degree Videos in Virtual Reality: A Scoping Review of the Emerging Research. *TechTrends*. Vol. 64, pp. 404-412, doi: 10.1007/s11528-019-00474-3
12. Gandolfi, E., Kosko, K.W., Ferdig, R.E. (2021). Situating Presence within Extended Reality for Teacher Training: Validation of the Extended Reality Presence Scale (Xrps) in Preservice Teacher Use of Immersive 360° Video. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 52, no. 2, pp. 824-841, doi: 10.1111/bjet.13058
13. Racheev, N.O., Nazarova, L.I. (2023). Digital and Non-Digital Educational Technologies in High School: Immersiveness and Agency. *Nepřeryvnoe obrazovanie: XXI vek = Lifelong Education: The 21st Century*. Vol. 2, no. 42, pp. 1-12, doi: 10.15393/j5.art.2023.8364 (In Russ., abstract in Eng.).
14. Barannikov, K.A., Strikun, N.G., Suvirova, A.Ju. (2022). *Virtual'naja real'nost' obrazovaniya* [Virtual Reality of Education], Moscow: LLC "Grin Print", 94 p. ISBN: 978-5-907719-06-4. (In Russ.).
15. Khukalenko, Iu.S., Bazhina, P.S., Zemtsov, D.I. (2022). Immersive Technologies in School Education: Based on the Results of the All-Russian Testing Program. *Perspektivy nauki i obrazovania = Perspectives of Science and Education*, Vol. 57, no. 3, pp. 338-353, doi: 10.32744/pse.2022.3.19 (In Russ., abstract in Eng.).
16. Paskova, A.A. (2022). Features of Application of Immersive Technologies of Virtual and Augmented Reality in Higher Education. *Vestnik Majkopskogo gosudarstvennogo tehnologiceskogo universiteta*. Vol. 14, no. 3, pp. 83-92, doi: 10.47370/2078-1024-2022-14-3-83-92 (In Russ., abstract in Eng.).
17. Zhigalova, O.P. (2021). Training Simulators in the Professional Education System: Pedagogical Aspect. *Azimuth nauchnykh issledovanii: pedagogika i psikhologiya = Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. Vol. 10, no. 1 (34), pp. 109-112, doi: 10.26140/anip-2021-1001-0026 (In Russ., abstract in Eng.).
18. Zaslavskaya, O.Yu. (2022). Fundamental Approaches to Transforming the Content and Methods of General Education in the Conditions of the Use of Immersive Technologies. In: *Informatsionnye sistemy i tekhnologii: materialy mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa po informatike* [Information Systems and Technologies: Proceedings of the International Scientific Congress on Informatics]. Minsk: Belarusian State University, pp. 67-72. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49743538_34008920.pdf (accessed: 16.04.2024). (In Russ., abstract in Eng.).
19. Votintsev, A.V. (2022). Modernization of the Material and Technical Basis of Higher Pedagogical Education. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii = Pedagogical Education in Russia*. No. 4,

- pp. 113-121. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49541221_22149178.pdf (accessed: 16.04.2024). (In Russ., abstract in Eng.).
20. Karakozov, S.D., Ryzhova, N.I., Koroleva, N.Yu. (2020). Virtual Reality: The Genesis of the Concept and Trends of Use in Education. *Informatika i obrazovanie = Informatics and Education*. No. 10, pp. 6-16, doi: 10.32517/0234-0453-2020-35-10-6-16 (In Russ., abstract in Eng.).
 21. Cicek, I., Bernik, A., Tomičić, I. (2021). Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education – A Survey Questionnaire. *Information*. Vol. 12, no. 4, p. 151, doi: 10.3390/info12040151
 22. Sviridova, E., Yastrebova, E., Bakirova, G., Rebrina, F. (2023). Immersive Technologies as an Innovative Tool to Increase Academic Success and Motivation in Higher Education. *Frontiers in Education*. Vol. 8, article no. 1192760, doi: 10.3389/educ.2023.1192760
 23. Bicalho, D.R., Piedade, J.M., Matos, J.F. (2023). The Use of Immersive Virtual Reality in Educational Practices in Higher Education: A Systematic Review. *2023 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, Setúbal, Portugal, pp. 1-5, doi: 10.1109/SIIE59826.2023.10423711
 24. Natale, A.F., Repetto, C., Riva, G., Villani, D. (2020). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A 10-Year Systematic Review of Empirical Research. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 51, no. 6, pp. 2006-2033, doi: 10.1111/bjet.13030
 25. Pellas, N., Mystakidis, S., Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A Systematic Review of the Last Decade Scientific Literature. *Virtual Reality*. Vol. 25, pp. 835-861, doi: 10.1007/s10055-020-00489-9
 26. Yu, Z. (2023). A Meta-Analysis of the Effect of Virtual Reality Technology Use in Education. *Interactive Learning Environments*. Vol. 31, no. 8, pp. 4956-4976, doi: 10.1080/10494820.2021.1989466
 27. Yu, Z., Xu, W. (2022). A Meta-Analysis and Systematic Review of the Effect of Virtual Reality Technology on Users' Learning Outcomes. *Computer Applications in Engineering Education*. No. 30, pp. 1470-1484, doi: 10.1002/cae.22532
 28. Dong, W., Zhou, M., Zhou, M., Jiang, B., Lu, J. (2023). An Overview of Applications and Trends in the Use of Extended Reality for Teaching Effectiveness: An Umbrella Review Based on 20 Meta-Analysis Studies. *The Electronic Library*. No. 41, pp. 557-577, doi: 10.1108/EL-11-2022-0257
 29. Modrego-Alarcón, M., Morillo, H., Campos, D., Navarro-Gil, M. T., Montero-Marín, J. et al. (2023). Effects and Acceptability of Virtual Reality to Facilitate Mindfulness Practice in University Students. *Journal of Computing in Higher Education*, doi: 10.1007/s12528-023-09393-y
 30. Conrad, M., Kablitz, D., Schumann, S. (2024). Learning Effectiveness of Immersive Virtual Reality in Education and Training: A Systematic Review of Findings. *Computers & Education: X Reality*. Vol. 4, article no. 100053, doi: 10.1016/j.cexr.2024.100053
 31. Bermejo, B., Juiz, C., Gómez, D.C., Oskam, J.A., Moilanen, T. et al. (2023). AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review. *Informatics*. Vol. 10, no. 45, doi: 10.3390/informatics10020045
 32. Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., Wilson, C. (2021). Immersive Virtual Reality as a Pedagogical Tool in Education: A Systematic Literature Review of Quantitative Learning Outcomes and Experimental Design. *Journal of Computers in Education*. Vol. 8, no. 1, pp. 1-32, doi: 10.1007/s40692-020-00169-2
 33. Wang, Q., Li, Y. (2024). How Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality Facilitate Teacher Education: A Systematic Review. *Journal of Computer Assisted Learning*, doi: 10.1111/jcal.12949
 34. Won, M., Ungu, D.A., Matovu, H., Treagust, D.F., Tsai, C. et al. (2023). Diverse Approaches to Learning with Immersive Virtual Reality Identified from a Systematic Review. *Computers and Education*. Vol. 195, article no. 104701, doi: 10.1016/j.compedu.2022.104701

35. Vergara, D., Antón-Sancho, Á., Dávila, L.P., Fernández-Arias, P. (2022). Virtual Reality as a Didactic Resource from the Perspective of Engineering Teachers. *Computer Applications in Engineering Education*. No. 30, pp. 1086-1101, doi: 10.1002/cae.22504
36. Singh, K.D., Singh, P. (2024). QoS-Enhanced Load Balancing Strategies for Metaverse-Infused VR/AR in Engineering Education 5.0. *Computer Applications in Engineering Education*, article no. e22722, doi: 10.1002/cae.22722
37. Antón-Sancho, Á., Vergara, D., Fernández-Arias, P., Ariza-Echeverri, E.A. (2022). Didactic Use of Virtual Reality in Colombian Universities: Professors' Perspective. *Multimodal Technologies and Interaction*. Vol. 6, no. 38, doi: 10.3390/mti6050038
38. Talbi, K., Zergout, I., Ajana, S., Haddouchane, Z.A. (2023). Analytical Study of Virtual Reality in Moroccan Higher Education. In: *2023 7th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)*, pp. 503-507, doi: 10.1109/CiSt56084.2023.10409978
39. Lunev, D.N., Rytov, A.I., Serebryakova, Yu.V. (2023). [Assessment of Educational Outcomes when Using Simulation Learning Technologies for Educators]. In: *Sbornik praktik MGPU v oblasti otsenki kachestva obrazovaniya: Proekt "Kompleksnaya sistema otsenivaniya obrazovatel'nykh rezul'tatov"* [Collection of Practices of the Moscow City University in the Education Quality Assessment: Project "Integrated System of Educational Outcomes Assessment"]. Moscow, Publisher PARADIGMA, pp. 99-111. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54328131_30229623.pdf (accessed: 16.04.2024). (In Russ.).
40. Ferdig, R.E., Kosko, K.W. (2020). Implementing 360° Video to Increase Immersion, Perceptual Capacity, and Teacher Noticing. *TechTrends*. No. 64, pp. 849-859, doi: 10.1007/s11528-020-00522-3
41. Huh, Y. (2020). 360° Virtual Reality Project to Inspire Future Educators to Be Creators. *Journal of Education for Teaching*. Vol. 46, no. 3, pp. 421-423, doi: 10.1080/02607476.2020.1766833
42. Zolfaghari, M., Austin, C.K., Kosko, K.W., Ferdig, R.E. (2020). Creating Asynchronous Virtual Field Experiences with 360° Video. *Journal of Technology and Teacher Education*. Vol. 28, no. 2, pp. 315-320. Available at: <https://www.learntechlib.org/primary/p/216115/> (accessed: 16.04.2024).
43. Vikhman, V.V., Romm, M.V. (2021). "Digital twins" in Education: Prospects and Reality. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 30, no. 2, pp. 22-32, doi: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32 (In Russ., abstract in Eng.).
44. Kononowicz, A., Woodham, L., Edelbring, S., Stathakarou, N., Davies, D. et al. (2019). Virtual Patient Simulations in Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*. Vol. 21, no. 7, article no. e14676, doi: 10.2196/14676
45. Dezhina, I.G. (2022). International Scientific Cooperation of Russian Universities in New Conditions: Limitations and Opportunities. *Zhurnal EKO = ECO Journal*, No. 52 (11), pp. 125-143, doi: 10.30680/ECO0131-7652-2022-11-125-143 (In Russ., abstract in Eng.).
46. Dezhina, I.G. (2023). Russia's Science Policy in 2018-2022: Controversial Signals. *Sotsiologicheskii Zhurnal = Sociological Journal*. Vol. 29, no. 2, pp. 132-149, doi: 10.19181/socjour.2023.29.2.10 (In Russ., abstract in Eng.).
47. Davydov, V.V. (1974) [Analysis of Didactic Principles of the Traditional School and Possible Principles of Teaching the Near Future]. In: Shumilin E.A. et al. (eds) *Psikhologicheskie osobennosti vypusknikov srednei shkoly i uchashchikhsya professional'no-tekhnicheskikh uchilishch* [Psychological Features of High School Graduates and Students of Vocational Schools]. M., Ministry of Education of RSFSR, Moscow Regional Pedagogical Institute named after N.K. Krupskaya, pp. 3-14. (In Russ.).

48. Dudyrev, F.F., Maksimenkova, O.V. (2020). Training Simulators in Vocational Education: Pedagogical and Technological Aspects. *Voprosy Obrazovaniya = Educational Studies Moscow*, No. 3, pp. 255-276, doi: 10.17323/1814-9545-2020-3-255-276
49. Boel, C., Dekeyser, K., Lemal, M., Rotsaert, T., Valcke, M. et al. (2024). Towards a Framework for a Nation-Wide Implementation of Augmented, Virtual and Mixed Reality in K-12 Technical and Vocational Education. *TechTrends*. No. 68, pp. 295-306, doi: 10.1007/s11528-023-00925-y
50. Vilkova, K.A., Zakharova, U.S. (2020). Learning Analytics in Conventional Education: its Role and Outcomes. *Univesitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*. No. 24 (3), pp. 59-76, doi: 10.15826/umpa.2020.03.026 (In Russ., abstract in Eng.).

*The paper was submitted 28.04.2024
Accepted for publication 21.05.2024*

Сведения для авторов

К публикации принимаются статьи, как правило, не превышающие 40000 знаков.

Название файла со статьей – фамилии и инициалы авторов. Таблицы, схемы и графики должны быть представлены в формате MS Word (с возможностью редактирования) и вставлены в текст статьи. Подписи к рисункам, графикам, диаграммам, таблицам должны быть продублированы на английском языке.

Рукопись должна включать следующую информацию *на русском и английском языках*:

- название статьи (не более шести-семи слов);
- сведения об авторах (ФИО полностью, ученое звание, ученая степень, должность, ORCID, Researcher ID, e-mail, название организации с указанием полного адреса и индекса);
- аннотация и ключевые слова (отразить цель работы, методы, основные результаты и выводы, объём – не менее 250–300 слов, или 20–25 строк); весь блок на английском языке должен быть прочитан и одобрен специалистом-лингвистом или носителем языка;
- литература (15–25 и более источников). Ссылки даются в порядке упоминания.

В целях расширения читательской аудитории и выхода в международное научно-образовательное пространство рекомендуется включать в список литературы (References) зарубежные источники. Важно: при оформлении References имена авторов должны указываться в оригинальной транскрипции (не транслитом!), а название источника – в том виде, в каком он был опубликован. Если источник имеет DOI, его следует указывать.

Если в статье имеется раздел «Благодарность» (Acknowledgement), то в англоязычной части статьи следует разместить его перевод на английский язык.

Рекомендуем перед отправкой рукописи в редакцию убедиться, что статья оформлена по нашим правилам.