

Стрикун Наталья Геннадьевна

канд. пед. наук, заведующая лабораторией

Сувилова Анастасия Юрьевна

канд. пед. наук, старший научный сотрудник

ГАОУ ВО «Московский городской

педагогический университет»

г. Москва

DOI 10.31483/r-103314

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ

Аннотация: в статье рассматриваются особенности использования иммерсивных технологий на разных уровнях школьного и высшего образования, а также профессиональной подготовки на примере кейсов российских и зарубежных университетов и школ.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность.

Иммерсивные технологии в современном образовании представлены различным набором и сочетанием возможностей, инструментов и специально созданных сред, которые дают пользователям практически неограниченную свободу действий в познании новых или непонятных для них явлений окружающей действительности. История этих технологий началась еще в 1962 году с создания мультисенсорного симулятора Sensorama, который стал попыткой создания виртуальной среды, а затем продолжилась созданием первого аппаратного обеспечения – дисплея виртуальной реальности, устанавливаемого на голове, в 1965 году. С тех пор технологии шагнули дальше и уже предлагали полноценно созданные виртуальные среды с расширенным функционалом и возможностью задействовать все чувства человека, а также благодаря открывшимся возможностям безопасно проводить эксперименты, обучаться профессии, тренировать

коммуникацию, исследовать труднодоступные места на планете, изучать вселенную и космос, а также учиться проводить хирургические вмешательства в симуляторах и изучать анатомию изнутри.

Сегодня под словом «иммерсивный» понимаются такие технические и инструментальные комбинации, как VR – виртуальную реальность которая моделирует восприятие человека в системах 3D-, 360-видео, а также воссоздают звуки, ощущения и запах; AR – дополненная реальность – это технология, позволяющая воссоздавать реальность, в которой мы существуем, с помощью реальных и цифровых элементов и устройств считывания; MR – смешанная реальность представляет собой комбинацию дополненной и виртуальной реальностей. Цифровые и физические объекты сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени; XR – расширенная реальность – термин, объединяющий AR и VR технологии.

Анализ практик внедрения иммерсивных технологий позволяет увидеть как изменяется современное образование, которое соединяет в себе погружение при помощи виртуальной или смешанной реальности в виртуальные миры с возможностью коммуникации и взаимодействия с профессорами и экспертами в исследовании, проектировании и создании виртуальных объектов и процессов.

В ходе анализа кейсов удалось сгруппировать используемые в образовании иммерсивные технологии по следующим областям применения, во-первых, на разных уровнях образования: в школьном образовании, в высшем и дополнительном профессиональном образовании. Во-вторых, были выделены интегративные практики, которые соединяют образование и реальные процессы в разных профессиональных сферах.

Школьное образование активно начинает использовать преимущества иммерсивных технологий, которые позволяют настолько усложнить и разнообразить пространство восприятия и опыта взаимодействия с объектами и процессами, которые недоступны в школьных стенах. Заинтересованы в развитии школьного образования и компании, которые ведут разработки антивандального, недорогого и удобного оборудования для использования его в учебном процессе.

Примером успешности и востребованности таких разработок может служить Детский технопарк «Кванториум» – российская федеральная сеть детских технопарков для получения дополнительного образования. В процессе учебного курса VR/AR-квантума школьники изучают устройство высокотехнологичного оборудования, выявляют их оптические и графические особенности, а также влияние тех или иных конструктивных элементов (например, датчиков) на работу системы в целом. Дети учатся работать с очками дополненной и смешанной реальности, шлемами виртуальной реальности, контроллерами, новейшими камерами с обзором 360 градусов, с помощью которых тестируют существующие приложения. В рамках VR/AR-квантума изучаются основные принципы построения виртуального пространства и создания аудиовизуальных моделей в различных средах разработки. Особое внимание в курсе обучения уделяется командной работе и проектной деятельности: можно поучаствовать в создании AR-квестов (квестов с элементами дополненной реальности), виртуальных экскурсий по городу, образовательных приложений по тематике других квантумов.

В зарубежных школах также используются возможности иммерсивных игровых технологий для вовлечения студентов в учебу. В Школе Святого Иоанна в Бостоне, штат Массачусетс, использует Minecraft и VR для создания иммерсивного опыта. В 2013 году школа начала предлагать учащимся доступ к иммерсивному образованию. Год спустя школа расширила программу внеклассного обучения Immersive Education, включив в нее Minecraft, Scratch Junior, виртуальную реальность (VR) и 3D-печать. Учащиеся с 3 по 6 класс используют технологии и методы программы иммерсивного образования для создания собственных видеоигр, интерактивных историй, живых мультфильмов и анимации, чтобы погрузиться в историю, науку, технологию, инженерное дело, искусство, архитектуру и математику (STEaM). Иммерсивное образование в Школе Святого Иоанна – это набор передовых цифровых технологий, которые «погружают» и вовлекают учащихся в процесс обучения таким образом, который невозможен при использовании традиционных методов обучения. Виртуальная реальность (VR), виртуальные миры, игровые системы обучения, симуляции, дополненная реальность

(AR), полностью иммерсивные среды (такие как пещеры и купола), креативные вычислительные системы и 3D-печать – вот те технологии иммерсивного образования, которые использует школа Святого Иоанна в своей учебной программе «Иммерсивное образование». Школа пользуется большим успехом и заслужила признание на международных конференциях по иммерсивным технологиям [13].

Иммерсивные решения, которые используются в школах [20], помогают «разбавить» или частично заменить традиционное обучение в классе и чаще всего и применяются для проведения виртуальных экскурсий или проведения экспериментов. Однако школы также используют AR/VR-решения для смешанного и дистанционного обучения, то есть позволяют школьникам участвовать в удаленном обучении и взаимодействовать с преподавателями и сверстниками в реальном времени, используя общие виртуальные элементы. Работа в полностью виртуальной среде помогает снизить влияние отвлекающих факторов во время дистанционного обучения, и тем самым повышает у школьников интерес к обучению. Оно также позволяет лучше усваивать материал, так как работа в иммерсивной среде предполагает повторение определенного алгоритма действий и помогает быстрее запомнить материал, не говоря уже о повышенном интересе к обучению. Еще одним плюсом иммерсивных технологий является расширенные возможности персонализации обучения, позволяя выбрать собственный темп освоения программы, при этом ученик находится в безопасной и комфортной для себя среде, что снижает уровень возможного стресса от обучения или страх ошибки. Более того, иммерсивные технологии и инструменты, используемые в школе, позволяют измерить и гарантировать результат учащегося, уровень понимания и мастерства. Примером инструмента, используемого для измерения результатов обучения в зарубежных школах, может служить платформа VISIONxR™, которая помогает построить иммерсивное обучение с оценкой в основе любого опыта. Опыт ученика может отслеживаться в режиме реального времени его учителями, тренерами или сверстниками, что дает им возможность получить немедленную обратную связь. Кроме того, данные о работе могут быть

записаны для анализа после проведения опытов и лабораторных работ, которые потом можно повторить позднее для проверки усвоения материала.

В группе кейсов высшего образования можно выделить два направления внедрения иммерсивных технологий: первое – это использование иммерсивных технологий как инструмента преподавания дисциплин образовательных программ. Наибольшее распространение симуляции нашли в таких дисциплинах как химия, физика, астрономия, иностранный язык. Вторая группа кейсов рассматривает одно из интересных направлений развития профессионального образования, которое связано с интеграцией в него реальных производственных, проектных и исследовательских процессов реальной экономики. Возможности инструментария иммерсивных технологий создали разнообразие возможностей для архитекторов, дизайнеров, музыкантов объединяться вне стен, границ, языковых барьеров с помощью виртуальных лабораторий и платформ, создавая виртуальные миры, где могут встретиться и взаимодействовать студенты и эксперты, исследователи и стартаперы.

Среди российских вузов наиболее показательны наработки таких университетов, как Сколково, Высшая школа экономики, Дальневосточный федеральный университет и Казанский (Приволжский) федеральный университет. НИУ ВШЭ одним из первых ввели возможность посещения лекций в формате дополненной реальности VR 360, а также в 2020 году инициировали проект по моделированию социальных и научных процессов с помощью VR и нейросетей в университете. В университетах ученые проектируют оборудование для изучения космоса, создают виртуальные прототипы в области робототехники, информатики и биотехнологий.

Дальневосточный федеральный университет является важным центром VR-экспертизы в академической среде: инициировал магистерскую программу по виртуальной и дополненной реальности, открыл специализированную лабораторию, которая позволяет обучать специалистов в сфере цифровых технологий, а также исследовать возможности применения современных технологий виртуаль-

ной и дополненной реальности в области моделирования объектов и окружающей их среды. Университет стал создателем особой образовательной платформы – интернет витрины с доступом к программному обеспечению для зарегистрированных пользователей по всем школьным предметам.

Казанский (Приволжский) федеральный университет включает 20 лабораторий виртуальной и дополненной реальности, где проходят обучение студенты бакалавриата и магистратуры по программам разработок и инженерного дела в цифровой среде. Здесь также проходит обучение по созданию автоматизированных систем учета как результатов археологических исследований, так и мониторинга состояния архитектурных памятников, интерактивных экспозиций, симуляций производственных процессов, архитектурных конструкций и т. д.

Зарубежные вузы также используют иммерсивные технологии для обучения студентов и улучшения образовательного процесса. Например, Государственный университет Колорадо использует собственную лабораторию иммерсивной реальности для повышения качества биомедицинского образования благодаря работе в специальном симуляторе, где студенты в командах по 4 человека изучают тело человека и его жизненные процессы, что позволяет университету сэкономить средства на медицинское оборудование. Университет штата Пенсильвания использует возможности смешанной реальности, чтобы студенты могли «посетить» Солнечную систему, спуститься глубоко под воду, чтобы изучить влияние загрязнения на океаны, или совершить 360-градусный тур по древнеримскому городу или египетской пирамиде, а также практиковаться в безопасной среде без риска совершить ошибку в реальной жизни. Медицинская школа Юн Лу Линь Национального университета Сингапура также отдает предпочтение отработке практических навыков своих студентов в виртуальной геймефицированной среде с помощью с помощью VR-устройств. Мичиганский университет запустил ряд проектов по иммерсивным технологиям: Digital Brave Spaces помогает работникам социальной сферы набраться опыта в специально смоделированных учебных подконтрольных симуляциях общения, которые соответствуют

принятым стандартам в данной области [10]; *Feedback Loops* направлен на получение студентами базовых знаний как давать и получать надлежащую обратную связь, с которой у многих студентов возникли проблемы [11]; *Cultivating Leadership Competency through XR* направлен на развитие лидерских качеств, через получение недостающих навыков и умений в области «мягких навыков» через прохождение специально созданных симуляций [7].

В Южном Федеральном университете открыта специальная лаборатория, которая сопровождает магистерскую программу «Разработка мобильных приложений и компьютерных игр» и предназначена как для проведения занятий со студентами, так и для выполнения учебных и исследовательских высокотехнологичных проектов и разработки высокотехнологичных продуктов (приложений и сервисов) в широком спектре предметных областей – от инновационного образования до индустрии интерактивных развлечений, которые в дальнейшем используются по назначению [2].

Среди зарубежных университетов наиболее выделяются исследования Наньского технологического университета, Сингапур, который разработал специальную технологию VR, которая позволяет студентам и исследователям виртуально взаимодействовать с вирусом SARS-CoV-2, не подвергая себя излишней опасности. Массачусетский технологический институт и его иммерсивная лаборатория, которая содержит встроенные системы, отдельное оборудование и платформы, а также информационные мощности для поддержки новых методов обучения и приложений, таких как создание и испытание иммерсивных сред, захват движений человека, 3D сканирование цифровых активов, 360-градусное моделирование пространства, интерактивные вычисления и визуализация, а также сопряжение физического и цифрового миров в режиме реального времени. Основное внимание в лаборатории уделяется поддержке исследования данных, позволяя ученым и инженерам анализировать и визуализировать свои исследования в масштабе человека с помощью больших, многомерных представлений, позволяющих визуальные, тактильные и слуховые представления.

Дрексельский университет проводит специализированные исследования в лаборатории GLIDE, которые посвящены проектированию, разработке и интеграции технологий, обучению на основе игр, персонализированному обучению и процессу обучения как исследованию личности в формальной, неформальной и неофициальной среде обучения. Исследователи лаборатории GLIDE стремятся к интеграции существующих и вновь разработанных методов и методологий в этих областях исследований, которые включают, но не ограничиваются: анализ социальных сетей (SNA), анализ эпистемических сетей (ENA), анализ социальных и эпистемических сетей (SENA), количественная этнография (QE) и машинное обучение (ML) [18].

Университет Барселоны использует VR как инструмент в психологии и нейронауках. Например, там проводится академическое исследование, направленное на изучение преимуществ виртуальной реальности в сфере психологического здоровья, что привело к созданию проекта по изучению потенциальных медицинских и промышленных применений этого приложения. Он предполагает создание виртуальных сеансов психотерапии с использованием иммерсивных технологий, где пользователь проводит анализ. Для этого была создана компания Virtual Bodyworks на базе Университета Барселоны, где ее основатели – Мел Слейтер, Мави Санчес Вивес и Бернхард Шпанланг -выступили с простой миссией – использовать прорыв в нейронауке и исследованиях виртуальной реальности, чтобы изменить общество [17]. Также в Университете была создана лаборатория Event Lab, которая использует преимущества виртуальной реальности в разработке проектов. Например, разработана система виртуальной реальности, чтобы мужчины, совершившие преступление, связанное с насилием, могли поставить себя на место жертвы. В исследовании, опубликованном в журнале Scientific Reports, авторы показывают, что мужчины, совершившие домашнее насилие, имеют дефицит распознавания эмоций, и что виртуальный опыт может его улучшить [19].

Система иммерсивных технологий также богата разнообразными инструментами и приложениями, которые помогают получить непревзойденный опыт

использования пользователям на всех уровнях образования и подготовки. К наиболее популярным можно отнести такие программы, как:

ClassVR – это платформа иммерсивного образования с полным набором услуг, включая необходимое оборудование (пластиковые гарнитуры VR) и библиотеку иммерсивного образовательного контента, соответствующего учебному плану, которым учителя могут управлять из централизованной системы управления на одном компьютере;

Kai XR – это платформа иммерсивного обучения, которая была разработана для устранения пробелов в образовании – доступа к экскурсиям и другим мероприятиям по обогащению. Платформа предлагает многоязычные виртуальные экскурсии в музеи, памятники, исторические места и даже в космос. Помимо экскурсий, платформа включает в себя инструменты для обучения учащихся созданию собственных иммерсивных пространств и виртуального опыта.

Oxford Medical Simulation – это платформа медицинского моделирования на основе VR, которая позволяет учащимся отрабатывать сценарии ухода за пациентами, от сбора истории болезни до назначения лечения. После завершения моделирования, учащиеся получают индивидуальную обратную связь и могут повторить сценарий несколько раз, чтобы улучшить свои результаты. Программное обеспечение также можно использовать удаленно на компьютере, если у студентов нет доступа к гарнитуре.

Career Mindset Development – это интерактивная VR-симуляция, разработанная цифровой платформой обучения «мягким навыкам» Bodyswaps в рамках партнерства с колледжами дополнительного образования в Великобритании. 15-минутный модуль позволяет учащимся, которые только начинают работать, практиковать навыки общения на рабочем месте и предоставляет им обратную связь по вербальному и невербальному общению.

Приложение CardBoard. Учащиеся могут конструировать модели молекул с одинарными, двойными и тройными связями, а также создавать модели циклических соединений. При наведении камеры мобильного устройства на формулу

химического вещества, напечатанную на листе бумаги, ученик сможет наблюдать и изучать 3D-представление соответствующей молекулы в дополненной реальности. Режим AR в приложении реализован на основе подхода BYOD (Bring Your Own Device – «принеси свое собственное устройство»). Ученики используют на уроках свои смартфоны или планшеты [6].

Приложение Твори. С помощью приложения дети учатся создавать кино, мультфильмы и анимацию, развивая навыки сторителлинга, режиссуры и дизайна [16].

Платформа Rubius. Помогает изучать основы безопасности жизнедеятельности через проведение практических занятий в виртуальной и дополненной реальности и визуализацию скрытых параметров. Основными преимуществами платформы является безопасность, а также возможность проведения и отработки практических занятий без оборудования и расходных материалов [15].

Помимо симуляции, позволяющих осуществлять учебные действия, недоступные в физической реальности, VR оказывает положительное влияние на решение задач мотивации к обучению. Выделяют три типа мотивов, которые являются ведущими при обучении в иммерсивных средах: мотивация достижения (за счет высокого уровня геймификации), мотивация презентации (через действие с аватарами, желательными идеальными/ альтернативными моделями поведения), мотивация познания (высокий уровень новизны).

Согласно проанализированным кейсам и по прогнозам аналитиков помимо симуляторов, которые позволяют погрузиться в отработку отдельных действий и операций, а также повысить результативность обучения наблюдением за устройством объектов и явлений, новые цифровые решения за счет стимуляции ощущений всех органов чувств позволяют расширить линейку учебных задач. В этом же направлении прогнозируется прорыв в области дополненной и смешанной виртуальности.

Как правило в настоящее время в российских публикациях только анонсируются исследования, либо осуществляется постановка проблемы и необходимости осуществлять психофизические исследования влияния иммерсивных технологий на человека.

Более широко проблема исследования влияния иммерсивных технологий на здоровье освещается в зарубежных публикациях, которые в целом не отмечают серьезного вреда здоровью, но относят их к группе риска и также подчеркивают необходимость дальнейших исследований [1; 6; 8; 9].

Публикации, которые освещают положительные и отрицательные стороны таких технологий пока основаны на методах интервью, например А.В. Иванова в своей публикации «Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения» среди отрицательных сторон отмечает дороговизну оборудования и недостаточность контента, среди положительных можно отметить влияние на вовлеченность и мотивацию к обучению [3].

Исследования ученых пока не обнаружили возрастных ограничений использования дополненной, смешанной и виртуальной реальности в обучении. Можно отметить, что разработчики контента для обучения школьников все более предметизируют свои разработки для конкретных предметов и профилей обучения. Так, например в публикации «Интерактивная азбука с дополненной реальностью как форма вовлечения детей в образовательный процесс» показана большая эффективность в освоении навыков чтения детьми при использовании дополненной реальности [5].

На основании изученных исследований и кейсов можно выделить возможности использования иммерсивных технологий (AR и VR) на уроках как индивидуально, так и в группах, а также более широкое применение на занятиях дополнительного образования. Примером такого применения в России является «Кванториум», возможности которого позволяют включить эти занятия в образовательные программы школы, даже без использования соответствующего оборудования.

Первичный анализ публикаций, интернет источников и кейсов также позволил выявить преимущества иммерсивных образовательных приложений и платформ в сфере подготовки кадров: более высокая интерактивность по сравнению с обычными компьютерными системами; возможности взаимодействия с моделями промышленных установок; симуляции опасностей, аварийных и чрезвычайных ситуаций; наблюдения за процессами с разных точек зрения; визуализации невидимых процессов; изменения временных параметров, в частности, замедленного протекания быстрых процессов и наоборот; масштабирования в трехмерных конструкциях; погружения в эти миры на основе интуитивно понятных пользовательских интерфейсов.

Среди перспективных моделей включения иммерсивных технологий в подготовку и повышение квалификации специалистов можно отметить погружение в профессиональную среду, которая воссоздается на базе виртуальных классов и в интернет-среде. От дополненной реальности к полной виртуальной реальности, воссоздающей все виды ощущений – процесс, который позволяет максимально приблизить симуляции к реальной действительности. Примером такого профессионального погружения и обучения может служить иммерсивный симулятор класса TeachLivE, разработанный в Центре исследований в области образовательных симуляционных технологий Университета Центральной Флориды благодаря которому можно повысить не только профессиональные навыки, но и уровень коммуникации и стрессоустойчивости. Программа имитирует виртуальный класс, когда учитель ведет занятие и в процессе отрабатывает навыки преподавания, умение работать и преподносить определенный контент [14].

Второе направление связано с включением специализированных инструментов, которые позволяют воссоздавать коммуникативные и межличностные взаимодействия, позволяющие проводить исследования и обучение специалистов по профильным областям.

Динамика изменения цифровых решений в области производства иммерсивного контента отмечается как положительная на протяжении последних лет по данным аналитиков [4].

Однако большинство аналитиков подчеркивают, что в целом производство контента является ресурсоемким и требует объединения усилий большого числа заинтересованных лиц. Аналитиками также подчеркивается эффективность инвестиционных вложений в иммерсивные технологии, за счет высокой результативности получаемых продуктов, используемых в различных сферах: медицине, маркетинге, проектировании, образовании, сфере развлечений.

Список литературы

1. Вреден ли VR для здоровья? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/modum-lab/%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD-%D0%BB%D0%B8-vr-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8C%D1%8F-5d8571d558a4> (дата обращения: 01.09.2022).
2. В ЮФУ открыли лабораторию виртуальной и дополненной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sfedu.ru/press-center/news/65339> (дата обращения: 01.09.2022).
3. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / А.В. Иванова // СРРМ. – 2018. – №3 (108) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya-primeneniya> (дата обращения: 01.09.2022).
4. Инновационные технологии в образовательном процессе: тенденции, перспективы развития // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Психолого-педагогич. науки. – 2017. – №2 (34)
5. Секерин В.Д. Интерактивная азбука с дополненной реальностью как форма вовлечения детей в образовательный процесс / В.Д. Секерин, А.Е. Горохова, А.А. Щербаков [и др.] // Открытое образование. – 2017. – №5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnaya-azbuka-s-dopolnennoy-realnostyu-kak-forma-vovlecheniya-detey-v-obrazovatelnyy-protsess> (дата обращения: 08.09.2022).

6. Cardboard [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arvr.google.com/intl/ru_ru/cardboard/get-cardboard/ (дата обращения: 08.09.2022).

7. Cultivating Leadership Competency through XR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.umich.edu/projects/cultivating-leadership-competency-through-xr> (дата обращения: 01.09.2022).

8. D'Amour S., Bos J.E., Keshavarz B. The efficacy of airflow and seat vibration on reducing visually induced motion sickness // *Experimental brain research*. – 2020. – Vol 235. №9. – P. 2811–2820 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00187208211008687> (дата обращения: 08.09.2022).

9. Dick E. Risks and Challenges for Inclusive and Equitable Immersive Experiences [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itif.org/publications/2021/06/01/risks-and-challenges-inclusive-and-equitable-immersive-experiences/> (дата обращения: 08.09.2022).

10. Digital Brave Spaces [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.umich.edu/projects/digital-brave-spaces> (дата обращения: 01.09.2022).

11. Feedback Loops [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.umich.edu/projects/feedback-loops> (дата обращения: 01.09.2022).

12. Simone Grassini and Karin Laumann. 2021. Immersive visual technologies and human health. In *European Conference on Cognitive Ergonomics 2021 (ECCE 2021)*, April 26–29, 2021, Siena, Italy. ACM, New York, NY, USA, 6 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/351109428_Immersive_visual_technologies_and_human_health (дата обращения: 01.09.2022).

13. Historic Boston School Expands Immersive Education Program [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://immersiveeducation.org/news/2014/10/09/historic-boston-school-expands-immersive-education-program#:~:text=A%20revolution%20in%20education.,\(VR\)%20and%203D%20printing](https://immersiveeducation.org/news/2014/10/09/historic-boston-school-expands-immersive-education-program#:~:text=A%20revolution%20in%20education.,(VR)%20and%203D%20printing) (дата обращения: 01.09.2022).

14. Kickin' It New School. A cutting-edge classroom simulator at UCF is helping educators become better teachers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ucf.edu/pegasus/kickin-new-school/> (дата обращения: 01.09.2022).

15. Rubius [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rubius.com/> (дата обращения: 01.09.2022).

16. Tvorі [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tvori.co/> (дата обращения: 01.09.2022).

17. University of Barcelona and Virtual Bodyworks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.immerseuk.org/case-study/university-of-barcelona-and-virtual-bodyworks/> (дата обращения: 08.09.2022).

18. Virtual Hub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drexel.edu/soe/research/virtual-hub/> (дата обращения: 08.09.2022).

19. Virtual Reality Improves Empathy in Abusers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/vtdWR> (дата обращения: 01.09.2022).

20. Williams, Samuel & Enatsky, Rowena & Gillcash, Holly & Murphy, James & Gracanin, Denis. (2021). Immersive Technology in the Public School Classroom: When a Class Meets. 1–8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/352810245_Immersive_Technology_in_the_Public_School_Classroom_When_a_Class_Meets (дата обращения: 08.09.2022).