

– ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ –

УДК 373.1:004.946

Ю. В. Корнилов¹, М. У. Мукашева², С. М. Сарсимбаева³

Применение технологий виртуальной реальности в изучении различных предметов: обзор научной литературы

¹Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

²Национальная академия образования им. И. Алтынсарина,
г. Нур-Султан, Республика Казахстан

³Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова,
г. Актобе, Республика Казахстан

Аннотация. Статья представляет собой обзор последних исследований об использовании технологий виртуальной реальности (VR) в изучении различных предметов. Актуальность исследования обусловлена ростом интереса к использованию VR-технологий в образовательном процессе. На рынке появляется все больше образовательного контента для виртуальных сред, многие организации осуществляют постепенную интеграцию VR-технологий в изучении различных предметов. Цель исследования – дополнение имеющихся знаний по применению технологий виртуальной реальности в изучении различных учебных дисциплин путем обзора и систематизации зарубежных научных статей, изданных за период с 2018 по 2022 г., индексируемых в различных наукометрических базах. В качестве основного метода был применен протокол для проведения систематического обзора литературы, описывающий процедуру поиска и критерии включения статей. Данным научным обзором охвачено 20 зарубежных публикаций по исследованию применения технологий виртуальной реальности по таким направлениям как история, математика, деревообработка, химия, анатомия, физика, дизайн, программирование роботов, обучение профессиональной безопасности, животноводство,

КОРНИЛОВ Юрий Вячеславович – к. пед. н., доцент кафедры информатики и вычислительной техники Педагогического института, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова.

E-mail: kornilov@lenta.ru

KORNILOV Iurii Viacheslavovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor, Department of Informatics and Computer Engineering, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

МУКАШЕВА Манаргуль Умирзаковна – к. пед. н., доцент, главный научный сотрудник Национальной академии образования им. И. Алтынсарина (Республика Казахстан).

E-mail: mukasheva_07@mail.ru

MUKASHEVA Manargul Umirzakovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Y. Altynsarin National Academy of Education (Republic of Kazakhstan), Chief Researcher.

САРСИМБАЕВА Сауле Мусаевна – к. ф.-м. н., доцент кафедры информатики и информационных технологий, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова (Республика Казахстан).

E-mail: sarsi@mail.ru

SARSIMBAEVA Saule Musaevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Associate Professor, Department of Informatics and Information Technologies, K. Zhubanov Aktope Regional University (Republic of Kazakhstan).

сфера недвижимости, изучение иностранных языков, обучение естественным наукам. Также охвачена область обучения учителей и применение технологий виртуальной реальности учителями начальных классов. В качестве результатов следует отметить, что в последнее время многие школы озадачены внедрением образовательных платформ виртуальной реальности, которые становятся важным инструментом. Отмечается, что образовательные платформы виртуальной реальности фокусируются на интерактивном обучении и сокращают разрыв между получением практического опыта и знаниями учащегося, объединяя при этом обучающихся по всему миру.

Ключевые слова: виртуальная реальность, общее образование, история, математика, деревообработка, химия, анатомия, физика, дизайн, программирование роботов, обучение профессиональной безопасности, животноводство, сфера недвижимости, изучение иностранных языков, обучение естественным наукам, обучение учителей.

Iu. V. Kornilov¹, M. U. Mukasheva², S. M. Sarsimbaeva³

The ways of using of VR technology in the study of various subjects: a review of the scholarly literature

¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

²Y. Altynsarin National Academy of Education, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

³K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Republic of Kazakhstan

Abstract. The article is a review of new scholarly articles on the use of virtual reality (VR) technologies in the study of various subjects. The relevance of the study is due to the growing interest in the use of VR-technologies in the educational process. There is more and more educational content for virtual environments appears. Many organizations are gradually integrating VR-technologies in the study of various subjects. The purpose of the study is to supplement existing knowledge on the use of virtual reality technologies in the study of various subjects by reviewing and systematizing foreign scientific articles published over the period from 2018 to 2022, indexed in various scientometric databases. As the main method, a protocol was applied to conduct a systematic literature review, describing the search procedure and criteria for inclusion of articles. This review of scientific literature covers 20 foreign publications on the study of the use of virtual reality technologies in the areas of history, mathematics, woodworking, chemistry, anatomy, physics, design, robot programming, safety training, zoology, real estate, foreign languages learning, teaching natural sciences. The area of teacher training and the use of virtual reality technologies by primary school teachers is covered. As a result, it should be noted that recently many schools have been puzzled by the introduction of virtual reality educational platforms. Virtual reality educational platforms are becoming an important tool. It is noted that virtual reality educational platforms focus on interactive learning and reduce the gap between practical experience and student knowledge, while uniting students around the world.

Keywords: virtual reality, general education, history, mathematics, woodworking, chemistry, physics, design, robot programming, safety training, zoology, real estate, foreign language learning, natural sciences, teacher training.

Введение

В последнее десятилетие технологии виртуальной реальности начали привлекать внимание не только специалистов из сектора игровой индустрии, но и педагогов, озадачившихся потенциалом данных технологий в преподавании различных предметов, как в системе общего образования, так и при подготовке специалистов уровня среднего профессионального образования и в высшей школе.

Виртуальная реальность использует компьютерные технологии для создания и моделирования реалистичных приложений для погружения. У каждого пользователя создается ощущение присутствия, иллюзия, окруженная смоделированной трехмерной реалистичной средой в 360-градусной сфере, что позволяет свободно исследовать её, взаимодействовать с визуальными объектами и участвовать в практических экспериментальных за-

дачах, используя широкий спектр вычислительных устройств, таких как головные дисплеи (HMD), трекеры и тактильные датчики [1].

Обилие вычислительных ресурсов и устройств, поддерживающих новые измерения технологий виртуальной реальности, наряду с реалистичной имитируемой точностью представления визуальных объектов и элементов, созданных с помощью компьютерной графики, создают беспрецедентные возможности в преподавании и обучении.

Основная часть

Первоначально хочется отметить уже имеющиеся обзоры в научной литературе, посвященные применению виртуальной реальности в образовании. Melanie J. Maas и Janette M. Hughes в своей работе [3] представили один из первых обзоров существующей литературы, объединяющей исследования по использованию технологий виртуальной (VR), дополненной (AR) и смешанной реальности (MR) в образовательных средах общеобразовательных организаций. В обзоре рассматриваются рецензируемые научные исследования, проведенные в период с 2006 по 2017 гг., которые включали использование технологий виртуальной, дополненной или смешанной реальности в обучении учащихся начальной, средней школы, а также в вузах. Литература выявила общие темы, включая взаимодействие, общение, критическое мышление, отношение, вовлеченность, обучение, мотивацию, производительность или достижения, а также технологии (используемые или предлагаемые). Этот обзор литературы внес весомый вклад в исследуемую область, прояснив определения, обзор существующих исследований, характерных для образовательных сред общеобразовательных организаций, и определил перспективы будущих исследований и направлений [3].

Годом позже авторами Pellas N., Mystakidis S., Kazanidis I. была опубликована фундаментальная статья об иммерсивной виртуальной реальности в школьном и высшем образовании, представившая систематический обзор научной литературы за последнее десятилетие [2]. Авторами исследован большой объем научных трудов, посвященных развитию VR-технологий в различных учебных предметах. В частности, в двадцати одном исследовании использовалась технология виртуальной реальности по общеобразовательным предметам, которые включают науку об окружающей среде (Abdullah et al., 2019; Alrehaili and Osman, 2019; Wu et al., 2019), биологию (Hite et al., 2019; Huang 2019; Huang et al. 2019; Wang et al. 2019), геологию (Chang et al. 2018, 2019a, b), технологию (Chen et al. 2019; Han 2019; Segura et al. 2019; Shi et al., 2019 г.; Southgate et al. 2019 г.), математику (Blume et al. 2019), историю (Cheng and Tsai 2019; Ferguson et al. 2020; Taranilla et al. 2019), изучение английского языка (Chien et al. 2019) и музыки (Innocenti et al. 2019).

Кроме того, в других двадцати пяти исследованиях данных авторов виртуальная реальность использовалась в предметах высшей школы, связанных с наукой (Kartiko et al. 2010; Lamb et al. 2019; Limniou et al. 2009; Makransky et al. 2019; Markowitz et al. 2018; Meyer et al. 2019; Pirker et al. 2018; Shu et al. 2018; Šašinka et al. 2018; Yeh et al. 2013), технологией (Alfalah 2018; Bailenson et al. 2009; Huang and Lee 2019; Kozhevnikov et al. 2013; Selzer et al. 2019; Starr et al. 2019; Bonfl et al. 2020; Webster 2016), сестринским делом (Taçgın 2019), инженерным делом (Gavish et al. 2015; Wolfartsberger 2019), обучением культуре (Li et al. 2020), изучением голландского языка (van Ginkel et al. 2019), юридического образования (McFaul and FitzGerald 2019) и библиотечного дела (Lin et al. 2019).

Таким образом, целью данного исследования является дополнение и расширение имеющихся знаний по применению технологий виртуальной реальности в изучении различных учебных дисциплин путем обзора и систематизации зарубежных научных статей, изданных за период с 2018 года по 2022 год, индексируемых в различных наукометрических базах.

Данным научным обзором охвачено 20 зарубежных публикаций по исследованию применения технологий виртуальной реальности по таким направлениям как история, матема-

тика, деревообработка, химия, анатомия, физика, дизайн, программирование роботов, обучение профессиональной безопасности, животноводство, сфера недвижимости, изучение иностранных языков, обучение естественным наукам, обучение учителей и применение виртуальной реальности учителями начальных классов.

Текущий обзор частично построен на основе протокола для систематических обзоров литературы, предложенного Kitchenham В. и др. [4]. По мнению многих авторов, это одна из наиболее хорошо задокументированных и цитируемых работ для проведения систематического обзора научной литературы.

Для первоначального отбора пакета научных публикаций был проведен ручной поиск рецензируемых международных журнальных статей, индексируемых в наукометрических базах. Для этого обзора в качестве ключевых слов было выбрано словосочетание «Виртуальная реальность» и «Иммерсивные технологии», после чего были определены направления, среди которых были оставлены лишь «Education» и «Computer Science».

Таким образом, конкретные критерии, состоящие из двух частей, определяющих выборку научных публикаций, заключаются в следующем:

- C1 – это строка, состоящая из ключевых слов, связанных с виртуальной реальностью, таких как «иммерсивные технологии», «виртуальная реальность».
- C2 – это строка, состоящая из ключевых слов, связанных с образованием, таких как «образование», «К-12», «Начальное образование», «Среднее образование», «Общее образование».

Логика поиска и критерии включения статей представлена на рисунке 1.

Определение мнения студентов бакалавриата, изучающих историю с применением технологий виртуальной реальности, и, в частном порядке, на определение мнения студентов об использовании очков виртуальной реальности в обучении было направлено исследование авторов Yildirim, G., Elban, M. и Yildirim, S. [5]. В данном исследовании предпочтение было отдано методу тематического исследования. Выборка была сформирована путем отбора 25 студентов бакалавриата. Данные были собраны с помощью интервью и проанализированы методом контент-анализа. По результатам исследования был сделан вывод, что реализация виртуальной реальности понравилась участникам эксперимента. Кроме того, участники заявили, что использование данной технологии в учебном процессе будет полезным. Считалось, что особенно ощущение реальности и присутствие в местах, которые были воссозданы средствами виртуальной реальности, были одним из факторов, который повлиял на участников и повысил их интерес к курсу истории.

Еще одно исследование, основанное на применении технологий виртуальной реальности при изучении истории, было представлено авторами Calvert, J., Abadia, R. [6]. В эксперименте участвовали студенты, использующие виртуальную реальность, которая перемещала студентов в центр исторических событий Второй мировой войны. Было проведено два отдельных исследования: одно со старшеклассниками в Австралии, которые изучают эту тему традиционно; и другое, со студентами университета в Индии, не имеющими предварительных знаний по теме. Студенты-участники использовали одну из двух разных версий Kokoda VR: виртуальная реальность с шестью степенями свободы или 360-градусное видео. Как студенты университетов, так и старшеклассники, использующие технологии виртуальной реальности, сообщили о более высокой вовлеченности, ощущении эффекта присутствия, сопереживания и лучшего владения знаниями, чем в группах с видео 360 градусов. Эти характеристики также были несколько выше в группе студентов университета, чем в группе старшеклассников, за исключением овладения знаниями, где старшеклассники показали лучшие результаты. Эти результаты показывают, что у иммерсивного погружения в ВР есть больший потенциал, чем у 360-градусного видео.

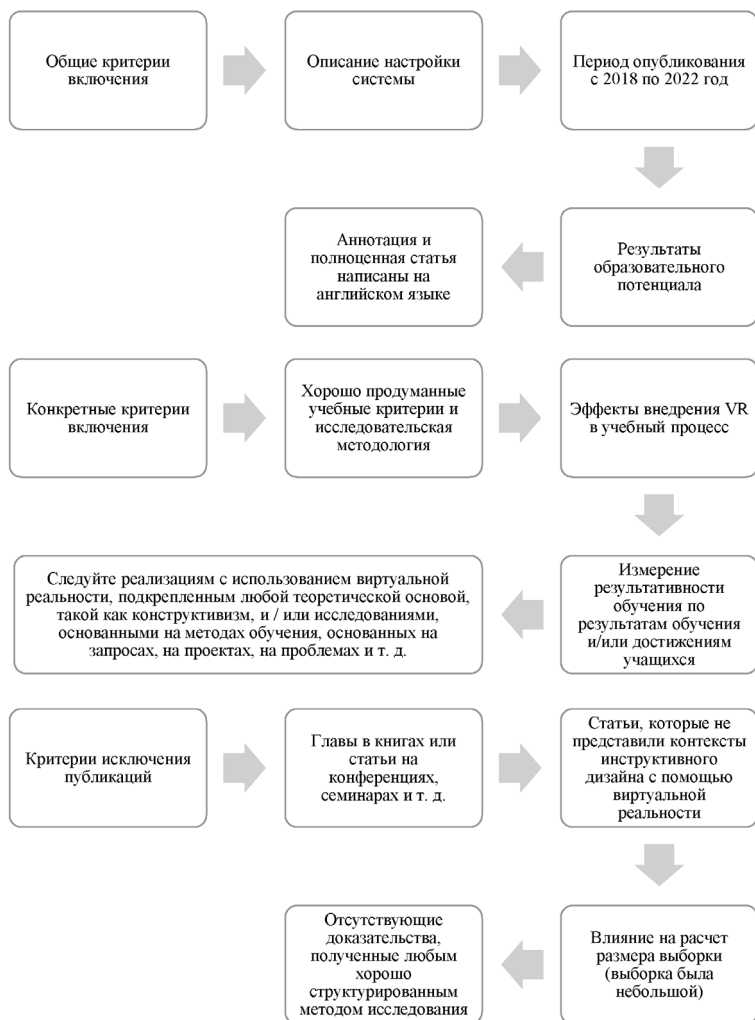


Рис. 1. Порядок протокола для систематического обзора литературы по Kitchenham, B.

Очередная статья, охваченная данным обзором, была посвящена изучению влияния обучающей VR-игры «Кешфет куртул» на академическую успеваемость учащихся четвертого класса, изучающих дроби, и их вовлеченности в изучении математики [7]. Экспериментальное исследование проводилось с использованием квазиэкспериментальной схемы. Обучающая VR-игра использовалась в экспериментальной группе с 32 участниками. В группе сравнения (32 участника) использовался традиционный метод, применяемый в школе, включающий преимущественно мобильные приложения, разработанные для изучения дробей. В результате исследования было установлено, что образовательная VR-игра «Кешфет куртул» улучшает успеваемость и повышает уровень вовлеченности учащихся в изучении математики. Кроме того, с точки зрения социальной составляющей вовлеченности учащихся было замечено, что «Кешфет Куртул» был более эффективным, чем традиционный метод, применяемый в школе.

Другое исследование, проведенное в Тайване и Вьетнаме, описывает опыт применения технологий виртуальной реальности при деревообработке [8]. С помощью технологии виртуальной реальности в этом исследовании использовалось моделирование производ-

ственных линий мебели на крупной вьетнамской фабрике, что позволило учащимся испытать и наблюдать за производственным процессом изготовления мебели с помощью VR. При этом автором статьи было набрано 29 первокурсников по специальности «Мебель и деревообработка», после чего они были разделены на экспериментальную и контрольную группы. Результаты показали, что студенты экспериментальной группы, где обучение было построено на использовании VR, лучше оценивали концепцию серийного производства мебели. Это указывает на то, что применение технологии виртуальной реальности в профессиональной подготовке серийного производства мебели эффективно улучшило обучение. Кроме того, автор резюмирует, что текущая пандемия COVID-19 может стать движущей силой для разработки приложений виртуальной реальности в профессиональном обучении в будущем.

Среди научных публикаций, описывающих опыт изучения химии с применением технологий виртуальной реальности, следует отметить работу Heta A. Gandhi и др. [9], посвященную интерактивному моделированию и визуализации органических молекул в режиме реального времени. В этой работе описывается приложение виртуальной реальности, которое может генерировать трехмерное моделирование процессов молекулярной динамики (МД) из произвольных молекулярных структур и визуализировать траекторию этого моделирования МД на гарнитуре виртуальной реальности в режиме реального времени. Эта система использует инфраструктуру передачи сообщений ZeroMQ (ZMQ) для мультисимуляции в мультиклиентскую визуализацию VR моделирования МД. Все симуляции МД выполняются в движке моделирования HOOMD-blue, а графика для виртуальной реальности визуализируется в Unity3D. Ключевой особенностью, которая отличает это программное обеспечение от предыдущих программ просмотра 3D, является моделирование в реальном времени и, следовательно, возможность манипулировать термодинамическими переменными, такими как температура на лету. Это позволяет зрителям получить интуитивное представление о влиянии термодинамических переменных состояния практическим способом.

Другое исследование, описывающее изучение органической химии, оценивало влияние применения виртуальной реальности на успеваемость студентов университетов [10]. В качестве результатов было отмечено значительное улучшение итоговых экзаменационных баллов у студентов, обучение которых было связано с виртуальной реальностью. Кроме того, другими авторами подобного исследования (Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B.) отмечалось, что студенты-медики, изучающие анатомию, могут использовать иммерсивную виртуальную реальность чтобы лучше понять и запомнить строение отдельных органов и то, как они функционируют [11]. Авторы отмечают тот факт, что виртуальные симуляции особенно эффективны для развития визуального познания и пространственного мышления, также делают их подходящими для обучения химии и физике.

При обучении физике в настоящее время получают все большее распространение компьютерные системы обучения, такие как виртуальные лаборатории. Для физики применение виртуальных лабораторий имеет большое значение, так как позволяет моделировать процессы, которые невозможно увидеть или воспроизвести. Дополненная реальность и виртуальная реальность помогают создавать физические визуализации. В исследовании ученых Казахстана [12] представлена виртуальная лаборатория, которая позволяет пользователям решать различные практические задачи по физике с помощью трехмерной визуализации процессов, выполняемой тремя различными способами (настольной виртуальной реальности, дополненной реальности и виртуальной реальности с использованием контроллера Leap Motion). В этом исследовании подробно описываются функциональные возможности и реализация виртуальной лабораторной. В качестве эксперимента три школы

были обеспечены необходимым оборудованием и программным обеспечением. 50 учащихся 9-х классов использовали разработанную виртуальную лабораторную в течение полугода, после чего приняли участие в комплексном обследовании. Около 88% из них сочли виртуальную лабораторию полезной для изучения физики, остались довольны его функциональностью и удобством использования.

Следует отметить влияние обучения с применением технологий виртуальной реальности на повышение эффективности творческого проектирования и процессы обучения творчеству. Рисование и создание набросков в среде виртуальной реальности является сложной задачей для пользователей, использующих для наброска контроллеры – ручные трекеры. В статье [13] Türkmen, R. и др. исследовали визуальные направляющие (дискретные и непрерывные), которые помогают пользователям повысить точность штрихов и улучшить навыки рисования в виртуальной среде.

Исследование проходило с отслеживанием взгляда (eye-tracking), в котором сравниваются применение непрерывных, дискретных направляющих и их отсутствие при выполнении базовых задач рисования. В эксперименте участников просили нарисовать круг и линию, используя три разных типа направляющих, три разных размера и две разные ориентации. Результаты показывают, что дискретные направляющие более удобны для пользователя, чем непрерывные, в то время как не была обнаружена разница в скорости и точности по сравнению с непрерывными направляющими. Потенциально это может быть связано с различными стратегиями взгляда, поскольку отдельные направляющие заставляли пользователей чаще перемещать взгляд между направляющими точками и курсором рисования. Результаты данного исследования могут лечь в основу исследований в области 3D-рисования и того, как отслеживание взгляда может стать инструментом, помогающим в создании эскизов.

На основе группового исследования Chang Y. Sh. и др. [14] с выборкой из 138 семиклассников средней школы было выявлено, что виртуальная реальность оказывает значительное положительное влияние на процессы творческого проектирования, особенно на этапах проектирования и планирования, тестирования и пересмотра, а также размышлений и оценки. Авторами отмечено, что виртуальная реальность оказывает значительное положительное влияние на результаты творческого дизайна с воздействием на креативный дизайн и функциональную пригодность соответственно.

Моделирование как мощный инструмент, который помогает людям понять или обучиться работе с лабораторным оборудованием, с появлением технологии виртуальной реальности инструменты моделирования могут быть модернизированы, чтобы улучшить такие области, как иммерсивность и точность. Так, в работе авторов Hurtado C. V. и др. [15] представлена созданная на основе Unity система обучения с открытым исходным кодом для виртуального взаимодействия с универсальным роботом «UR5e». В этой системе используется виртуальный контроллер «URSim» (универсальный симулятор роботов) в сочетании с платформой с открытым исходным кодом, запрограммированной на случай отсутствия доступа к роботам во время блокировок или подобных ситуаций.

Повышение эффекта присутствия путем иммерсивного погружения учащихся важно и в профессиональной подготовке, в частности, при стремлении развивать их навыки вынесения суждений и принятия решения при столкновении с реальными ситуациями в области профессиональной безопасности. Однако в обычных программах обучения иногда бывает трудно учить учащихся в реальных условиях из-за соображений высокой стоимости и потенциального риска. Ученые указали, что отсутствие возможности испытать реальный опыт может серьезно повлиять на результаты обучения [16, 17], поэтому важно предоставить учащимся реалистичную учебную ситуацию или среду, в которой они могут факти-

чески проводить обучение вместо пассивного получения информации без практики [18].

Для решения этой проблемы в исследовании Hwang G., Chang C., Chien S. [19] предлагается подход к профессиональному обучению на основе сферического видео в виртуальной реальности, основанный на модели внимания, релевантности, уверенности и удовлетворенности (ARCS) с целью погружения учащихся в аутентичную учебную среду для испытания процессов решения практических ситуаций, прежде чем они столкнутся с реальными случаями.

Чтобы оценить эффективность подхода, в больнице был проведен эксперимент, в ходе которого 70 медсестер случайным образом были распределены в экспериментальную группу, обучающуюся с использованием подхода на основе сферического видео, и в контрольную группу, обучающуюся традиционно. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный подход превзошел традиционный подход с точки зрения развития у учащихся чувства присутствия и успеваемости, а также их склонности к решению проблем и критического мышления. Более того, учащиеся группы с обучением на основе сферического видео также продемонстрировали более высокое восприятие технологий, чем группа, обучающаяся традиционно.

По мере того, как все больше студентов поступают в вузы на программы по животноводству без предварительного знакомства с животными, резко возросла потребность в получении практического опыта в реальной жизни. Отсутствие такого опыта по обращению с домашним скотом существует по целому ряду причин, таких как доступность, ответственность, время и стоимость. В таких ситуациях решением становится применение технологий виртуальной реальности в формате игр-симуляторов (edugames), которые могут предоставить возможности для преодоления отсутствия практического обучения, обеспечивая аналогичные взаимодействия в виртуальном контексте.

Авторам Free, N., Menendez, H., Tedeschi, L. в [20] удалось зафиксировать этап проектирования и разработки виртуального симулятора управления скотом CowSim, а также проанализировать предварительные данные исследования, где была выявлена связь между представлениями учащихся о неправильном обращении со скотом в зависимости от наличия у учащихся предварительного опыта работы с животными. Кроме того, учащиеся с наличием опыта обращения с крупным рогатым скотом не чувствовали себя более подготовленными к обращению со скотом после игры в CowSim, но учащиеся с наличием опыта указали, что узнали больше об обращении со скотом после игры в симулятор. Участники эксперимента посчитали, что игра CowSim достаточно реалистична, чтобы повысить их уровень готовности к обращению со скотом, а также адаптивна для визуализации сложных понятий.

Новая модель обучения, интегрированная с технологией VR для проведения курса по недвижимости, продемонстрировала свою способность и потенциал для содействия развитию и усилению чувства ценности и места у учащихся, а также для повышения коммуникативной эффективности исследования недвижимости и анализа процесса торговли, описанного в статье Ноу, Н.(С.), Wu, Н. [21]. В данной статье рассматривается интегративный эффект технологии VR в курсе недвижимости. В работе используется метод тематического исследования, показаны проектирование, разработка и внедрение инновационной модели обучения с интегрированной виртуальной реальностью. С целью получения обратной связи был проведен опрос участвующих студентов в отношении подобных инноваций в обучении. Он определяет роль и ценность внедрения технологии виртуальной реальности в образование в сфере недвижимости в качестве педагогического инструмента. Авторы отмечают, что решающая роль информационных технологий в революционном изменении мировой экономики и ее сектора недвижимости очевидна, несмотря на наличие несколь-

ких исследований, где уже изучались попытки и опыт интеграции технологии виртуальной реальности в образование в сфере недвижимости для прямой связи с отраслевой практикой.

Помимо виртуальных экспериментов важно уделить внимание применению технологий виртуальной реальности в контексте воздействия на речевое развитие. В исследовании Alfadil, M. [22] изучалось влияние виртуальной игры «House of Languages» на приобретение словарного запаса английского языка как иностранного учащимися средней школы. Квази-экспериментальная работа помогла определить влияние виртуальной реальности на процесс обучения по сравнению с традиционным методом приобретения словарного запаса. Результаты этого исследования независимых t-тестов в конце эксперимента показали, что учащиеся, использующие виртуальную игру «House of Languages», добились больших успехов в приобретении словарного запаса, чем те, кто использовал традиционный метод приобретения словарного запаса. Использование новой технологии виртуальной реальности в качестве эффективного метода приобретения словарного запаса в процессе обучения может быть использовано для улучшения приобретения словарного запаса и выхода за рамки прочих методов для повышения степени успеваемости в школе.

Виртуальная реальность предоставляет учащимся уникальный опыт эффективного изучения естественных наук, перенося их в виртуальный мир, где они могут непосредственно взаимодействовать с научными явлениями. В виртуальной реальности возможно создавать реалистичные трехмерные пространства, в которых учащиеся могут манипулировать объектами, слышать, видеть, а иногда чувствовать окружающую среду и исследовать места, которые имитируют признаки реального мира [23].

Hite, R. убеждает, что виртуальная реальность очень полезна в научном образовании, вовлекая студентов в научные темы, которые в противном случае могут быть недоступны для них в реальном мире. Эта недоступность может быть связана с содержанием, проблемами безопасности, отсутствием доступа к материалам, наличием физических или когнитивных нарушений, из-за присутствия культурных, религиозных или этических проблем, связанных с проведением конкретных научных экспериментов. В её работе [23] обсуждается, как три ключевых типа оборудования виртуальной реальности (устройства просмотра виртуальной реальности, настольные системы виртуальной реальности и HMD-гарнитуры) могут быть включены в образовательные стандарты, учебную программу и рекомендации по изучению естественных наук.

Включение рекомендаций по внедрению в образовательные стандарты, учебные программы технологий виртуальной реальности поднимают вопрос подготовки учителей. Быстрое развитие технологии виртуальной реальности увеличивает ожидание в отношении возможностей ее использования при обучении и требует от учителей участия в профессиональном развитии. Несмотря на то, что недавно были проведены исследования, в которых изучается то, как эта новая технология может облегчить обучение в классе, мало исследований показывают, какие ограничения и возможности возникают при разработке и реализации обучающих приложений виртуальной реальности и как меняются знания и убеждения учителя в ходе этого процесса.

Данную проблему изучили Han, I. и Patterson, T. в [24] в контексте процессов разработки обучающего приложения виртуальной реальности одним из передовых учителей во время подготовки и проведения уроков виртуальной реальности в начальной школе. Участником данного исследования является учитель, работающий в частной начальной школе в мегаполисе Южной Кореи. Участник является учителем с уникальным сочетанием опыта в области педагогики и технологий.

Во время двух итераций разработки и проведения уроков виртуальной реальности авторы собрали качественные данные в виде письменных размышлений участников, видеозаписей проведенных занятий в классе, полевых заметок о наблюдениях и последующих интервью после каждого наблюдения. В эксперименте данные были закодированы на основе взаимосвязанной модели профессионального роста учителей (IMTPG) и системы знаний о технологическом педагогическом содержании (TPACK).

В результате наблюдались изменения, происходящие в TPACK-участнике, его представлениях о студентах и его предрасположенности к использованию виртуальной реальности. Большинство изменений на этапе разработки, по-видимому, вдохновили участников на разработку TPACK и завершились разработкой обучающих приложений виртуальной реальности на основе использования новых знаний. Вовлечение участника эксперимента привело к изменениям в результатах обучения как для самого учителя, так и для его учеников, что затем либо изменило его практическую деятельность в обучении, либо изменило и укрепило его знания. Полученные выводы подтверждают нелинейность, непрерывность и итеративность подхода в развитии учителей.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать общий вывод, что обучение в виртуальных средах дает гарантированный положительный результат в сфере образования, поэтому в последнее время многие школы начали внедрять образовательные платформы виртуальной реальности, на которой обучение в виртуальной реальности создает благоприятные условия для взаимодействия человека с технологиями. В настоящее время образовательные платформы виртуальной реальности становятся важным инструментом в школах. Они фокусируются на интерактивном обучении и сокращают разрыв между получением практического опыта и знаниями учащегося, а сама виртуальная реальность объединяет обучающихся по всему миру и развивает доступность обучения.

Отмечается, что в настоящее время необходимо создать «ноу-хау» по эффективным образовательным приложениям виртуальной реальности, а также установить, при каких обстоятельствах и условиях ученые, педагоги и руководители системы образования могут использовать потенциал VR-технологий, принимая во внимание особенности методов обучения и трудности, которые необходимо преодолеть с целью расширения опыта применения данных технологий.

Сведения о поддержке и финансировании: научная статья подготовлена в рамках реализации проекта №AP08856402. Источник финансирования – Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература/References

1. Burdea, G., Coiffet, P. Virtual reality technology. Wiley, New York, 1994. 464 P.
2. 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.
3. Maas, M., Hughes, J.M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K-12 education: a review of the literature. Technology, Pedagogy and Education. Vol. 29:2, pp. 231-249. DOI: 10.1080/1475939X.2020.1737210.
4. Kitchenham, B. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (Version 2.3) / B. Kitchenham, S. Charters, D. Budgen, P. Brereton, M. Turner, S. Linkman, M. Jorgensen, E. Mendes, G. Visaggio. EBSE Technical Report, Keele University and University of Durham, 2007.
5. Yildirim, G., Elban, M. & Yildirim, S. (2018). Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study. Asian Journal of Education and Training. Vol. 4, pp. 62-69. DOI: 10.20448/journal.522.2018.42.62.69.

6. Calvert, J. & Abadia, R. (2020). Impact of Immersing University and High School Students in Educational Linear Narratives Using Virtual Reality Technology. *Computers & Education*. Vol. 159, 104005. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.104005.
7. Emrah Akman & Recep Çakır (2020) The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics. *Interactive Learning Environments*. pp. 1-18. DOI: 10.1080/10494820.2020.1841800.
8. Lee, I-Jui. (2020) Applying virtual reality for learning woodworking in the vocational training of batch wood furniture production. *Interactive Learning Environments*. pp. 1-19. DOI: 10.1080/10494820.2020.1841799.
9. Gandhi H.A., Jakymiw S., Barrett R., Mahaseth H. & White A.D. (2020). Real-Time Interactive Simulation and Visualization of Organic Molecules. *Journal of Chemical Education*. Vol. 97 (11), pp. 4189-4195. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b01161.
10. Miller, M. D., Castillo, G., Medoff, N., & Hardy, A. (2021). Immersive VR for Organic Chemistry: Impacts on Performance and Grades for First-Generation and Continuing-Generation University Students. *Innovative Higher Education*. Vol. 46(5), pp. 565-589. DOI: 10.1007/s10755-021-09551-z.
11. Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. *Computers and Education*. Vol. 106, pp. 150-165. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.12.009.
12. Daineko, Y., Ipalakova, M., Tsoy, D., Bolatov, Z., Baurzhan, Z., Yelgondy, Y. (2020). Augmented and virtual reality for physics: Experience of Kazakhstan secondary educational institutions. *Computer Applications in Engineering Education*. Vol. 28, pp. 1220-1231. DOI: 10.1002/cae.22297.
13. Türkmen, R., Pfeuffer, K., Barrera MacHuca, M. D., Batmaz, A. U., & Gellersen, H. (2022). Exploring discrete drawing guides to assist users in accurate mid-air sketching in VR. Paper presented at the Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings. pp. 1-7. DOI: 10.1145/3491101.3519737.
14. Chang, Y. S., Chou, C. H., Chuang, M. J., Li, W. H., & Tsai, I. F. (2020) Effects of virtual reality on creative design performance and creative experiential learning. *Interactive Learning Environments*. pp. 1-16. DOI: 10.1080/10494820.2020.1821717.
15. Hurtado, C. V., Flores, A. R., Elizondo, V., Palacios, P. & Zamora, G. (2021). Work-in-Progress: Virtual Reality System for training on the operation and programming of a Collaborative Robot. 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 1650-1653. DOI: 10.1109/EDUCON46332.2021.9454059.
16. Durham, B. (2015). The nurse's role in medication safety. *Nursing*. Vol. 45(4), pp. 1-4. DOI: 10.1097/01.NURSE.0000461850.24153.8b.
17. Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., & Cabrera-Guerrero, G. (2018). Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. *Computers & Education*. Vol. 127, pp. 252-266. DOI: 10.1016/j.compe du.2018.09.002.
18. Kukulska-Hulme, A., & Viberg, O. (2018). Mobile collaborative language learning: State of the art. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 49(2), pp. 207-218. DOI: 10.1111/bjet.12580.
19. Hwang, G.J., Chang, C.C., Chien, S.Y. (2022). A motivational model based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology*. pp. 1-18. DOI: 10.1111/bjet.13196.
20. Free, N., Menendez, H., Tedeschi, L. (2021). A paradigm shift for academia teaching in the era of virtual technology: The case study of developing an edugame in animal science. *Education and Information Technologies*. Vol. 27 (1), pp. 625-642. DOI: 10.1007/s10639-020-10415-w.
21. Hou, H.(C)., Wu, H. (2020). Technology for real estate education and practice: a VR technology perspective. *Property Management*. Vol. 38 (2), pp. 311-324. DOI: 10.1108/PM-08-2019-0046.
22. Alfadil, M. (2020). Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition. *Computers and Education*. Vol. 153, 103893. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103893.
23. Hite, R. (2022). Virtual Reality: Flight of Fancy or Feasible? Ways to Use Virtual Reality Technologies to Enhance Students' Science Learning. *The American Biology Teacher*. 1 February 2022. Vol. 84 (2), pp. 106-108. DOI: 10.1525/abt.2022.84.2.106.
24. Han, I., Patterson, T. (2020). Teacher Learning Through Technology-Enhanced Curriculum Design Using Virtual Reality. *Teachers College Record*. Vol. 122 (7), pp. 1-34. DOI: 10.1177/016146812012200706.