

И.В. Портнова, И. Халиль

Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы,
117198 г. Москва, Российская Федерация

Использование VR-технологии в учебном процессе студентов-архитекторов

В статье рассматривается применение VR-технологии при обучении студентов-архитекторов. Для выявления целесообразности и эффективности использования данных технологий проведен психолого-педагогический эксперимент. В нем приняли участие 76 студентов четвертого курса – будущих архитекторов. Все принявшие участие в эксперименте студенты получили задание спроектировать двухэтажный загородный дом коттеджного типа с прилегающей территорией. Одна группа студентов использовала традиционный подход, а вторая – VR-технологии. В свою очередь, вторая группа была поделена еще на две группы: одну составили студенты-исполнители, другую – студенты-эксперты, перед которыми стояла задача дать оценку архитектурной модели, помещенной в виртуальное пространство в режиме реального присутствия. Важно было понять, насколько хорошо учащиеся смогут выявить свойства архитектурной модели в этом пространстве. Результаты эксперимента показали, что использование VR-технологий в профессиональной деятельности архитектора позволяет сэкономить время на изучение объекта и формирование наглядного проекта, который в виртуальной реальности оценивается целостно в синтезе всех его сторон: конструктивных, композиционных, стилевых и пр. Подавляющее большинство (более 70%) студентов (как «исполнителей», так и «экспертов») позитивно оценили эффективность использования VR-технологии в обучении, более 85% студентов хотели бы, чтобы на занятиях применялись элементы геймификации (игрофикации) и VR-технологии. Проведенный эксперимент

© Портнова И.В., Халиль И., 2024



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

показал, что использование VR-технологий с элементами геймификации является перспективным направлением в современном архитектурном образовании.

Ключевые слова: архитектурное образование, геймификация в архитектурном образовании, VR-технологии в архитектурном образовании, визуализация проекта в архитектурном образовании, моделирование архитектурного образа

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Портнова И.В., Халиль И. Использование VR-технологии в учебном процессе студентов-архитекторов // Педагогика психология образования. 2024. № 1. С. 137–150. DOI: 10.31862/2500-297X-2024-1-137-150

DOI: 10.31862/2500-297X-2024-1-137-150

I.V. Portnova, I. Khalil

RUDN University,
Moscow, 117198, Russian Federation

The use of VR technology in the educational process of architecture students

The article discusses the use of VR technology in the training of architecture students. To identify the effectiveness of using these technologies, a psychological and pedagogical experiment was conducted. 76 fourth-year students, future architects, took part in it. All students of the experiment had a task of designing a two-story cottage-type country house with an adjacent territory. One group of students used the traditional approach, and the second used VR technologies. Besides, the second group was divided into two more groups: one was made up of student performers, the other was made up of student experts, who were tasked with assessing the architectural model placed in virtual space in real presence mode. It was important to understand how well students could identify the properties of an architectural model in that space. The results of the experiment showed that the use of VR technologies in the professional activities of an architect allows one to save

time on studying an object and creating a visual project, which in virtual reality is assessed holistically in the synthesis of all its aspects: constructive, compositional, stylistic, etc. The vast majority (more than 70%) of students (both “performers” and “experts”) positively assessed the effectiveness of using VR technology in training; more than 85% of students would like elements of gamification and VR technology to be used in classes. The experiment showed that the use of VR technologies with gamification elements is a promising direction in modern architecture education.

Key words: architectural education, gamification in architectural education, VR technologies in architectural education, project visualization in architectural education, architectural image modeling

CITATION: Portnova I.V., Khalil I. The use of VR technology in the educational process of architecture students. *Pedagogy and Psychology of Education*. 2024. No. 1. Pp. 137–150. (In Rus.). DOI: 10.31862/2500-297X-2024-1-137-150

Введение

В современном обществе технологии играют огромную роль во многих сферах жизни, и образование не является исключением. С использованием новейших средств визуализации, таких как виртуальная реальность (VR), образовательные учреждения могут использовать более эффективные методы в обучении. Многие исследователи указывают на пользу использования технологий виртуальной реальности в учебном процессе, полагая, что данная технология повышает мотивацию и производительность в обучении, которую можно реализовать в каждой области, сокращая разрыв между онлайн- и офлайн-коммуникацией [11; 12; 15; 19]. Другие ученые задаются вопросом, как уровень погружения в виртуальную реальность (иммерсивность) повлияет на результаты обучения. Они отмечают преимущества полного погружения в искусственно сконструированную среду, которая создает атмосферу правдоподобия [1]. Также многие исследователи говорят о важности вовлеченности в процесс, что позволяет учащимся формировать соответствующие навыки, не испытывая психологического дискомфорта [5; 17]. При этом «обучающийся получает почти такой же (или более сильный) личный опыт в зрительном, слуховом, осязательном, обонятельном восприятии, в осуществлении действий, как и при реальном взаимодействии с подобными ситуациями» [6, с. 382]. Виртуальная реальность в настоящее время обладает огромным потенциалом, ее применение можно считать феноменом, относящимся и к информационным, и к психологическим технологиям [8].

Возможности постижения новой действительности и изучение объекта в ней средствами игры, как особое впечатляющее представление, интересовали многих авторов. Одни исследовали тенденции роста геймификации в образовательных учреждениях [14], другие задавались вопросом, как геймификация влияет на поведение учащихся и какие изменения наблюдаются в учебе [16]. В зависимости от специфики образовательного контекста возможно использование разных вариантов игры. Один из экспериментов, проводившийся в течение пяти лет, показал, что использование игрового подхода положительно влияет на процесс обучения и содействует лучшей успеваемости (повышению баллов проверочных работ) [10]. Стандартная концепция геймификации возникает на фоне растущего числа эмпирических исследований [20]. При этом одни ученые полагают, что следует продолжить исследования современных технологий, чтобы подтвердить образовательные преимущества геймификации [13], другие – что ее использование демонстрирует эффективность при обучении в связи с возникновением положительных эмоций [19]. При этом исследователи обращают внимание не только на новые возможности, которые демонстрирует дополненная реальность, но и на проблемы, в частности, в условиях изучения новых технологических устройств может наблюдаться ситуация перегруженности обучающихся большим количеством информации [21].

Использование виртуальной реальности при обучении студентов-архитекторов может быть очень полезным. Пространство, формы, текстуры моделируемых предметов могут выстраиваться в разнообразных композиционных вариациях и группах. Работая в программах Blender, 3D Coat, Revit и других, а в действительности внедряясь в виртуальную среду, студент оказывается в поле нестандартного мышления. Погружаясь в виртуальность пространственной среды, также легко манипулируя с объектом, его формой, учащийся может утратить чувство реальности. Очевидно, что непосредственный контакт между преподавателем и студентом, осуществляемый ранее, здесь не рассматривается. Аналогичным образом отсутствует прямой и живой контакт автора с изображаемой им моделью (натурой). Так, на аудиторных занятиях студенты знакомятся с пластическими свойствами материалов (бумага, картон, полистирол и другие). Они напрямую взаимодействуют с ними, моделируя руками, изучают их свойства и в этом же материале формируют образ. Параллельно с этим предстоит научиться представлять архитектурную пластику в разнообразных инсталляционных и медиа-пространствах, не потеряв значимости живого восприятия, той предметности, ту «чувственную или перцептивную составляющую» [2, с. 184], которая структурируется в пространстве и времени.

Нельзя не согласиться с Петером Вайбелем, который утверждал, что старые технические медиа, такие как фотографии и кино, и новые, включая видео и компьютеры, породили целые движения в искусстве и новые средства выражения и оказали решающее влияние на такие исторические виды искусства, как живопись и скульптура. Исследователь отмечал, что появление новых медиа позволяет бросить взгляд на старые и пересмотреть связанные с ними практики: «Можно даже отважиться на следующий тезис: действительный успех новых медиа заключается, скорее, не в том, что они развивали новые формы и возможности искусства, но куда больше в том, что позволили нам применять новые подходы к медиа старых искусств и поддержали существование последних, подтолкнув к радикальному преобразованию» [3, с. 148]. VR-технологии можно назвать радикальным преобразованием старого, ведь они ушли от традиционной рисованной иллюзии в реальное пространство. В известной мере обстоятельства пандемии способствовали развитию разных обучающих онлайн-платформ, в том числе трехмерного моделирования и следом за ним VR-технологий. Удобный интерфейс многих обучающих программ позволяет самостоятельно изучать новый материал, постепенно обретая навыки 3D-моделирования, начиная с простых геометрических фигур, затем переходя к более сложным объектам: рельефным и объемным композициям разной тематики.

В контексте исследуемой темы подчеркнем, что архитектура имеет свою образную специфику, которой нельзя пренебрегать. Формы, конструкции реальные, к ним можно прикоснуться, обойти со всех сторон. Когда студент выполняет работу в том или ином материале, он напрямую контактирует с ним. Тактильные ощущения, важные в архитектурном образе, также легко воспринимаются как творцом, так и смотрящим. Как реализовать эту взаимосвязь в медиа-пространстве так, чтобы ничто не ускользнуло от глаз человека и анализ был бы полноценный? Виртуальная реальность, которая сегодня внедряется в различные отрасли, может быть весьма полезной в архитектурном образовании. Ранее архитектурный образ рождался на столах в виде эскизов, чертежей, реальных макетов. Сегодня создание реалистичных 3D-моделей вполне доступно компьютерным технологиям. С их помощью можно создавать дизайн помещений и работать над художественной стилистикой. В VR-пространстве можно постоянно вносить коррективы еще далеко до завершающего этапа. Если студент в обучающей среде виртуальной реальности выработает принцип проверки данных, прежде чем он моделирует архитектурный объект, то в перспективе дальнейшей деятельности он сэкономит время, финансы и иные ресурсы, т.к. сумеет избежать ошибок при проектировании. Надо полагать, что по мере того, как

будут развиваться VR-технологии, их роль в архитектуре будет становиться все более востребованной.

Целью исследования является выявление целесообразности и эффективности применения моделирования архитектурного образа с привлечением VR-технологий в образовательном процессе по направлению «архитектура».

Результаты и обсуждение

В эксперименте использовался подход геймификации, предусматривающий постановку задач эвристического характера с элементами игры. Применялась методика опроса и анализа данных, которые позволили сравнить и обобщить результаты эксперимента, выделить факторы, которые мотивировали студентов к решению архитектурных задач средствами инновационных технологий, а также прогнозирование их в перспективе будущей профессиональной деятельности.

В эксперименте приняли участие студенты четвертого курса (76 человек) департамента архитектуры Российского университета дружбы народов. Все принявшие участие в эксперименте студенты получили задание спроектировать двухэтажный загородный дом коттеджного типа с прилегающей территорией. Были сформированы две группы студентов (в каждой 38 человек), одна из которых использовала традиционный подход с презентацией проектов с помощью программы Revit (технологии информационного моделирования), а вторая продемонстрировала свои работы, используя VR-технологии.

В свою очередь, вторая группа была поделена еще на две группы (19 человек в каждой). Одну составили студенты-исполнители, другую – студенты-эксперты (авторский надзор). На следующем этапе эксперимента группы участников менялись между собой: исполнители становились экспертами, а эксперты – исполнителями. Студенты-исполнители создавали свой проект дома на компьютере с помощью указанной программы, затем, надевая шлем и очки и переключившись на программу VR, получали дополнительную возможность созерцания своего объекта в реальной панораме, с разных точек зрения. По ходу виртуального перемещения в пространстве они смогли рассмотреть его более детально. Студенты, которые выполняли роль экспертов, оценивали проекты своих одноклассников, также используя VR-технологии. Им следовало проверить проект на наличие ошибок в построении модели здания. Они отмечали достоинства спроектированного дома и указывали на недостатки проекта.

Таким образом, студенты учились не только создавать свои проекты, но и оценивать работы других, находить недочеты. В частности, они правильно оценивали масштаб, пропорции, композицию архитектурных зон и пр. Важно отметить, что эксперимент носил игровой характер, имеющий название «геймификации» (игрофикации). Сам процесс переключения с программы Revit на VR позволял мгновенно погрузиться в виртуальную область, создающую ощущение реального присутствия, совершить прогулку по своему объекту. Новые возможности, безусловно, вызывали интерес, а сам процесс впечатлял доступностью, наглядностью, панорамным видом и реальной перспективой.

Анализ поставленного нами эксперимента показал, что студенты, использующие VR-технологии, продемонстрировали более высокие результаты в сравнении с теми, кто не использовал эти технологии, а представил свой проект здания в традиционной программе Revit. Конечно, Revit позволяет создать максимально полную информационную модель здания со всеми его свойствами, начиная от двухмерных планов-чертежей и заканчивая трехмерным видом здания, которое можно обработать по частям, задать ему необходимые конструкции и материал, поочередно выстраивая форму, начиная с каркаса, ограждающих конструкций до завершающего стиливого оформления, а также благоустраивая окружающий ландшафт. Тем не менее, студенты, которые использовали VR-технологии для визуализации своих проектов, смогли более детально рассмотреть работы. В данном случае глазу изучающего очевидны разные пространственные зоны и перспективное расположение предметов в них, которые оказываются максимально приближены к смотрящему. Студенты адекватно оценивали локацию, могли обойти здание вокруг, зайти внутрь, сформировать траекторию движения из одной комнаты в другую, прикоснуться к предметам, мебели. В компьютерных программах 3D-моделирования возможно сделать красивым визуализированный объект, однако он останется статичным. Динамика восприятия пространства в VR-технологиях является преимуществом в решении архитектурных задач, поскольку создает эффект полного погружения в реальность. Это способствовало улучшению качества студенческих работ.

Результаты показали, что студенты, которые использовали VR-технологии, продемонстрировали более высокую мотивацию к изучению, а также более высокий уровень удовлетворенности процессом обучения. Геймификация позволила сделать учебный процесс более интересным и привлекательным. Студенты не только создавали свои проекты, но и научились оценивать работы других, находить и анализировать

ошибки в моделях зданий. Это способствовало развитию критического мышления, что также сказалось на результативности. В группе студентов, использующих VR-технологии, средний балл по результатам работы был выше на 15% по сравнению с группой студентов, использующих традиционный подход.

Для оценки удовлетворенности студентов использованием VR-технологии, был проведен опрос. Конечная цель опроса – получить обратную связь от двух групп студентов, участвующих в эксперименте: студентов-исполнителей и студентов-экспертов (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Оценка использования VR-технологий студентами,
выполнившими проект**

Вопросы	Варианты ответа	Результат, %
Как вы оцениваете эффективность использования VR-технологии для проверки проектов на ошибки и несоответствия?	Очень эффективно	42
	Скорее эффективно, чем нет	31
	Нейтрально	15
	Скорее неэффективно, чем эффективно	5
	Совсем неэффективно	5
Насколько легко было настроить и использовать VR-технологии?	Очень легко	42
	Скорее легко, чем сложно	36
	Нейтрально	10
	Скорее сложно, чем легко	0
	Очень сложно	0
Насколько эффективным было использование геймификации в процессе представления проектов?	Очень эффективно	42
	Скорее эффективно, чем нет	31
	Нейтрально	15
	Скорее неэффективно, чем эффективно	5
	Совсем неэффективно	5

**Восприятие использования VR-технологий студентами,
выполнявшими экспертизу проекта**

Вопросы	Варианты ответа	Результат, %
Как вы оцениваете эффективность использования VR-технологии для проверки проектов на ошибки и несоответствия?	Очень эффективно	42
	Скорее эффективно, чем нет	31
	Нейтрально	15
	Скорее неэффективно, чем эффективно	5
	Совсем неэффективно	5
Как бы вы оценили количество времени, затраченного на работу с VR-технологиями и геймификацией в рамках данного курса?	Очень много времени	26
	Много времени	26
	Достаточное количество времени	36
	Мало времени	5
	Очень мало времени	5
Было ли для вас полезно работать с VR-технологиями в рамках данного курса?	Да	84
	Нет	15

Подавляющее большинство (более 70%) студентов позитивно оценили эффективность использования VR-технологии, его применимость в обучении и отметили интересный спектр игрофикации, который позволил им легко освоиться в новой обстановке и познакомиться с новым оборудованием. Временной промежуток для решения задачи также оказался достаточным.

В целом, опрос показал, что более 85% студентов, использующих VR-технологии, положительно оценили данный подход к обучению и хотели бы продолжать использовать его в будущем. Игровой момент необычного погружения в новую реальность рождал любопытство и интерес к учебному процессу. Многие специалисты сходятся во мнении, что это весьма эффективный прием, который также прост в использовании [4–6].

Мы отметили также высокий показатель заинтересованности студентов к освоению VR-технологии: только четвертая часть студентов

из общего числа осталась индифферентной к новшествам, и совсем малая доля среди них не приняла нововведения. Обе группы студентов, участвующих в эксперименте, показали схожие результаты. Это говорит о том, что студенты с энтузиазмом участвовали в роли творцов-исполнителей и не отказывались взять на себя полномочия экспертов. В итоге, они стали активнее участвовать в обсуждениях и дискуссиях, задавали продуманные вопросы и высказывали более оригинальные идеи. Наши результаты соотносятся с результатами, полученными другими исследователями. Особый мир виртуальной реальности, расширяющий горизонты восприятия, обладает явными преимуществами по сравнению с традиционными формами обучения [6; 7]. На эффективность использования VR-технологий в обучении указывают результаты, полученные при сравнении успеваемости студентов инженерных вузов, обучавшихся при помощи виртуальной реальности и традиционного подхода [9]. Сами студенты оценивают инструмент VR как положительно влияющий на изучение содержания их курса и как ценный опыт в учебной практике [18].

Выводы

1. Студенты высоко оценили эффективность использования VR-технологий. На экспериментальном примере они наглядно убедились в том, что использование VR-технологий в профессиональной деятельности архитектора позволит сэкономить время на изучение объекта и формирование наглядного проекта, который в виртуальной реальности будет оцениваться целостно в синтезе всех его сторон: конструктивных, композиционных, стилевых и пр.

2. Оказалась весьма простой и доступной настройка техники и работа с ней.

3. Высокий отклик нашло использование геймификации в процессе представления проектов. Игровой фактор способствовал более живой вовлеченности в проект и способствовал непосредственному постижению его свойств, оказалось легче оценить практическую применимость проекта, его функциональность, архитектурную концепцию, эргономику и эстетику проекта.

4. Временной промежуток в пределах 20–25 минут оказался вполне достаточным, чтобы оценить объект со всех сторон, сопоставить с готовой 3D-моделью.

5. Студенты, которые выступали авторами своего проекта и экспертами проектов других учащихся, одинаково сходятся во мнении о результативности использования VR-технологий.

Заключение

Полученные результаты указывают на потенциал VR-технологий в развитии архитектурного образования, что может привести к более эффективному способу обучения студентов. Чтобы обеспечить лучшие возможности для обучения студентов, необходимо активно внедрять данные технологии в образовательные программы. На сегодняшний день VR-технологии находятся в стадии совершенствования, которая в дальнейшем будет предусматривать возможность полного погружения в виртуальную реальность, ее конструирования таким образом, чтобы ощутимо повысить эффект присутствия до высшей степени восприятия пространства, звука, осязаемости фактуры материала, т.е. тактильного восприятия. Одно дело, когда архитектурная модель выстраивается в трехмерной плоскости соответствующих компьютерных программ, другое дело – погружение в виртуальное пространство. Студент в реальном режиме изучает конструктивно-стилевые особенности модели, выстраивает композицию по законам архитектурного порядка, перемещается по залам, комнатам своего собственного архитектурного проекта.

Необходимо разработать новые сценарии обучения. Сегодня отечественные и зарубежные исследователи проводят эксперименты, связанные с технологиями виртуальной реальности, однако пока отсутствует единство мнений в отношении их стопроцентной результативности в разных областях науки, техники, образования и их влиянии на развитие когнитивных навыков. Тем не менее, существует мало систематической работы по применению иммерсивной виртуальной реальности для целей высшего образования. Наш исследовательский опыт показал, что использование VR-технологий в учебном процессе архитектурных специальностей является перспективным направлением. Дальнейшие исследования в этой области могут помочь разработать новые методы обучения и улучшить учебный процесс для будущих архитекторов и дизайнеров.

Библиографический список / References

1. Агеенко Н.В., Дорофеева Д.Д. Инновационные технологии в образовательном процессе: тенденции, перспективы развития // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер.: Психолого-педагогические науки. 2017. № 2 (34). С. 6–15. [Ageenko N.V., Dorofeeva D.D. Innovative technologies in the educational process: Trends, development prospects. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Psikhologo-pedagogicheskie nauki*. 2017. No. 2 (34). Pp. 6–15. (In Rus.)]

2. Барабанщиков В.А. Общая психология: психология восприятия. М., 2019. [Barabanshchikov V.A. Obshchaya psikhologiya: psikhologiya vospriyatiya [General Psychology: Psychology of perception]. Moscow, 2019.]
3. Вайбель П. Медиаискусство: от симуляции к стимуляции // Логос. Фило-софско-литературный журнал. 2015. № 4. С. 135–162. [Weibel P. Media art: From simulation to stimulation. *Logos*. 2015. No. 4. Pp. 135–162. (In Rus.)]
4. Иванько А.Ф., Иванько М.А., Бурцева М.Б. Дополненная и виртуальная реальность в образовании // Молодой ученый. 2018. № 37 (223). С. 11–17. [Ivanko A.F., Ivanko M.A., Burtseva M.B. Augmented and virtual reality in education. *Molodoy uchenyy*. 2018. No. 37 (223). Pp. 11–17. (In Rus.)]
5. Иванько А.Ф., Иванько М.А., Романчук Е.Е. Виртуальная реальность в образовании // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3. С. 20–25. [Ivanko A.F., Ivanko M.A., Romanchuk E.E. Virtual reality in education. *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki*. 2019. No. 3. Pp. 20–25. (In Rus.)]
6. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // Образовательные технологии и общество. Т. 17. 2014. № 3. С. 378–391. [Selivanov V.V., Selivanova L.N. Virtual reality as a method and means of teaching. *Obrazovatelnyye tekhnologii i obshchestvo*. 2014. Vol. 17. No. 3. Pp. 378–391. (In Rus.)]
7. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте // Непрерывное образование: XXI век. 2015. Вып. 1 (9). DOI: 10.15393/j5.art.2015.2729 [Selivanov V.V., Selivanova L.N. The effectiveness of the use of virtual reality in teaching in adolescence and adulthood. *Nepriyivnoe obrazovanie: XXI vek*. 2015. Issue 1 (9). (In Rus.) DOI: 10.15393/j5.art.2015.2729]
8. Смирнова А.С. Технологии виртуальной реальности в образовательном процессе // Обзор педагогических исследований. 2022. Т. 4. № 8. С. 140–144. [Smirnova A.S. Virtual reality technologies in the educational process. *Obzor pedagogicheskikh issledovaniy*. 2022. Vol. 4. No. 8. Pp. 140–144. (In Rus.)]
9. Alhalabi W. Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour & Information Technology*. 2016. Vol. 35. Issue 11. Pp. 919–925. DOI: 10.1080/0144929X.2016.1212931
10. Barata G., Gama S., Jorge J., Gonçalves, D. Improving participation and learning with gamification. *Proceedings of the 1st International Conference on Gamification, 2 October, 2013*. 2013. Pp. 10–17. DOI: 10.1145/2583008.2583010
11. Christou C. Virtual reality in education. *Affective, interactive and cognitive methods for e-learning design: Creating an optimal education experience*. A. Tzanavari, N. Tsapatoulis (eds.). 2010. DOI: 10.4018/978-1-60566-940-3.ch012
12. Delello J.A., Whorter R.R., Camp K.M. Integrating augmented reality in higher education: A multidisciplinary study of student perceptions. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 2015. Issue 24 (3). Pp. 209–233.
13. Dichev C., Dicheva D. Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017. Issue 14 (9). Pp. 2–36. DOI: 10.1186/s41239-017-0042-5

14. Dicheva D., Dichev C., Agre G., Angelova G. Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology Society*. 2015. Issue 18 (3). Pp. 75–88.
15. Kim D., Im T. A systematic review of virtual reality-based education research using latent dirichlet allocation: Focus on topic modeling technique. *Mobile Information Systems*. 2022. No. 2. Pp. 1–17. DOI: 10.1155/2022/1201852
16. Landers R.N., Landers A.K. An empirical test of the theory of gamified learning. *Simulation & Gaming*. 2015. Issue 45 (6). 2015. Pp. 769–785. DOI: 10.1177/1046878114563662
17. Lee E.A., Wong K.W. Review of using virtual reality for learning. *Transactions on Edutainment I*. 2008. Pp. 231–241. DOI: 10.1007/978-3-540-69744-2
18. Ma Y., Zhang L., Wu M. Research on the influence of virtual reality on the learning effect of technical skills of science and engineering college students: Meta-analysis based on 32 empirical studies. *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting*. 2022. 26 November. Pp. 1–9.
19. Makransky G., Lilleholt L. A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*. 2018. Issue 66 (3). Pp. 1141–1158. DOI: 10.1007/s11423-018-9581-2
20. Seaborn K., Fels D.I. Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2015. Issue 74. Pp. 14–31. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006
21. Wu H.K., Lee S.W.Y., Chang H.Y., Liang J.C. Current status, opportunities, and challenges of augmented reality in education. *Computers Education*. 2013. Issue 62. Pp. 41–49. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.10.024

Статья поступила в редакцию 27.05.2023, принята к публикации 06.08.2023

The article was received on 27.05.2023, accepted for publication 06.08.2023

Сведения об авторах / About the authors

Портнова Ирина Васильевна – кандидат искусствоведения; доцент департамента архитектуры Инженерной академии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва

Irina V. Portnova – PhD (Art History); associate professor at the Department of Architecture of the Engineering Academy, RUDN University, Moscow

E-mail: irinaportnova@mail.ru

Халиль Иван – кандидат архитектуры; старший преподаватель департамента архитектуры Инженерной академии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва

Ivan Khalil – PhD (Architecture); senior lecturer at the Department of Architecture of the Engineering Academy, RUDN University, Moscow

E-mail: evanovich_47@yahoo.com

Заявленный вклад авторов

Портнова И.В. – проведение исследования, обработка результатов, участие в подготовке статьи

Халиль И. – проведение исследования, обработка результатов, участие в подготовке статьи

Contribution of the authors

I.V. Portnova – conducting research, primary processing of the results, participation in the preparation of the article

I. Khalil – conducting research, primary processing of the results, participation in the preparation of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript