

М.У. Мукашева¹, Н.В. Сороко², З.К. Калкабаева^{3*}

¹Национальная академия образования имени Б.Алтынсарина, Астана, Казахстан;

²Институт цифровизации образования Национальной академии педагогических наук Украины, Киев, Украина;

³Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

(*Корреспондирующий автор. E-mail: sarsenbayeva_z@mail.ru)

Orcid 0000-0002-8611-8303¹

Orcid 0000-0002-9189-6564²

Orcid 0000-0001-6280-5849³

Реализация конструктивистского подхода к обучению при разработке приложений виртуальной и дополненной реальности

Конструктивистский подход предполагает приобретение обучающимися новых знаний и навыков на опыте обучения. Однако успешность реализации конструктивистского подхода обусловлена наличием определенных образовательных и материально-технических ресурсов. Поэтому примеры использования конструктивистского подхода в обучении широко не распространены. Данное исследование демонстрирует результативность использования конструктивистского подхода при разработке обучающимися приложений виртуальной и дополненной реальности с использованием доступных платформ, таких как *Vuforia* и *Unity 3D*. Для просмотра VR-контента обучающиеся использовали VR-устройства для смартфонов и VR-очки HTC Vive Pro, Oculus Quest 2. В исследовании приняли участие 43 обучающихся из двух вузов по образовательной программе «Вычислительная техника и программное обеспечение» и «Информатика». Студенты, участвовавшие в исследовании, были разделены на экспериментальную и контрольную группы. В обеих группах проводились контрольные работы в виде тестовых заданий одинакового уровня. Исследование показало, что знания и навыки, полученные обучающимися экспериментальной группы при разработке приложений виртуальной и дополненной реальности, были выше, чем в контрольной. Для определения уровня сформированности навыка разработки приложения VR / AR использовались 5-балльные критерии оценки.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, неинтерактивный VR, интерактивный VR, конструктивистское обучение, разработка приложений, *Vuforia*, *Unity 3D*.

Введение

Достижения науки и техники в области информационно-коммуникационных технологий не способствовали возникновению новых тенденций и современных трендов в обществе, которые кардинально меняли стиль жизни, навыки и мышление людей. Традиционные методы обучения не всегда соответствуют потребностям обучающихся, которые хорошо знакомы с возможностями современных цифровых технологий. Иммерсивные технологии, являющиеся одним из последних достижений цифровых технологий, позволяют реализовать конструктивистское обучение с непосредственным участием самого обучаемого при приобретении новых знаний.

Конструктивистское обучение — это демонстрация обучающимися конструктивной активности и рефлексивности в изучении конкретной ситуации и практическом проектировании объекта как модели познания, что создает новые возможности в познании личности и творческой самореализации. Создавая модели, обучающиеся создают себя как специалисты, а преподаватель способствует личностному и профессиональному росту, обеспечивает обучающихся средствами и помогает им понять конструктивный процесс [1].

Наиболее известными и распространенными реализациями иммерсивных технологий являются виртуальная (VR, *Virtual Reality*) и дополненная (AR, *Augmented Reality*) реальность.

Виртуальная реальность (VR) обычно определяется как технология, которая использует различные человеко-компьютерные интерфейсы для создания впечатления пребывания в виртуальной реальности [2]. Дополненная реальность (AR) накладывает цифровой контент на окружающую среду, включая виртуальные объекты в реальный мир. Виртуальные объекты могут быть в разных формах: изображения, видео или другие интерактивные данные [3].

В исследованиях подчеркивается, что качества иммерсивных технологий, такие как погружение, присутствие и интерактивность оказывают существенное влияние на результативность обучения. В

частности, в большинстве исследований (I.Cicek и другие, R. Triana, Ir. T. Alam Napitupulu, Villena-Taranilla R. и другие) отмечается положительное влияние виртуальной и дополненной реальности на улучшение разных навыков и успеваемости обучающихся [4–6].

В данном исследовании реализация конструктивистского подхода к обучению рассматривается в контексте разработки приложения виртуальной и дополненной реальности.

Гипотеза исследования предполагает, что конструктивистское обучение с помощью иммерсивных технологий способствует формированию навыков разработки приложений VR/AR.

Исследование проводилось с участием студентов Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова и Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева по образовательной программе «Вычислительная техника и программное обеспечение» и «Информатика».

Результаты показали, что уровень навыков и знаний обучающихся экспериментальной группы, сформированный в ходе разработки приложения VR/AR, значительно выше, чем у студентов контрольной группы.

Методология исследования

В исследовании D. Allcoat и A. Muhlenen участники разделились на три вида обучения: традиционное обучение, виртуальная реальность и видео обучение. Участники в условиях виртуальной реальности показали улучшение возможностей «запоминания» по сравнению с участниками в традиционных и видеоситуациях [7]. В статье T. Guzsvinecz и других представлены результаты анализа приложения виртуальной реальности, которое позволяет измерять пространственные навыки пользователей [8].

Существуют различные таксономии для приложений виртуальной и дополненной реальности. Образовательная таксономия, предложенная J. Motejlek и E. Alpay, основана на технологиях, используемых для обеспечения виртуальной или дополненной реальности, а также на рекомендуемом пользователем содержании и классификации учебного опыта [9]. D. Gudoniene и D. Rutkauskiene предлагают модель для разработки интегрированных обучающих объектов на основе подходов VR и AR. Модель позволяет разнообразно интегрировать учебные объекты в платформу, а также контент может быть специально персонализирован, а успеваемость учащихся может контролироваться, поддерживаться и оцениваться [10].

В исследованиях Spaeth A. Benjamin и R. Khali VR-контент (или приложения) разделяются на интерактивные и неинтерактивные приложения [11]. Неинтерактивный VR-контент просматривается с помощью VR-устройств для смартфона и имеет ограничения по взаимодействию с виртуальной средой. Интерактивный VR-контент предназначен для просмотра в стационарных и автономных VR-устройствах. В интерактивных приложениях VR присутствуют все элементы взаимодействия со средой виртуальной реальности.

Казахстанские ученые Y.A. Daineko и другие использовали технологию виртуальной реальности при обучении физике. Они утверждают, что обучение с приложением, которое они разработали, было интересным и эффективным [12]. В работе Ж.К. Нурбекова и других представлена дидактическая модель обучения, основанная на использовании технологии AR/VR [13]. Данная модель состоит из шести этапов.

Методы и материалы

В исследовании приняли участие 43 обучающихся, в том числе 22 студента образовательной программы «Информатика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева и 11 студентов образовательной программы «Информатика», 10 обучающихся программы «Вычислительная техника и программное обеспечение» Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова. Обучающиеся, принявшие участие в исследовании, были разделены на две группы: 21 человек в экспериментальной группе, в контрольной – 22 обучающихся.

В обеих группах до и после изучения дисциплины «Проектирование и разработка компьютерных игр» (пре-тест и пост-тест) были проведены контрольные работы в виде тестовых заданий. Тестовые задания составлены таким образом, чтобы обучающиеся смогли продемонстрировать теоретические знания по VR/AR и практические навыки по разработке. Примеры тестовых заданий представлены на рис.1 и 2.

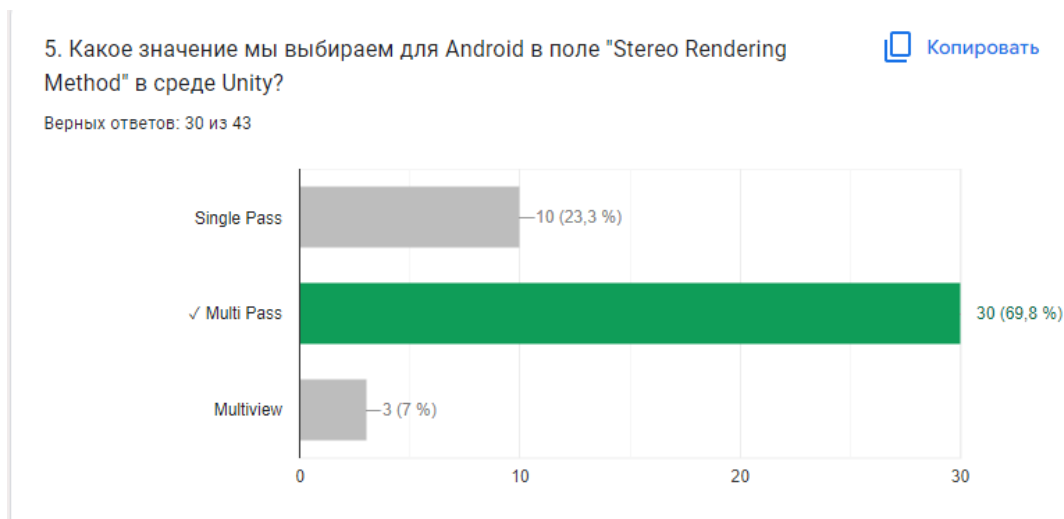


Рисунок 1. Тестовые задания для обучающихся

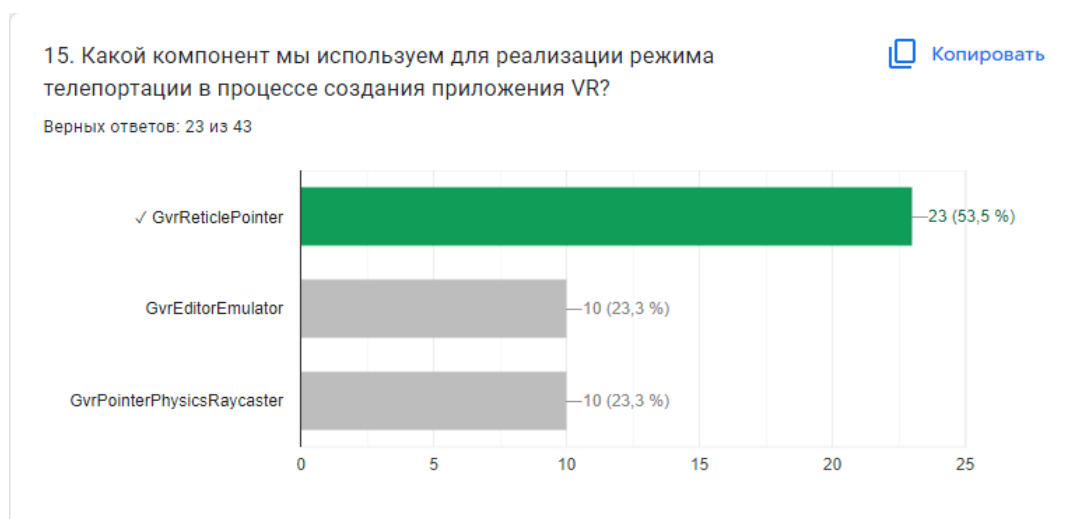


Рисунок 2. Тестовые задания для обучающихся

Предварительный анализ инструментальных средств для разработки приложений VR/AR позволил выбрать наиболее эффективные и доступные платформы, такие как Vuforia и Unity 3D.

Vuforia — это кроссплатформенная платформа для разработки приложений дополненной реальности (AR) и смешанной реальности (MR) с надежным отслеживанием и производительностью на различных аппаратных средствах (включая мобильные устройства и головные дисплеи смешанной реальности (HMD), такие как Microsoft HoloLens). Интеграция Unity с Vuforia позволяет создавать приложения Vision и игры для Android и iOS с помощью рабочего процесса создания перетаскиванием. В магазине Unity Asset Store доступен пакет образцов Vuforia AR+VR с несколькими полезными примерами, демонстрирующими наиболее важные функции платформы. Vuforia поддерживает множество устройств сторонних производителей (таких как очки AR/MR) и устройства виртуальной реальности с камерами заднего вида (например, Gear VR) [14].

Unity 3D — это мультиплатформенный инструмент для разработки и программирования интерактивных браузерных и настольных приложений с двух- и трехмерной графикой, обрабатываемой в реальном времени. Он обеспечивает основные технологии моделирования и 3D-визуализации, упрощает процесс разработки проектов, обеспечивает возможность их запуска на нескольких платформах, таких как игровые консоли и настольные операционные системы, например, GNU/Linux, Mac OS X и Microsoft Windows. Помимо JavaScript, Unity 3D также предоставляет возможность использовать для написания скриптов языки C# и Boo (производный от языка Python). Unity предлагает моделирование физических сред, карты нормалей, преграждение окружающего света в экранном пространстве (Screen

Space Ambient Occlusion, SSAO), динамические тени [15]. Разработка приложения VR / AR состоит из следующих этапов (рис. 3).



Рисунок 3. Этапы разработки AR/VR приложения

Для определения уровня сформированности навыка разработки приложения VR/AR использовались 5-балльные критерии оценки (табл. 1). Разработанные обучающимися приложения оценивались по указанным критериям.

Т а б л и ц а 1

Оценка результатов обучения обучающихся

Балльная шкала	Критерии оценки
5	Обучающийся глубоко и полно усвоил весь материал, изученный в дисциплине. Он может полностью создать, загрузить и протестировать приложение виртуальной и дополненной реальности на своем устройстве. Умеет использовать программный код при разработке приложения
4	Полностью владеет изученным в дисциплине материалом. Может полностью создать приложение виртуальной и дополненной реальности по обученным материалам. Ошибки, допущенные при написании программного кода, могут быть исправлены с помощью преподавателя
3	Обучающийся знает важные темы из материалов, изученных в дисциплине. Недостаточно сформирован навык разработки приложения виртуальной и дополненной реальности. Он может исправить ошибки, допущенные им при разработке приложения, с помощью преподавателя
2	Хотя он владеет основным материалом по предмету, он не может использовать его на практике. В процессе создания приложения виртуальной и дополненной реальности нет навыков использования сложных элементов
1	Обучающийся не освоил важные темы по предмету. Существуют серьезные ошибки при разработке приложения виртуальной и дополненной реальности. В работе обучающегося наблюдается отсутствие понимания основных положений при создании приложения
0	Обучающийся не полностью освоил тему, не умеет работать с платформой для создания приложения виртуальной и дополненной реальности

Результаты и обсуждение

Анализ образовательных программ 8 казахстанских вузов показывает, что специальные образовательные программы по подготовке специалистов в области иммерсивных технологий в отечественных вузах отсутствуют, однако с 2019 года обучающиеся университетов изучают VR/AR в виде элективного курса. В таблице 2 представлен ряд образовательных программ, которые предусматривают изучение VR/AR как отдельной дисциплины.

Дисциплины по VR / AR в образовательных программах вузов [16–25]

№	Наименование дисциплины	Образовательная программа	Год введения, семестр	Вуз
1	Виртуальная и дополненная реальность [16]	Информатика (бакалавр)	2021 г., 6 семестр	ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
2	Смешанная, дополненная и виртуальная реальность [17]	ВТиПО (бакалавр)	2018 г., 6 семестр	ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
3	Введение в технологию виртуальной реальности [18]	Информационные системы (бакалавр)	2018 г., 6 семестр	ВКТУ им. Д. Серикбаева
4	3D моделирование и программирование [19]	Информатика (бакалавр)	2020 г., 6 семестр	АРУ им. К. Жубанова
5	Мобильное обучение и виртуальная реальность [20]	Информатика и информатизация образования (магистратура)	2019 г., 3 семестр	АУ им. Х. Досмухамедова
6	Разработка виртуальных образовательных систем [21]	Информатика (магистратура)	2020 г., 1 семестр	АРУ им. К. Жубанова
7	Создание и применение виртуальных образовательных систем [22]	Информатика (магистратура)	2020 г., 1 семестр	КазНУ им. аль-Фараби
8	AR/VR технологии [23]	ВТиПО (бакалавр)	2020 г., 5 семестр	МУИТ
9	VR/ AR разработка [24]	Computer Science (бакалавр)	2021 г.	Торайгыров Университет
10	Дополненная реальность [25]	Информационные технологии и робототехника (бакалавр)	2020 г., 7 семестр	КРУ им. А. Байтурсынова

Студенты экспериментальной и контрольной групп выполнили одинаковые задания и представили разработки в виде интерактивного и неинтерактивного VR-контента. Для просмотра неинтерактивного VR-контента студенты использовали не дорогие VR-устройства для смартфонов. Интерактивные разработки обучающихся представлены с помощью VR-очков HTC Vive Pro, Oculus Quest 2. Проекты, подготовленные обучающимися в процессе изучения дисциплины, представлены на рисунках 4 и 5.

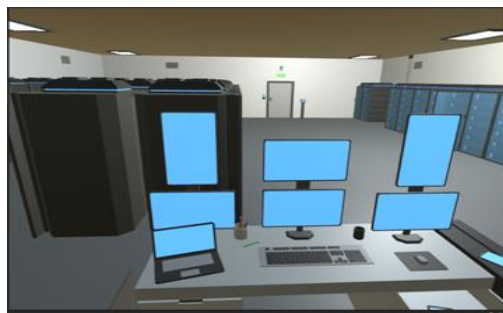
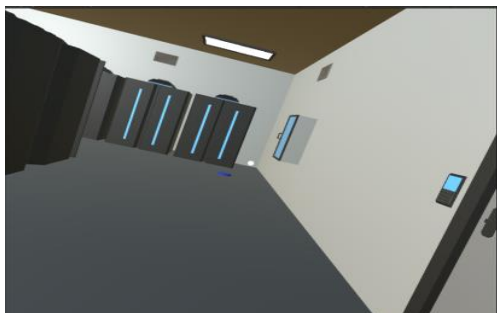


Рисунок 4. Неинтерактивный VR проект обучающихся

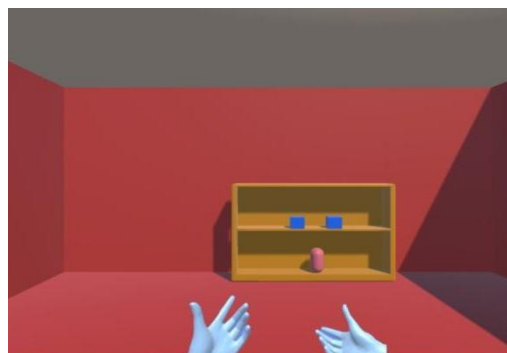
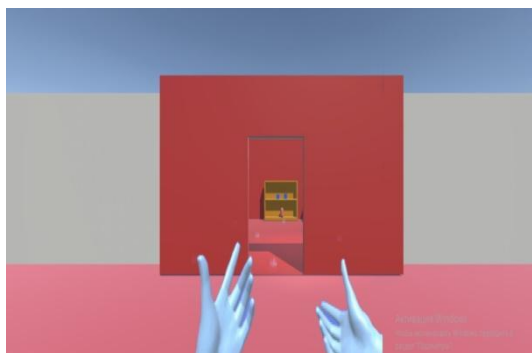


Рисунок 5. Интерактивный VR проект обучающихся

По результатам пре-теста средний балл обучающихся экспериментальной группы составил 51 %, а средний балл обучающихся контрольной группы — 46 %. А по результатам пост-теста средний балл обучающихся контрольной группы составил 62 %, экспериментальной группы — 92 % (рис. 6).

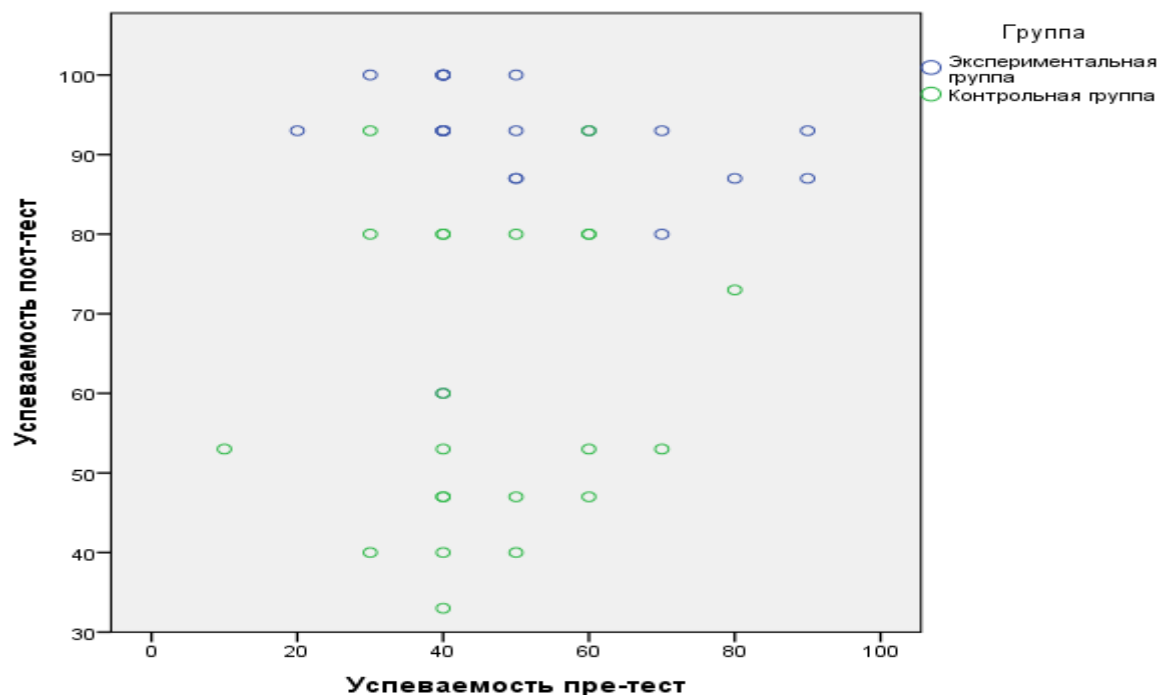


Рисунок 6. Показатели обучающихся экспериментальной и контрольной групп по итогам пре-теста

Анализируя результаты ответов участников эксперимента, приходим к следующим выводам:

Видно, что существует большая разница между результатами пре-теста и пост-теста обучающихся экспериментальной группы. По результатам пре-теста 9,5 % участников экспериментальной группы получили 90 баллов, а по результатам пост-теста 71,5 % всех участников получили свыше 93 баллов. 4,8 % участников набрали минимум 20 баллов по пре-тесту и 60 баллов по результатам пост-теста (рис. 7).

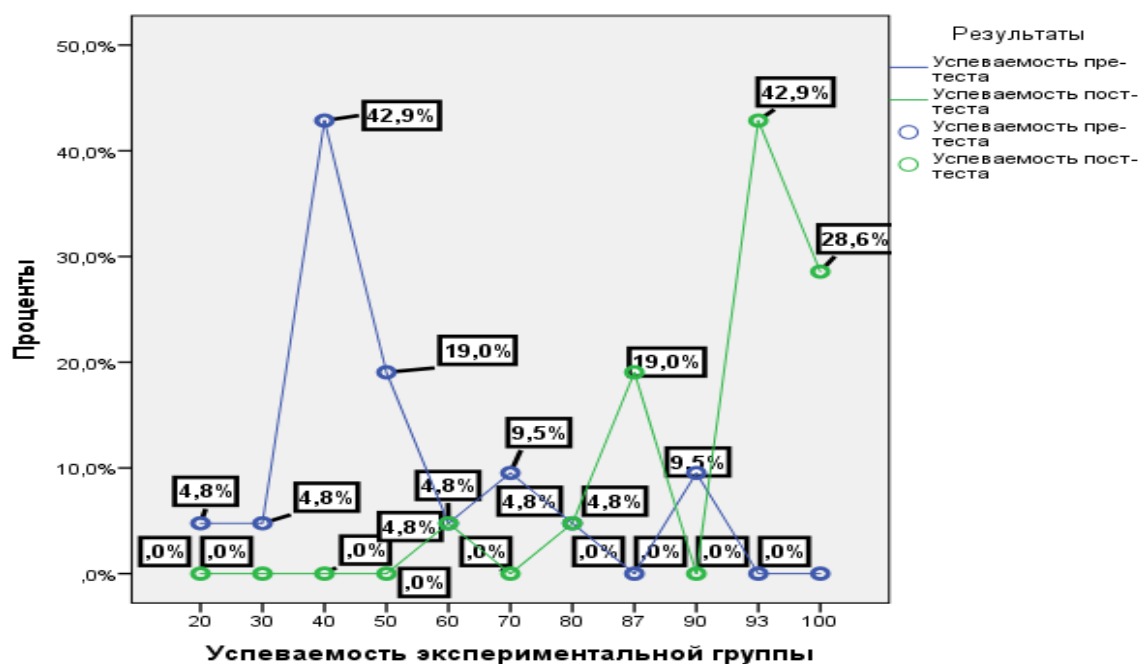


Рисунок 7. Показатели обучающихся экспериментальной по итогам пре теста и пост-теста

А между результатами контрольной группы разница не так уж и велика. По контрольной группе в результате пре-теста только 4,5 % участников получили 80 баллов, а по результатам пост-теста 36,4 % всех участников получили более 80 баллов. 4,5 % участников получили минимальные 10 баллов по пре-тесту и 33 балла по результатам пост-теста (рис. 8).

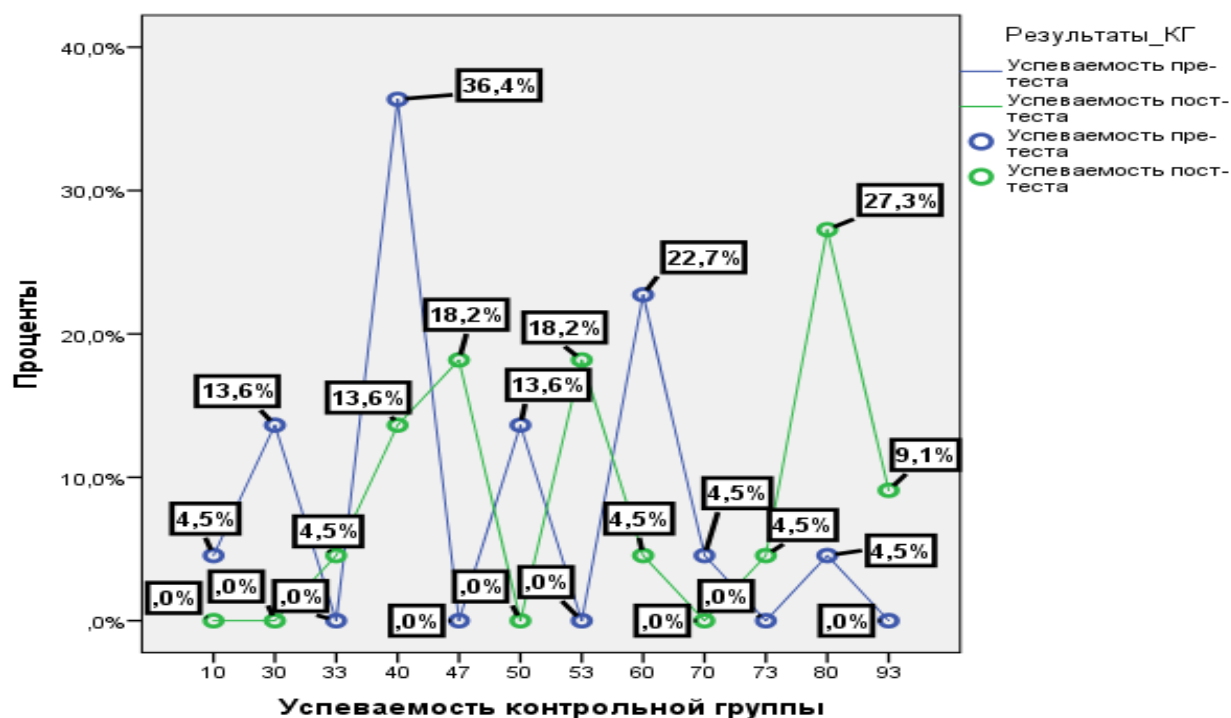


Рисунок 8. Показатели обучающихся контрольной группы по итогам пре-теста и пост-теста

По результатам критериев оценки в экспериментальной группе высокий балл получили 38,1 % участников, в контрольной — только 4,5 %. В контрольной группе 27,2 % участников оценивались в 1 и 2 балла, а в экспериментальной группе отсутствовали обучающиеся, получившие низкие баллы (рис. 9).

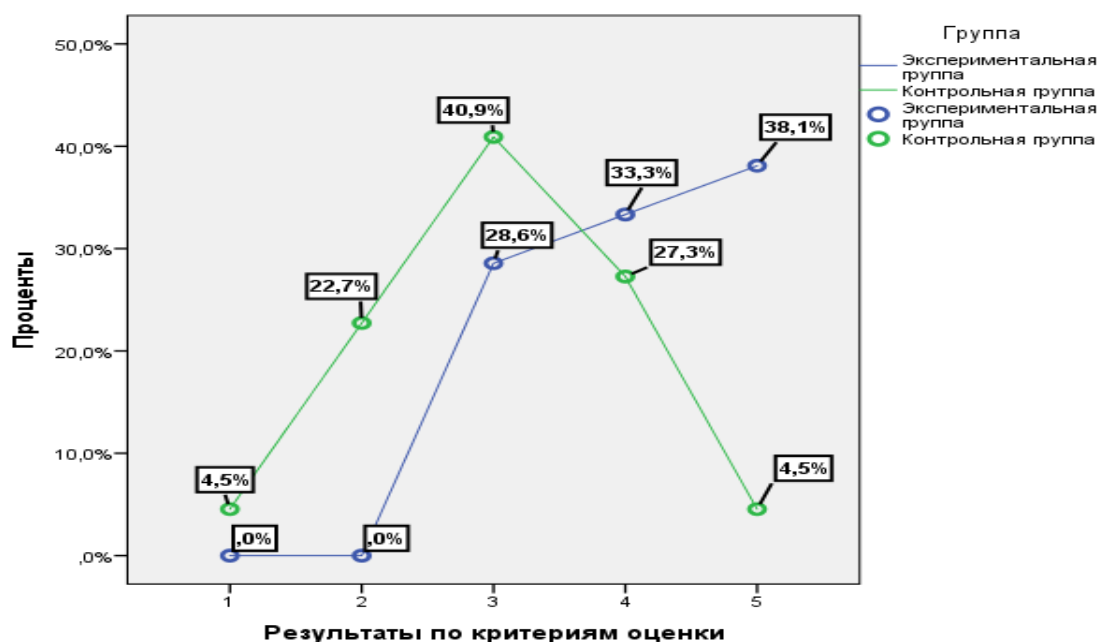


Рисунок 9. Показатели обучающихся экспериментальной и контрольной групп по оценке результатов обучения

Заключение

По результатам исследования были установлены, что знания и навыки по созданию учебных приложений виртуальной и дополненной реальности у обучающихся экспериментальной группы значительно выше, чем у студентов контрольной. Показатели обучающихся экспериментальной группы по двум видам тестов (пре-тест и пост-тест) подтвердили эффективность использования иммерсивных технологий для реализации конструктивистского подхода в обучении.

В целом, результаты данного исследования могут быть предпосылкой для будущих исследований по изучению влияния конструктивистского подхода для повышения качества обучения и преподавания, так как прочные знания и навыки, полученные в результате освоения дисциплины, могут сыграть важную роль в будущей профессиональной деятельности обучающихся.

Статья подготовлена по результатам проекта № AP14870741, который реализуется в рамках грантового финансирования научных исследований Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан на 2022–2024 гг.

Список литературы

- 1 Калина Н.Д. Педагогическое теоретико-методологическое обоснование конструктивистского подхода к профессиональному образованию / Н.Д. Калина // Развитие современного образования: теория, методика и практика: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. — С. 49–61.
- 2 Seth A. Virtual reality for assembly methods prototyping: a review / A. Seth, J. Vance, J. Oliver // Virtual Reality. — 2011. — Vol. 15, No. 1. — P. 5–20. <https://doi.org/10.1007/s10055-009-0153-y>.
- 3 Bajura M. Merging virtual objects with the real world: Seeing ultrasound imagery within the patient / M. Bajura, H. Fuchs, R. Ohbuchi // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. — 1992. — Vol. 26, No. 2. — P. 203-210. <https://doi.org/10.1145/142920.134061>.
- 4 Cicek I. Student Thoughts on Virtual Reality in Higher Education – A Survey Questionnaire / I. Cicek, A. Bernik, I. Tomicic // Information. — 2021. — Vol. 12. — P.151. <https://doi.org/10.3390/info12040151>.
- 5 Triana R. The effect of virtual reality on learning outcomes mediated by interaction and learning experiences [Electronic resource] / R. Triana, Ir.T. Alam Napitupulu // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. — 2021. — Vol. 12. Access mode: <https://turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/7173>.
- 6 Villena-Taranilla R. Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis / R. Villena-Taranilla, S. Tirado-Olivares, R. Cózar-Gutiérrez, J.A. González-Calero // Educational Research Review. — 2022. — Vol. 35. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434>.
- 7 Allcoat D. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement / D. Allcoat, A. Mühlenen // Research in Learning Technology. — 2018. — Vol. 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>.
- 8 Guzsvinecz T. Analyzing the spatial skills of university students with a virtual reality application using a desktop display and the Gear VR / T. Guzsvinecz, É. Orbán-Mihálykó, E. Perge, C. Sik-Lányi // Acta Polytechnica Hungarica. — 2020. — Vol. 17. <https://doi.org/10.12700/APH.17.2.2020.2.3>.
- 9 Motejlek J. Taxonomy of Virtual and Augmented Reality Applications in Education / J. Motejlek, E. Alpay // IEEE Transactions on Learning Technologies. — 2021. — Vol. 14. — No. 3. — P. 415–429. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3092964>.
- 10 Gudoniene D. Virtual and Augmented Reality in Education / D. Gudoniene, D. Rutkauskiene // Baltic J. Modern Computing, — 2019. — Vol. 7. — No. 2. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2019.7.2.07>.
- 11 Spaeth A. Benjamin. The place of VR technologies in UK architectural practice / A. Benjamin Spaeth, R. Khali // Architectural Engineering and Design Management. — 2018. — Vol. 14, No. 6. — P. 470-487. <https://doi.org/10.1080/17452007.2018.1502654>.
- 12 Daineko Y.A. The Use of New Technologies in the Organization of the Educational Process / Y.A. Daineko, N.T. Duzbayev, K.B. Kozhaly, M.T. Ipalakova, Zh.M. Bekaulova, N.Zh. Nalgozhina, R.N. Sharshova // SAI 2020. — 2020. — AISC 1230. — P. 622–627. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52243-8_46.
- 13 Нурбекова Ж.К. Дидактическая модель обучения на основе применения технологии дополненной реальности / Ж.К. Нурбекова, К.М. Байгушева, Б.М. Байгушева, Р.А. Ельтинова // Вестн. Евраз. нац. ун-та им. Л.Н. Гумилева. Сер. Педагогика. Психология. Социология. — 2020. — № 2 (131). — С. 81–89.
- 14 Vuforia SDK overview. docs.unity3d.com. [Electronic resource]. – Access mode <https://docs.unity3d.com/2017.2/Documentation/Manual/vuforia-sdk-overview.html>.
- 15 Степчева З.В. Основы геометрического моделирования в Unity 3D: метод/ указ. / З.В. Степчева, О.С. Ходос. — Ульяновск: УлГТУ, 2012. — С. 33.
- 16 Каталог дисциплин по образовательной программе для обучающихся приема 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fit.enu.kz/storage/!!!++%d0%9a%d0%94-6%d0%9201511%20%d0%98%d0%bd%d1%84%d0%be%d1%80%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b8%d0%ba%d0%b0001.pdf>

- 17 Образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://asf.enu.kz/storage/%D0%9E%D0%9F_5%D0%92070400_%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D1%80%D0%B8%D0%B0%D1%82%20\(1\).pdf](https://asf.enu.kz/storage/%D0%9E%D0%9F_5%D0%92070400_%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D1%80%D0%B8%D0%B0%D1%82%20(1).pdf).
- 18 Образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ektu.kz/educationalprograms/educationalprogramdetail.aspx?lang=ru>.
- 19 Модульная образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://fmf.arsu.kz/?page_id=2835&lang=ru.
- 20 Образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://asu.edu.kz/upload/content/pdf/master/%D0%9E%D0%9F_Scan_2019%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0_compressed.pdf
- 21 Каталог элективных модулей 2020–2021 учебный год. Магистратура [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://fmf.arsu.kz/?page_id=3554&lang=ru.
- 22 Образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.kaznu.kz/ru/education_programs/magistracy/speciality/1750.
- 23 Образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://iitu.edu.kz/documents/738/new_6B06106_%D0%92%D0%A2%D0%9F%D0%9E_%D0%B1%D0%B0%D0%BA_%D1%80%D1%83%D1%81.pdf.
- 24 Программа развития [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://tou.edu.kz/arm/storage/programs/info/683.pdf>.
- 25 Модульная образовательная программа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://eti.ksu.edu.kz/files/educational-program/modular/information_technology_and_robotics.pdf.

М.У. Мукашева, Н.В.Сороко, З.К. Калкабаева

Виртуалды және толықтырылған шынайылық қосымшаларын әзірлеу кезінде оқытудың конструктивистік тәсілін жүзеге асыру

Конструктивистік тәсіл білім алушылардың оқу тәжірибесінен жаңа білім мен дағдыларды игеруін көздейді. Алайда, конструктивистік тәсілді жүзеге асырудың сәттілігі белгілі бір білім беру және материалдық-техникалық ресурстардың болуына байланысты. Сондықтан оқытуда конструктивистік тәсілді қолдану мысалдары кең таралмаған. Бұл зерттеу білім алушылардың *Vuforia* және *Unity 3D* сияқты қолжетімді платформаларды пайдалана отырып, виртуалды және толықтырылған шынайылық қосымшаларын әзірлеу кезінде конструктивистік тәсілді пайдаланудың тиімділігін көрсетеді. VR-контентін көру үшін білім алушылар смартфондарға арналған VR-құрылғылар мен HTC Vive Pro, Oculus Quest 2 VR-көзілдіріктерін пайдаланды. Зерттеуге «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету» және «Информатика» білім беру бағдарламасы бойынша екі жоғары оқу орнынан 43 білім алушы қатысты. Зерттеуге қатысқан студенттер эксперименттік және бақылау топтарына бөлінді. Екі топта да бірдей деңгейдегі тест тапсырмалары түрінде бақылау жұмыстары жүргізілді. Зерттеу эксперименттік топ студенттерінің виртуалды және толықтырылған шынайылық қосымшаларын әзірлеу кезінде алған білімі мен дағдылары бақылау тобына қарағанда жоғары екенін көрсетті. VR / AR қосымшасын әзірлеу дағдыларының қалыптасу деңгейін анықтау үшін 5-балдық бағалау критерийлері қолданылды.

Кілт сөздер: виртуалды шындық, толықтырылған шындық, интерактивті емес VR, интерактивті VR, конструктивистік оқыту, қосымшаларды әзірлеу, *Vuforia*, *Unity 3D*.

M.U. Mukasheva, N.V. Soroko, Z.K. Kalkabayeva

Implementation of a constructivist approach to learning in the development of virtual and augmented reality applications

The constructivist approach involves the acquisition of new knowledge and skills by the learners from the learning experience. However, the success of the implementation of the constructivist approach is due to the availability of certain educational and logistical resources. Therefore, examples of using the constructivist approach in teaching are not widely distributed. This study demonstrates the effectiveness of using a constructivist approach in the development of virtual and augmented reality applications by students using available platforms such as *Vuforia* and *Unity 3D*. To view VR- content, students used VR devices for smartphones and VR-glasses HTC Vive Pro, Oculus Quest 2. The study involved 43 students from two universities in the educational program “Computer Engineering and software” and “Computer Science”. The students who participated in the study were divided into experimental and control groups. In both groups, control work was carried out in the form of test tasks of the same level. The study showed that the knowledge and skills acquired by the students of the experimental group in the development of virtual and augmented reality applications were higher than in the control group. 5-point evaluation criteria were used to determine the level of formation of the VR/AR application development skill.

- 21 Katalog elektivnykh modulei 2020–2021 uchebnyi god. Magistratura [Catalog of elective modules 2020-2021 academic year, Master's degree]. fmf.arsu.kz. Retrieved from http://fmf.arsu.kz/?page_id=3554&lang=ru [in Russian].
- 22 Obrazovatelnaia programma [Educational program]. kaznu.kz/ru. Retrieved from https://www.kaznu.kz/ru/education_programs/magistracy/speciality/1750 [in Russian].
- 23 Obrazovatelnaia programma [Educational program]. iitu.edu.kz. Retrieved from https://iitu.edu.kz/documents/738/new_6B06106_%D0%92%D0%A2%D0%9F%D0%9E_%D0%B1%D0%B0%D0%BA_%D1%80%D1%83%D1%81.pdf [in Russian].
- 24 Programma razvitiia [Development program]. tou.edu.kz. Retrieved from <https://tou.edu.kz/arm/storage/programs/info/683.pdf> [in Russian].
- 25 Modulnaia obrazovatelnaia programma [Modular educational program]. eti.ksu.edu.kz. Retrieved from https://eti.ksu.edu.kz/files/educational-program/modular/information_technology_and_robotics.pdf [in Russian].