

Ш.Т. Шекербекова<sup>1</sup>, Е.Х. Жабаев<sup>1\*</sup>, А.В. Гриншкун<sup>2</sup>, М.И. Ревшенова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Московский городской педагогический университет, г.Москва, Российская Федерация

\*e-mail: ermahan\_zh.h@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММЕРСИВНЫХ СИСТЕМ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА И СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

### Аннотация

Виртуальные компьютерные модели открывают новые возможности для демонстрации объектов, процессов или явлений, избегая при этом преждеупомянутых ограничений. Цель работы заключается в изучении вопросов моделирования подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения. В статье отмечается потенциал иммерсивных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, для улучшения образования и производительности в различных сферах деятельности. Виртуальная и дополненная реальность позволяют создавать интерактивные уроки и симуляции, которые делают обучение более увлекательным и позволяют учащимся буквально погрузиться в учебный материал. Иммерсивные технологии позволяют студентам практиковаться в реалистичных сценариях, например, в медицинском симуляторе или виртуальной лаборатории, что способствует лучшему пониманию и усвоению материала. Иммерсивные технологии позволяют людям путешествовать в виртуальные места и времена, которые им недоступны из-за физических ограничений или исторических причин. В сферах, где требуется профессиональный тренинг, таких как авиация, медицина, инженерия и производство, иммерсивные технологии могут использоваться для симуляции сложных сценариев и тренинга. Иммерсивные технологии могут поддерживать совместное обучение и сотрудничество, даже если участники находятся на больших расстояниях друг от друга.

*Ключевые слова:* информатизация образования, иммерсивные технологии, технология виртуальной реальности, технология дополненной реальности, технология дополненной виртуальности.

Ш.Т. Шекербекова<sup>1</sup>, Е.Х. Жабаев<sup>1</sup>, А.В. Гриншкун<sup>2</sup>, М.И. Ревшенова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Мәскеу қалалық педагогикалық университеті, Мәскеу қ., Ресей

## ИММЕРСИВТІ ЖҮЙЕЛЕРДІ ОБЪЕКТ ЖӘНЕ ОҚУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ

### Аңдатпа

Виртуалды компьютерлік модельдер, объектілерді, процестерді немесе құбылыстарды көрсету үшін жаңа мүмкіндіктерді ашады. Жұмыстың мақсаты – иммерсивті жүйелерді оқытудың объектісі мен құралы ретінде мұғалімдерді дайындауда мәселелерін зерттеу. Мақалада әртүрлі салалардағы білім мен өнімділікті жақсарту үшін виртуалды және толықтырылған шынайылық сияқты иммерсивті технологиялардың мүмкіндіктері көрсетілген. Виртуалды және толықтырылған шынайылықты оқытуды қызықты ететін және студенттердің оқу материалына енуіне мүмкіндік беретін интерактивті сабақтар мен модельдеулерді жасауға мүмкіндік береді. Иммерсивті технологиялар студенттерге түсіну мен есте сақтауды жақсарту үшін медициналық модельдеу немесе виртуалды зертхана сияқты нақты сценарийлерде тәжірибе жасауға мүмкіндік береді. Иммерсивті технологиялар адамдарға физикалық шектеулерге немесе тарихи себептерге байланысты қол жетімсіз виртуалды орындарға және онлайн саяхаттауға мүмкіндік береді. Авиация, медицина, инженерия және өндіріс сияқты кәсіби дайындық қажет салаларда күрделі сценарийлер мен оқытуды имитациялау үшін иммерсивті технологияларды қолдануға болады. Иммерсивті технологиялар, тіпті қатысушылар бір-бірінен үлкен қашықтықта орналасса да, ортақ оқу мен ынтымақтастықты қолдай алады.

*Түйін сөздер:* білім беруді ақпараттандыру, иммерсивті технологиялар, виртуалды шынайылық технологиясы, толықтырылған шынайылық технологиясы, кеңейтілген виртуалдылық технологиясы.

Sh.T. Shekerbekova<sup>1</sup>, Ye.H. Zhabayev<sup>1</sup>, A.V. Grinshkun<sup>2</sup>, M.I. Revshenova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russian Federation

## THE USE OF IMMERSIVE SYSTEMS AS AN OBJECT AND MEANS OF LEARNING

### Abstract

Virtual computer models open up new opportunities for demonstrating objects, processes or phenomena, while avoiding the previously mentioned limitations. The purpose of the work is to study the issues of modeling the preparation of teachers for the use of immersive systems as an object and means of teaching. The article highlights the potential of immersive technologies such as virtual and augmented reality to improve education and productivity in various fields. Virtual and augmented reality enable the creation of interactive lessons and simulations that make learning more engaging and allow students to become immersed in the learning material. Immersive technologies allow students to practice in realistic scenarios, such as a medical simulation or virtual laboratory, to enhance understanding and retention. Immersive technologies allow people to travel to virtual places and times that are inaccessible to them due to physical limitations or historical reasons. In areas where professional training is required, such as aviation, medicine, engineering and manufacturing, immersive technologies can be used to simulate complex scenarios and training. Immersive technologies can support shared learning and collaboration, even when participants are located at great distances from each other.

*Keywords:* informatization of education, immersive technologies, virtual reality technology, augmented reality technology, augmented virtuality technology.

### Введение

В любой образовательной системе присутствует вопрос об эффективности наглядных и интерактивных учебных материалов. Без использования визуализации и практических заданий, процесс обучения может оказаться неэффективным. Визуализация учебных материалов играет ключевую роль в упрощении процесса изучения разнообразных объектов и концепций, основываясь в основном на визуальном представлении информации. Это не только стимулирует интерес студентов, но также помогает сократить время на усвоение материала. Существуют ситуации, когда передача информации без использования визуализации практически невозможна.

### Методология исследования

Самым распространенным методом визуализации учебных материалов является использование различных изображений, таких как рисунки, фотографии, диаграммы, графики, карты и т.д. Они относительно легки для создания и воспроизводства как в цифровом, так и в печатном формате. Тем не менее, часто простые изображения оказываются недостаточными для полноценного визуального представления, так как они ограничены определенной перспективой, выбранной автором, и конкретными примерами объекта или явления. С помощью статического изображения сложно передать сложные процессы и явления. Более того, обучающийся обычно имеет ограниченные возможности взаимодействия с изображением, вносить изменения или выполнить определенные манипуляции. Таким образом, несмотря на важность визуализации в современной образовательной системе, она не является достаточной [1].

Кроме того, статические изображения не могут передать дополнительные виды информации, такие как звуковые (птичий трель, звук двигателя и т.д.), тактильные (текстура, теплопроводность и т.д.) или ольфакторные (обонятельные) данные. В последние десятилетия применение видео как средства повышения наглядности материалов стало особенно популярным. Видео позволяет демонстрировать динамику процессов и объектов, а также позволяет включить в учебные материалы аудио-компонент. Однако для воспроизведения видео требуется специальное оборудование, а разработка видеоматериалов обычно значительно сложнее, чем создание статических изображений. Взаимодействие обучающегося

с видеоматериалами в основном ограничивается контролем воспроизведения во время индивидуальной работы.

Следующим шагом в улучшении наглядности учебных материалов может быть использование различных физических моделей и лабораторных работ, основанных на взаимодействии с реальными объектами. Этот подход может достичь наиболее высокой эффективности обучения за счет усиленного воздействия на различные чувства учащегося и интерактивности процесса. Точность и реалистичность обучения, основанного на таких методах, на данный момент превосходят все остальные.

Использование физических объектов позволяет учащимся более точно оценить реальные размеры объектов, благодаря бинокулярному зрению, особенностям освещения и тактильному взаимодействию. Элементы, такие как теплопроводность и текстура, могут дать учащимся возможность более точно понять и в дальнейшем идентифицировать материал изучаемого объекта [2-3].

Вместе с тем, использование реальных объектов в обучении сталкивается с существенными ограничениями, связанными с доступностью и приемлемостью таких материалов в контексте образовательной системы. Например, в школах невозможно проведение лабораторных работ с радиоактивными веществами из-за их потенциальной опасности и высокой стоимости, а в медицинских учебных заведениях студенты не могут самостоятельно выполнить хирургические операции на людях по соображениям этики и безопасности.

Частично такие ограничения могут быть преодолены с использованием специально разработанных моделей, которые имитируют значимые для учебы свойства. Однако этот подход не всегда применим, поскольку создание подобных моделей может быть слишком затратным или даже невозможным в определенных случаях.

Виртуальные компьютерные модели открывают новые возможности для демонстрации объектов, процессов или явлений, избегая при этом преждеупомянутых ограничений. Более того, они позволяют достичь высокой степени интерактивности между обучающимся и учебным материалом. Современные информационные технологии способны с достаточной наглядностью и точностью моделировать различные объекты и процессы, обеспечивая возможность проведения ранее недоступных экспериментов и демонстраций. Важно отметить, что для реализации такого обучающего процесса, в большинстве случаев, достаточно иметь доступ к обычному компьютерному оборудованию и программному обеспечению, что является доступным для большинства образовательных учреждений на текущий момент.

Хотя виртуальные компьютерные модели не могут точно воспроизвести все атрибуты реальных объектов, процессов или явлений, что может негативно сказаться на эффективности обучения, они, тем не менее, обеспечивают большую степень интерактивности по сравнению с статическими изображениями или видеоматериалами. Виртуальные лабораторные работы могут служить подготовительным этапом к взаимодействию с реальными объектами, особенно в случаях, когда прямое взаимодействие связано с высокими рисками, дорогостоящим оборудованием, или когда некоторые элементы реальной работы сложно визуализировать. Однако необходимо учесть и такой аспект, как эффект "отчуждения" который может возникать при использовании обучающих материалов, включая виртуальные симуляции, изображения и видеоролики. Обучающиеся могут не воспринимать эти материалы так же живо, как реальные объекты, что может привести к нарушению ассоциативных связей между демонстрацией и реальным объектом. Таким образом, выбор между использованием реальных или виртуальных объектов в образовательном процессе зависит от целей, условий и ресурсов данного обучения.

### **Результаты исследования**

Иммерсивные технологии представляют собой важный инструмент, позволяющий минимизировать ограничения, связанные с использованием виртуальных или реальных

объектов в учебном процессе, путем их интеграции. Эти технологии предоставляют возможность "смешивания" виртуальных и реальных объектов и пространств для оптимизации их преимуществ. Их использование в обучении снижает эффект "отчужденности" связанный с виртуальными моделями, благодаря контекстной связи с реальными объектами, пространственной ориентации и интеграции в активности учащихся. Большинство этих технологий обеспечивают натуральное и реалистичное взаимодействие с виртуальными объектами, что критично при работе в трехмерном пространстве. Они не требуют сложной подготовки для работы с объемным пространством через плоский экран и стандартные манипуляторы, позволяют развивать практические навыки и координацию, а также внедряют новые формы взаимодействия. Кроме того, иммерсивные технологии способны эмулировать различные реальные пользовательские интерфейсы, включая механические, с большим реализмом.

Для полноценного использования такого термина, как «иммерсивные технологии», необходимо его определить и выявить классификацию входящих в нее компонентов. Иммерсивные технологии (от англ. Immersive – погружение) – технологии, направленные на реалистичное для человека совмещение с возможностью взаимодействия реальных и виртуальных объектов и пространств, работающих в реальном времени.

В одной из наиболее значимых и первопроходческих работ по классификации иммерсивных технологий, авторы П. Милграм и А. Ф. Кишино делают акцент на том, что исследование в основном фокусируется на устройствах вывода, то есть дисплеях [4]. Все определения и классификации основаны на техническом осуществлении. В этом исследовании, такие понятия как "дополненная реальность"(Augmented Reality, AR) и "дополненная виртуальность"(Augmented Virtuality, AV) определены как составные части "смешанной реальности"(Mixed Reality, MR). Слово "Mixed" может иметь различные переводы, что приводит к использованию таких терминов, как "гибридная реальность" или "комбинированная реальность". В современной литературе также встречается термин "расширенная реальность"(Extended Reality, XR), который включает в себя MR и VR. Авторы представляют понятие "континуума реальность-виртуальность"(Reality-Virtuality Continuum), также известное как континуум Милграма, по имени одного из авторов (см. рис. 1).

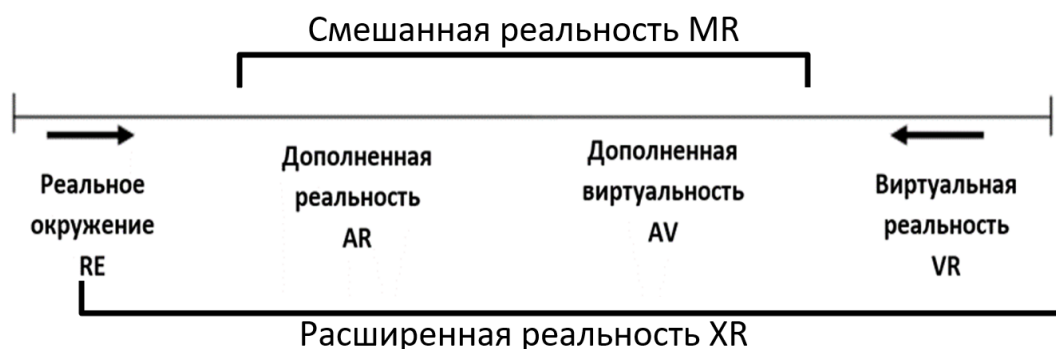


Рисунок 1. Континуум Милграма «реальность-виртуальность»

Таким образом, построение модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения целесообразно начать с таксономии технологии. Континуум виртуальности-реальности, предложенный Милграмом и Кишино и модифицированный для целей образования, не предполагает четкого разделения, но включает реальное окружение (Real Environment, пространство, состоящее исключительно из реальных объектов, которые передаются человеку напрямую), дополненная реальность (Augmented Reality, представляет собой ситуацию, когда человек смотрит через прозрачный дисплей, на котором отображаются виртуальные объекты), дополненная виртуальность (Augmented Virtuality, среда, где к виртуальной реальности добавляются реальные объекты), виртуальная

реальность или виртуальное окружение (Virtual Reality / Virtual Environment, независимая среда, в которой все объекты имеют все необходимые свойства).

Если говорить об образовании в целом, то из-за большой разницы в способах применения иммерсивных технологии следует выделить основные направления подготовки с различными целями и содержанием: В школе обучение иммерсивным технологиям целесообразно проводить на уроках информатики. Обучив школьников основам использования, можно существенно повысить эффективность применения данных технологий на различных учебных предметах в качестве средства обучения, а также подготовить детей к последующему применению в быту и работе. Более глубокое изучение профессиональных средств разработки целесообразно только в факультативном формате и не должно быть обязательным для всех обучающихся [5-7].

Разработчиков средств иммерсивных технологий следует обучать не только базовому инструментарию разработки непосредственно иммерсивных систем, программированию и 3D-моделированию, но и также основам оптики, архитектуре устройств смешанной реальности, геймдизайну, UX/UI, системам позиционирования, машинному зрению, некоторым аспектам психологии и т. д. Безусловно очень важно дать понимание того, зачем нужны такие технологии, какие у них преимущества, недостатки и возможные сферы применения. Для реализации такой подготовки желательны специализированные аппаратно-программные комплексы, которые позволили бы разрабатывать и тестировать ПО на различных конфигурациях оборудования. К возможным решениям можно отнести отечественный конструктор очков дополненной реальности «iFlexible», который позволяет изучить строение таких устройств, адаптировать конструкцию и возможности под текущие нужды благодаря модульной структуре. Программная надстройка для среды Unity3d с набором готовых шаблонов позволяет разрабатывать программные решения обучающимися с различным уровнем подготовки.

В качестве базовых шаблонов приложений дополненной реальности целесообразно использовать следующие примеры:

- Замена одного реального объекта на основе маркера дополненной реальности.
- Замена нескольких объектов, основанных на маркерах дополненной реальности с возможностью взаимодействия.
- Добавление информационного слоя на объект.
- Добавление модели на плоскость (SLAM).
- Виртуальный объект, привязанный с помощью геолокации.
- Взаимодействие с виртуальным объектом через распознавание жестов и рук.
- Добавление виртуального объекта с помощью «якоря».

Дополнительные шаблоны повышенной сложности могут включать в себя добавление информационного слоя на сложный трехмерный объект с помощью нескольких маркеров дополненной реальности, а также пример мультиплеерной симуляции в дополненной реальности в едином пространстве.

Для педагогических ВУЗов содержание обучения зависит от направления студента. Всех целесообразно обучить работе с иммерсивными технологиями, азам разработки учебного контента, а также познакомить с методикой применения таких средств с учетом специфики учебного предмета в образовательном процессе. Будущих учителей информатики, помимо вышеописанной подготовки, следует познакомить с методикой обучения иммерсивным технологиям школьников. В качестве инструментов разработки учителями систем дополненной реальности могут выступать такие системы как EyeJack (маркеры), Halo AR (маркеры и SLAM), CoSpaces (SLAM) и др.

Массовая подготовка будущих учителей профессиональной разработке образовательных систем иммерсивных технологий не целесообразна. Однако в рамках переподготовки и повышения квалификации педагогических работников обучать разработке, а разработчиков

основам педагогика позволяет подготовить специалистов способных к более комплексной разработке таких образовательных систем.

В модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения также описано использование различных иммерсивных технологий в образовательных целях. В технологии виртуальной реальности выделена следующая классификация подходов к обучению.

Виртуальная экскурсия – это подход к обучению, использующий технологию виртуальной реальности, при котором обучающиеся передвигаются по заранее смоделированной среде без активного взаимодействия с ней. Виртуальное пространство может быть статичным (например, представление музея или здания) или динамическим (воссоздание работы механизмов, исторических событий или различных процессов). Реализация такого подхода не требует наличия пространственных манипуляторов, перемещение можно осуществлять через отслеживание направления взгляда учащегося, ввод через устройства или реальное перемещение в помещении. Основными преимуществами этого подхода являются его относительная простота в разработке и использовании, а также возможность проведения обучения в обычном классе без специально подготовленных помещений. Несмотря на отсутствие прямого взаимодействия с виртуальным миром, такие среды обеспечивают интерактивность благодаря возможности свободного перемещения по виртуальной среде. Более того, объемное изображение усиливает преимущества бинокулярного зрения, улучшая восприятие размеров и расстояний.

Виртуальная лаборатория представляет собой подход к обучению с использованием виртуальной реальности, где учебная система включает набор определенных объектов и их свойств, а также правила взаимодействия между ними. Такие системы часто не имеют строго определенного сценария использования, вместо этого они стимулируют творческий подход учащихся, что отражает основные цели естественнонаучных предметов. Использование таких систем предполагает использование пространственных манипуляторов виртуальной реальности и может требовать больше пространства или специальную аудиторию. Виртуальные лаборатории позволяют учащимся участвовать в экспериментах и демонстрациях, которые недостижимы в классическом школьном контексте, такие как работа с опасными материалами или использование оборудования, которое недоступно из-за высокой стоимости, больших габаритов или специальных требований. Несмотря на то, что виртуальное обучение может быть менее эффективным по сравнению с реальной лабораторной работой, оно значительно превосходит простое теоретическое изучение материала. Более того, лабораторные работы в виртуальной реальности могут помочь учащимся развить начальные навыки перед выполнением реальной работы, особенно когда ошибка может быть дорогостоящей или опасной [8].

Виртуальная "песочница" представляет собой подход к обучению, использующий технологии виртуальной реальности, и направленный на максимальное развитие творческих способностей учащихся. При помощи специализированных инструментов и возможностей редактирования виртуальных объектов, учащиеся могут создавать новые виртуальные миры. Такое взаимодействие может напоминать рисование в трехмерном пространстве, сборку конструктора, художественную лепку или имитацию творческих профессий. Создаваемые миры и объекты могут быть интерактивными и динамическими, что дает учащимся большую творческую свободу. Эти инструменты могут быть особенно полезными при работе над проектами, поскольку использование виртуальных "песочниц" упрощает процесс прототипирования и позволяет моделировать объекты и системы, создание которых невозможно в условиях образовательного учреждения.

Виртуальный симулятор – это подход к обучению, использующий технологию виртуальной реальности, который сочетает в себе аспекты виртуальных экскурсий и лабораторий. Как и в "виртуальной экскурсии", существует определенный сценарий симуляции, однако ученик, как и в "виртуальной лаборатории", может взаимодействовать с различными объектами. У

каждого объекта есть свои свойства и правила взаимодействия с другими объектами. Виртуальные симуляторы позволяют студентам испытать выполнение различных работ, которые недоступны для выполнения в рамках обычных школьных занятий, или для предварительной тренировки, если существуют различные ограниченные расходные материалы, или дорогостоящее и хрупкое оборудование. В таких случаях студенты могут повторить определенный алгоритм действий и проверить его правильность. Кроме того, такие симуляторы позволяют использовать сценарии, которые учитывают несколько вариантов решения задачи, а также процедурно генерируемые задачи, которые позволяют многократно проходить одну и ту же задачу с различными изменениями условий. Это добавляет различные способы индивидуализации обучения, путем варьирования сложности и контекстов решения заданий.

"Необходимая виртуальность" – это подход к обучению, использующий системы виртуальной реальности для работы со средами и объектами, с которыми невозможно напрямую взаимодействовать или продемонстрировать в реальном мире по различным причинам. В этом контексте виртуальная реальность является единственным способом проведения практических работ и демонстраций, в которых участвуют ученики. "Необходимая виртуальность" в основном используется для работы со слишком маленькими (микро) или большими (макро) объектами и средами, что позволяет повысить интерактивность и наглядность учебного материала, а также увеличить уровень мотивации учащихся. Кроме того, этот подход позволяет ученикам увидеть мир глазами других людей и животных, например, показывая, как чувствует себя человек с психическими заболеваниями. Это помогает развивать эмпатию и чувство ответственности.

"Виртуальные кооперации" – это подход к обучению, использующий системы виртуальной реальности, основанный на совместной работе нескольких людей в едином цифровом пространстве. В таком контексте это взаимодействие может происходить с людьми, находящимися в любой точке мира, с использованием автоматических переводчиков в реальном времени. В виртуальных кооперациях могут участвовать не только люди с устройствами виртуальной реальности, но и те, у кого таких устройств нет. Однако возможности взаимодействия для последних будут ограничены. Такой подход к использованию технологии виртуальной реальности в образовательном процессе может позволить достичь более высокой степени межкультурного взаимодействия и обмена. Кроме того, этот подход можно комбинировать с другими, например, проводить виртуальные экскурсии с участием множества учеников и учителя-гида.

### **Дискуссия**

В рамках рассмотрения элемента модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения по линии применения технологии дополненной реальности позволяет выделить два подхода к разработке и применению визуальных средств технологии дополненной реальности.

Первый подход к применению технологий дополненной реальности в обучении основан на добавлении нового виртуального объекта либо с заменой реального, либо с привязкой к окружающему пространству. Целесообразно применять, когда не доступен реальный объект, но при этом нужно наглядно показать габариты и сохранить возможность взаимодействия.

Второй подход основан на добавлении информационного слоя к объекту, который есть в наличии, но его изучение затруднено недостаточной наглядностью или невозможностью полноценного функционирования. Выбор подхода зависит от учебных задач, а также условий в образовательном учреждении.

### **Заключение**

Таким образом, иммерсивные технологии, включающие виртуальную и дополненную реальность, а также дополненную виртуальность, предоставляют человеку возможность

погружения в недоступные среды и взаимодействия с недоступными объектами. Применение таких технологий может значительно усовершенствовать различные уровни и направления образования, а также улучшить производительность в определенных сферах деятельности.

Однако, важным условием внедрения этих технологий в образовательный процесс является подготовка преподавателей к использованию иммерсивных систем как средства и объекта обучения. Необходимо учитывать, что методики применения и обучения должны значительно различаться в зависимости от уровня и направления образования. Для организации такой работы и было проведено моделирование подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения.

### Благодарность

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках грантового исследования: №АР19579496 «Разработка мобильного приложения по обучению робототехнике для учащихся средней казахской школы».

### Список использованных источников

[1] Grinshkun A., Perevozchikova M., Razova E., Khlobystova I. *Using Methods and Means of the Augmented Reality Technology When Training Future Teachers of the Digital School / European Journal of Contemporary Education*. 2021. 10(2): 358-374

[2] Фомина О. В. Применение "виртуальной реальности" в образовании / О. В. Фомина, Р. Э. Асланов, Д. Р. Шикунов // *Цифровизация общества: состояние, проблемы, перспективы: Материалы VIII ежегодной всероссийской научно-практической конференции*. – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2021. – С. 146-158. – EDN MХCFDI.

[3] Баженова С. А. Формирование целей и содержания обучения дисциплине "Информационные и телекоммуникационные технологии в работе учителя" /С. А. Баженова, Л. А. Шунина // *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования*. – 2014. – № 4(30). – С. 14-18. – EDN ТЕНУФР.

[4] P. Milgram and A. F. Kishino, *Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D (12), pp. 1321–1329, 1994.

[5] Бидайбеков Е., Хеннер Е., Шекербекова Ш. и Жабаев Е.Х. К вопросу обучения будущих учителей информатики компьютерным сетям на основе моделирования сетей. *Вестник «Физико-математические науки»*. 2020. 72, 4, 174–179. DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-4.1728-7901.27>.

[6] Бидайбеков Е., Гриншкун А., Шекербекова Ш., Ревшенова М. и Жабаев Е. Возможности реализации технологии дополненной виртуальности в образовании. *Вестник «Физико-математические науки»*. 2022. 79, 3, 271–277. DOI: <https://doi.org/10.51889/9461.2022.42.27.031>.

[7] Жабаев Е.Х. Использование Netemul для моделирования и симуляции компьютерных сетей. *Вестник «Физико-математические науки»*. 2020. 70, 2, 216–222. DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.34>.

[8] Бидайбеков Е., Гриншкун А. и Ошанова Н. Место дополненной виртуальности в системе иммерсивных образовательных технологий. *Вестник «Физико-математические науки»*. 2022. 79, 3, 264–270. DOI: <https://doi.org/10.51889/5407.2022.28.23.032>.

[9] Бидайбеков Е., Гриншкун В. и Курмангалиева Н. Модель формирования цифровой образовательной среды педагогического вуза. *Вестник «Физико-математические науки»*. 2022. 80, 4, 219–227. DOI: <https://doi.org/10.51889/6510.2022.94.65.025>.

### References

[1] Grinshkun A., Perevozchikova M., Razova E., Khlobystova I. (2021) *Using Methods and Means of the Augmented Reality Technology When Training Future Teachers of the Digital School*. *European Journal of Contemporary Education*. 10(2): 358-374

[2] Fomina O. V. (2021) *Primenenie "virtual'noj real'nosti" v obrazovanii [The use of "virtual reality" in education]*. O.V. Fomina, R.Je. Aslanov, D.R. Shikunov. *Cifrovizacija obshhestva: sostojanie, problemy*,



*perspektivy: Materialy VIII ezhegodnoj vsrossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Moskva: FGBOU VO «RJeU im. G. V. Plehanova», 146-158. EDN MXCFDI. (In Russian)*

[3] Bazhenova S. A. (2014) *Formirovanie celej i sodержaniya obuchenija discipline "Informacionnye i telekommunikacionnye tehnologii v rabote uchitelja" [Formation of the goals and content of teaching the discipline "Information and telecommunication technologies in the work of a teacher"]*. S.A. Bazhenova, L.A. Shunina. *Vestnik MGPU. Serija: Informatika i informatizacija obrazovanija. № 4(30), 14-18. EDN TEHYFP. (In Russian)*

[4] P. Milgram and A. F. Kishino. (1994) *Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D (12), 1321–1329.*

[5] Bidajbekov E., Henner E., Shekerbekova Sh., Zhabaev E.H. (2020) *K voprosu obuchenija budushhih uchitelej informatiki komp'yuternym setjam na osnove modelirovanija setej [On the issue of teaching future computer science teachers computer networks based on network modeling]*. *Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 72, 4, 174–179. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-4.1728-7901.27. (In Russian)*

[6] Bidajbekov E., Grinshkun A., Shekerbekova Sh., Revshenova M., Zhabaev E. (2022) *Vozmozhnosti realizacii tehnologii dopolnennoj virtual'nosti v obrazovanii [The possibilities of implementing augmented virtuality technology in education]*. *Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 79, 3, 271–277. DOI:https://doi.org/10.51889/9461.2022.42.27.031. (In Russian)*

[7] Zhabaev E.H. (2020) *Ispol'zovanie Netemul dlja modelirovanija i simuljaccii komp'yuternyh setej [Using Netemul to model and simulate computer networks]*. *Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 70, 2, 216–222. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.34. In Russian)*

[8] Bidajbekov E., Grinshkun A., Oshanova N. (2022) *Mesto dopolnennoj virtual'nosti v sisteme immersivnyh obrazovatel'nyh tehnologij [The place of augmented virtuality in the system of immersive educational technologies]*. *Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 79, 3, 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/5407.2022.28.23.032. (In Russian)*

[9] Bidajbekov E., Grinshkun V., Kurmangalieva N. (2022) *Model' formirovanija cifrovoj obrazovatel'noj sredy pedagogicheskogo vuza [The model of formation of the digital educational environment of a pedagogical university]*. *Vestnik «Fiziko-matematicheskie nauki». 80, 4, 219 – 227. DOI:https://doi.org/10.51889/6510.2022.94.65.025. (In Russian)*