

Е.А. Спирина^{1*}, Д.А. Казимова², Н.А. Горбунова³, И.А. Самойлова⁴

^{1, 2, 3, 4} *Карагандинский национальный исследовательский университет
имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
(*Корреспондирующий автор. E-mail: sea_spirina@mail.ru)*

¹ *Scopus Authors ID 57195559492, ORCID 0000-0001-7446-4869*

² *Scopus Authors ID 57195556537, ORCID 0000-0001-7169-7931*

³ *Scopus Authors ID 57194619448, ORCID 0000-0002-2549-9683*

⁴ *Scopus Authors ID 58290128700, ORCID 0000-0002-4004-7482*

Применение VR/AR/MR-технологий в обучении будущих педагогов информатики

В условиях цифровой трансформации образования технологии виртуальной (VR), дополненной (AR) и смешанной реальности (MR) становятся важными инструментами в подготовке будущих педагогов. Подготовка будущих учителей информатики требует освоения VR/AR/MR-технологий как объекта изучения и как инструмента преподавания школьных предметов. Это требует обновления традиционных методик обучения и разработки инновационных подходов с интеграцией VR/AR/MR-технологий в учебные дисциплины. Целью исследования является обобщение практического опыта применения VR/AR/MR-технологий в обучении будущих педагогов информатики в Карагандинском национальном исследовательском университете им. академика Е.А. Букетова. В исследовании использованы теоретические (анализ, обобщение) и эмпирические методы исследования (опрос, анкетирование, анализ результатов). Для изучения педагогических и управленческих условий внедрения VR/AR/MR-технологий в подготовку будущих педагогов информатики было проведено анкетирование студентов 3-4 курсов ОП «БВ01505-Информатика» и преподавателей. Целью опроса являлось выявление методических и организационных аспектов применения VR/AR/MR-технологий в учебном процессе. Результаты исследования подтвердили значимость интеграции иммерсивных технологий в подготовку будущих педагогов информатики, выявили высокую заинтересованность и готовность студентов к использованию VR/AR/MR в своей педагогической деятельности. Выявлены основные проблемы, которые препятствуют интеграции технологий в образовательный процесс. На основе полученных результатов сформулированы рекомендации по включению VR/AR/MR в учебные курсы. Сделан вывод о необходимости развития инфраструктуры, повышения квалификации преподавателей и создания учебно-методического VR/AR-контента для полноценного использования иммерсивных технологий в образовании.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR), смешанная реальность (MR), подготовка педагогов информатики, цифровая компетентность, цифровая трансформация образования.

Введение

В настоящее время в свете цифровой трансформации образования наиболее активно используются технологии искусственного интеллекта, Big Data, аналитика данных, технологии 3D моделирования, технологии виртуальной и дополненной реальности, цифровой двойник (виртуальный прототип), цифровые ассистенты, облачные решения и др. [1]. Технологии VR/AR позволяют формировать пользовательский опыт общения с виртуальной цифровой средой, который значительно расширяет границы восприятия учебного материала человека и способствует более глубокому взаимодействию с предметным содержанием [2]. Смешанная реальность Mixed Reality (MR) — представляет собой технологию, объединяющую элементы физической среды с компонентами виртуальной и дополненной реальности. Она интегрирует VR-технологии с реальными условиями, создавая пространство, где цифровые объекты могут как дополнять окружающую действительность, так и полностью её заменять [3]. Эти технологии создают динамичную среду обучения, сочетая в себе осязаемость дополненной реальности, погружение обучаемых в виртуальную реальность и интеграцию цифрового и физического миров с помощью MR [4].

VR/AR/MR-технологии предоставляют неограниченные возможности для создания интерактивных и иммерсивных учебных сред, применение которых в сфере образования может повысить эффективность обучения. Применение иммерсивных технологий VR/AR/MR в обучении является иннова-

ционным решением, позволяющим организовать активное взаимодействие обучающихся и преподавателей в виртуальной среде, делать процесс обучения наглядным и результативным, способствовать полному погружению в образовательную среду, овладению как теоретическими знаниями, так и практическими умениями через отработку разнообразных сценариев практических задач [5].

Иммерсивное обучение рассматривается как совокупность приемов и способов интерактивного взаимодействия обучающихся в искусственной или реальной среде с виртуально дополненными объектами [6]. Иммерсивные технологии включают использование компьютеров, сенсоров, дисплеев и других устройств для имитации реальной или виртуальной среды, позволяя пользователям ощущать чувство присутствия [7]. Эти технологии выходят за рамки физического пространства и временной линейности, способствуя интеграции физического мира, ментальных процессов и объективной сферы знаний. Как отмечают Wang, J и др., данные технологии обеспечивают перекрытие и взаимосвязь различных сцен, таких как традиционная и современная, реальная и виртуальная, общественная и частная среда, благодаря чему обучающиеся в условиях погружения получают комплексный и целостный опыт. Такое погружение стимулирует активное вовлечение в процесс обучения, развивает когнитивные способности, эмпатию и способствует формированию ассоциативных связей между знаниями, тем самым обеспечивая положительные результаты обучения [8]. По мнению Jin, S. и др., типичные характеристики иммерсивных технологий включают присутствие, погружение, интерактивность и эмпатию [9].

В исследовании В.В. Семенихина и др. выявлено, что в условиях трансформации образования в Казахстане особенно актуальной становится подготовка будущих педагогов, владеющих цифровыми технологиями, способных эффективно обучать «цифровое поколение» молодежи с учетом их особенностей [10].

Будущим педагогам требуется не только понимать содержание своей дисциплины, но и владеть современными педагогическими и цифровыми технологиями, обеспечивающими создание эффективной образовательной среды [11].

Эта задача становится особенно актуальной для подготовки педагогов информатики, которые должны знать VR/AR/MR-технологии не только как объект изучения на профессиональном уровне Computer Science, но и владеть VR/AR/MR-технологиями как средством обучения школьных предметов. Это приводит к необходимости обновления существующих методик обучения и создания новых педагогических подходов, которые интегрируют VR/AR/MR-технологии в образовательные программы.

Целью исследования является обобщение практического опыта применения VR/AR/MR-технологий в обучении будущих педагогов информатики. В рамках исследования будут рассмотрены преимущества и проблемы, связанные с использованием этих технологий, а также предложены рекомендации по их интеграции в образовательный процесс.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования применён комплексный подход, включающий как теоретические, так и эмпирические методы. Используются теоретические методы: анализ отечественных и зарубежных научно-педагогических и технических источников по тематике организации иммерсивного обучения и использования VR/AR/MR-технологий в обучении студентов, обобщение и систематизация теоретического материала по изучаемой проблеме.

Для исследования и обобщения практического опыта использовались эмпирические методы исследования: опрос в форме онлайн-анкетирования студентов и преподавателей, преподающих дисциплины по изучению VR/AR/MR-технологий, анализ результатов исследования. Целью опроса являлось выявление методических и организационных условий интеграции VR/AR/MR-технологий в учебный процесс, а также диагностика уровня информированности, мотивационной готовности и трудностей, препятствующих эффективному использованию данных технологий в образовательной среде.

В исследовании поставлены следующие вопросы:

- определение текущего состояния использования VR/AR/MR-технологий в учебном процессе вуза, выявление преимуществ и проблем;
- анализ реального опыта студентов — будущих педагогов информатики КарНИУ имени академика Е.А. Букетова, с целью определения их уровня готовности к использованию VR/AR/MR-технологий в профессии;

- анализ практического опыта преподавателей по обучению студентов технологиям VR/AR/MR в рамках дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности».

Для проведения исследования разработаны анкеты для студентов и преподавателей. Анкеты включали вопросы закрытого и открытого типа, что позволило получить как количественные, так и качественные данные. Результаты опроса подвергались содержательному анализу с целью выделения ключевых тенденций, условий, проблем и перспективных направлений применения иммерсивных технологий при подготовке будущих учителей информатики.

В исследовании приняли участие 17 преподавателей выпускающей кафедры прикладной математики и информатики, осуществляющих подготовку студентов по образовательной программе (ОП) «6В01505-Информатика», а также 19 студентов 3-4 курсов ОП «6В01505-Информатика». Анкетирование было организовано и проведено в конце 2024-2025 учебного года.

Результаты и их обсуждение

Вопросы использования иммерсивного обучения получили довольно широкое освещение в педагогической науке и научной практике. В исследовании Abdullah M. Al-Ansi и др. [2] выявлено, что технологии дополненной и виртуальной реальности предлагают ряд преимуществ для онлайн-обучения, мобильного и иммерсивного обучения, таких как возможность погружения в учебный процесс и создание более привлекательной учебной среды. Ряд исследований [12-13] доказал, что применение VR и AR позволяет создать виртуальную иммерсивную среду посредством компьютерных симуляций. Иммерсивное обучение активно применяется при изучении инженерных дисциплин [14], в обучении управлению строительством [15], медицине [16], при изучении школьных предметов физики, химии и др. [17-18].

Анализ научной литературы по вопросам использования технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности в образовательном процессе позволяет сделать вывод, что внедрение VR и AR в образование сопряжено с рядом проблем, включая существенные финансовые затраты, необходимость в соответствующей технической инфраструктуре, сложности при разработке контента и необходимость решения проблем безопасности. Тем не менее, практически все исследователи отмечают уникальные возможности использования VR и AR в образовании.

В исследовании Пасковой А.А. [19] представлены примеры эффективного использования AR/VR-технологий в обучающих целях, включая опыт Стэнфордского университета (Центр медицинского нейрохирургического моделирования и виртуальной реальности), Университета Британской Колумбии, Университета IE University (Испания), МГУ (Россия, факультет психологии), Томского политехнического университета, Сибирского федерального университета, Южного федерального университета, Дальневосточного федерального Университета (Россия). Причем лаборатории виртуальной реальности применяются для подготовки специалистов различных направлений: психологов, медиков, историков, геологов и др.

Как отмечают Сарсимбаева С.М. и др., в Казахстане изучение и внедрение VR/AR-технологий пока находится на начальной стадии. В настоящее время только ведущие университеты Казахстана имеют оснащенные VR/AR-лаборатории, в школах также имеются единичные лаборатории [20]. Согласно результатам исследования Карелхан Н. и Удербасовой Н. [21], технологии VR/AR внедряются в образовательный процесс в лаборатории NUR Lab, оснащенной техникой космического профиля, а также в Назарбаевских интеллектуальных школах и Школе-лицее № 73 города Астаны. Иммерсивные решения применяются на уроках естественно-научного цикла, математики и анатомии. Кроме того, компания «BIG DREAM LAB» создала в школах Астаны лаборатории виртуальной реальности для занятий физикой, химией и биологией. Школы Казахстана также постепенно оснащаются VR/AR-устройствами. Однако наличие проблем с технической оснащенностью школ и университетов не должно снижать требования к подготовке будущих учителей информатики, необходимо учитывать тенденции быстрого распространения технологий в образовательные учреждения Республики, поэтому исследование проблем эффективного применения VR/AR/MR-технологий в подготовке будущих педагогов информатики является актуальным и значимым.

В Карагандинском университете имени академика Е.А. Букетова на кафедре прикладной математики и информатики в 2019 году открыта учебная лаборатория «Компьютерная графика и моделирование», которая оснащена 12 ноутбуками, 5 очками виртуальной реальности (VR-шлемами Lenovo Explorer), веб-камерами, 3D-сканером, 3D-принтером. Для студентов образовательной программы «6В01505-Информатика» лаборатория используется при проведении дисциплин: «Компьютерное мо-

делирование», «Компьютерные технологии трехмерной графики и анимации», «Технологии виртуальной и дополненной реальности». Дисциплина «Технологии виртуальной и дополненной реальности» (6 кредитов) изучается с целью ознакомления с VR/AR/MR-технологиями, формирования навыков создания проекта с использованием VR/AR-программного обеспечения, создания виртуальных сред и сценариев взаимодействия пользователя с приложением.

Дисциплина «Технологии виртуальной и дополненной реальности» введена в учебный план подготовки студентов ОП «6В01505-Информатика» с 2020 года обучения. Содержание дисциплины регулярно уточняется в зависимости от изменений в используемом программном обеспечении и разработано в соответствии с Типовыми учебными программами по учебному предмету «Информатика» для 10-11 классов уровня общего среднего образования [22], а также отражает требования современного образования и рынка информационных технологий (Computer Science), поскольку направлена на формирование у студентов практико-ориентированных навыков в области разработки иммерсивных цифровых решений, востребованных в EdTech. Сопоставление модулей дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности» с содержанием и целями школьного курса информатики (11 класс, ТУП) по разделу «3D-моделирование» представлено в таблице 1. В целом, содержание дисциплины включает ключевые направления виртуальной и дополненной реальности: от изучения базовых технологий, настройки VR-гарнитур, установки программного обеспечения до формирования практических умений разработки простых VR- и AR-приложений.

Т а б л и ц а 1

Интеграция содержания дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности» с образовательными целями школьного курса информатики (11 класс)

Модули дисциплины	Темы дисциплины	ТУП (11 класс): Раздел «3D — моделирование». Система целей обучения
Модуль 1. Введение в технологии VR/AR/MR и обзор инструментов разработки	- Основы виртуальной, дополненной и смешанной реальности: понятия, классификация, области применения. - Обзор инструментов и платформ: Unity, SteamVR, XR Toolkit, Mixed Reality Toolkit, Vuforia.	«11.2.4.1 объяснять назначение виртуальной и дополненной реальностей»
Модуль 2. Основы работы в Unity для VR/AR-разработки	- Установка и настройка среды Unity для VR/AR-проектов. - Знакомство с интерфейсом и базовыми возможностями Unity. - Интеграция SteamVR и других SDK в Unity	«11.2.4.2 рассуждать о влиянии виртуальной и дополненной реальности на психическое и физическое здоровье человека»
Модуль 3. Разработка VR-приложений с использованием SteamVR	- Использование префабов SteamVR для построения VR-сцен. - Настройка контроллеров, компонентов Throwable и Interactable. - Программирование взаимодействия и движения объектов в VR-среде	
Модуль 4. Разработка с использованием XR Interaction Toolkit	- Настройка XR-среды и взаимодействий (XR Ray Interactor, Grab, Hover и т.д.). - Создание интерактивного пользовательского интерфейса (UI Canvas) для VR	«11.2.4.3 создавать 3D-панораму (виртуальный тур) с видом от первого лица»
Модуль 5. Инструменты Mixed Reality Toolkit (MRTK)	- Применение MRTK для расширенного взаимодействия с виртуальной средой. - Создание приложений с использованием объектов и компонентов MRTK	

Продолжение таблицы 1

Модули дисциплины	Темы дисциплины	ТУП (11 класс): Раздел «3D — моделирование». Система целей обучения
Модуль 6. Технологии дополненной реальности (AR). Работа с Vuforia в Unity	- Работа с Vuforia в Unity: создание базовых AR-приложений. - Особенности трекинга, маркеров, визуализации дополненной информации.	«11.2.4.2 рассуждать о влиянии виртуальной и дополненной реальности на психическое и физическое здоровье человека»
Модуль 7. Расширенные возможности и интеграция	- Создание 3D-панорам и виртуальных туров. - Использование элементов искусственного интеллекта в VR/AR-приложениях (распознавание, обучение поведения и т.д.).	«11.2.4.3 создавать 3D-панораму (виртуальный тур) с видом от первого лица»

Для выявления педагогических и управленческих условий, влияющих на применение VR/AR/MR-технологий в образовательном процессе подготовки будущих педагогов информатики, проведено анкетирование среди студентов ОП «6B01505-Информатика» и преподавателей выпускающей кафедры прикладной математики и информатики.

Целью опроса является выявление методических и организационных аспектов изучения и применения VR/AR/MR-технологий в учебном процессе, а также определение уровня осведомленности, мотивации, готовности и барьеров, с которыми сталкиваются студенты и преподаватели при внедрении данных технологий в учебный процесс.

Студентам 3-4 курсов ОП «6B01505-Информатика» (N=19) была предоставлена онлайн-анкета, направленная на выявление уровня их осведомленности о технологиях VR/AR/MR, опыта использования данных технологий в процессе обучения, возможных затруднений при их применении в педагогической деятельности в школе, а также на то, чтобы позволить оценить уровень интереса и мотивации. Для проведения опроса была разработана анкета (табл. 2), включающая вопросы закрытого и открытого типа, что позволило нам провести требуемый анализ проблемы.

Таблица 2

Анкета для студентов: Оценка готовности будущих учителей информатики к применению VR/AR/MR в профессиональной деятельности

№	Вопрос	Варианты, ответ
Q1	Знакомы ли вы с понятиями виртуальной (VR), дополненной (AR) или смешанной (MR) реальности?	<input type="checkbox"/> Да, хорошо знаком(а) <input type="checkbox"/> Да, немного знаком(а) <input type="checkbox"/> Только слышал(а), но не использовал(а) <input type="checkbox"/> Нет, не знаком(а)
Q2	На ваш взгляд в каких дисциплинах вашей ОП возможно применение технологий VR/AR/MR?	(Открытый вопрос)
Q3	Насколько вам интересна идея применения VR/AR/MR в школьном обучении?	<input type="checkbox"/> Очень интересна <input type="checkbox"/> Интересна <input type="checkbox"/> Не уверен(а) <input type="checkbox"/> Не интересна
Q4	Какие преимущества вы видите в использовании VR/AR/MR при обучении школьников?	(Можно выбрать несколько) <input type="checkbox"/> Повышение вовлечённости учеников <input type="checkbox"/> Лучшая визуализация сложных понятий <input type="checkbox"/> Имитация практических ситуаций <input type="checkbox"/> Повышение мотивации к изучению предмета <input type="checkbox"/> Другое (уточните)

№	Вопрос	Варианты, ответ
Q5	Какие затруднения могут возникнуть при использовании этих технологий в школе?	(Можно выбрать несколько) <input type="checkbox"/> Недостаток оборудования <input type="checkbox"/> Сложность в разработке/настройке <input type="checkbox"/> Отсутствие методических материалов <input type="checkbox"/> Неуверенность в своих ИКТ-навыках <input type="checkbox"/> Недостаток времени в учебной программе <input type="checkbox"/> Другое (уточните)
Q6	Чувствуете ли вы себя готовым(-ой) применять VR/AR/MR в своей будущей педагогической деятельности?	<input type="checkbox"/> Да, полностью готов(а) <input type="checkbox"/> Готов(а), но нужно больше практики <input type="checkbox"/> Пока не уверен(а) <input type="checkbox"/> Нет
Q7	Что, по вашему мнению, нужно включить в программу подготовки учителей информатики, чтобы эффективно обучать работе с VR/AR/MR?	(Открытый вопрос)

В исследовании также приняли участие 17 преподавателей кафедры, которые участвуют в процессе подготовки студентов ОП «БВ01505-Информатика». Для преподавателей была подготовлена анкета, направленная на определение уровня использования VR/AR/MR-технологий в процессе подготовке будущих учителей информатики, а также на выявление их потребностей и затруднений при применении данных технологий (табл. 3).

Таблица 3

**Анкета для преподавателей: Применение VR/AR/MR-технологий
в подготовке будущих учителей информатики**

№	Вопрос	Варианты, ответ
Q1	Применяете ли вы технологии виртуальной, дополненной или смешанной реальности в образовательном процессе?	<input type="checkbox"/> Да, регулярно <input type="checkbox"/> Иногда <input type="checkbox"/> Пока нет, но планирую <input type="checkbox"/> Нет, и не планирую
Q2	В рамках каких дисциплин, на ваш взгляд, целесообразно использование VR/AR/MR в подготовке педагогов информатики?	<input type="checkbox"/> Технологии виртуальной и дополненной реальности <input type="checkbox"/> Методика преподавания информатики <input type="checkbox"/> Робототехника в образовании <input type="checkbox"/> Компьютерная графика и мультимедиа <input type="checkbox"/> Основы STEM образования в школе <input type="checkbox"/> Другое (уточните)
Q3	С какими трудностями вы сталкиваетесь при использовании VR/AR/MR в учебном процессе?	(Можно выбрать несколько) <input type="checkbox"/> Недостаток технических ресурсов <input type="checkbox"/> Сложность настройки оборудования <input type="checkbox"/> Отсутствие квалификации <input type="checkbox"/> Недостаток методической поддержки <input type="checkbox"/> Недостаток времени на подготовку <input type="checkbox"/> Недостаточная мотивация студентов <input type="checkbox"/> Другое (уточните)

№	Вопрос	Варианты, ответ
Q4	Нуждаетесь ли вы в повышении квалификации по использованию VR/AR/MR в образовательной деятельности?	<input type="checkbox"/> Да, нуждаюсь <input type="checkbox"/> Возможно, если будет такая возможность <input type="checkbox"/> Нет, уже обладаю достаточной подготовкой <input type="checkbox"/> Нет необходимости
Q5	Готовы ли вы участвовать в разработке методик и учебных материалов с применением VR/AR/MR?	<input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Возможно <input type="checkbox"/> Нет
Q6	Как вы оцениваете потенциал VR/AR/MR технологий в подготовке будущих школьных учителей информатики?	<input type="checkbox"/> Очень высокий <input type="checkbox"/> Высокий <input type="checkbox"/> Средний <input type="checkbox"/> Низкий
Q7	Что, по вашему мнению, необходимо для эффективного внедрения VR/AR/MR технологий в подготовку будущих педагогов информатики?	(Открытый вопрос)

Были получены следующие результаты анкетирования студентов ОП «Б01505-Информатика». Все опрошенные студенты (100 %) владеют базовыми представлениями о виртуальной и дополненной реальности, с технологией смешанной реальности они получили представление во время изучения дисциплины «Технологии виртуальной и дополненной реальности» в университете. Студенты отметили (вопрос Q2), что возможности применения VR/AR/MR-технологий в рамках образовательной программы выходят далеко за пределы одного предмета. Помимо курсов, посвященных иммерсивным технологиям, респонденты отметили их целесообразность в изучении робототехники, моделирования, а также, по мнению 62 % опрошенных студентов, в изучении школьных дисциплин по химии, физике, биологии, истории и др. Отвечая на вопрос о преимуществах VR/AR/MR для школьного обучения (Q3), студенты, опираясь на собственный опыт работы с технологиями и опыт прохождения педагогических практик в школах, указали в большинстве на хорошую визуализацию сложных понятий, безопасную отработку практических ситуаций и, как следствие, — повышение вовлеченности и мотивации учеников. В то же время, будущие педагоги реально оценивают трудности, которые могут возникнуть при использовании этих технологий в школе (Q5): недостаточная оснащенность школ VR/AR-оборудованием, техническая сложность его настройки и эксплуатации, а также ограниченное количество готовых и доступных для использования в учебном процессе VR/AR-приложений.

На вопрос Q6 — 47,4 % респондентов уверенно отметили, что полностью готовы к применению данных технологий; 36,8 % — указали, что готовы, но нужно больше практики; 15,8 % затруднились с уверенностью оценить свою готовность; ответ «нет» не был выбран ни одним студентом (0 %). На вопрос Q7 «Что, по вашему мнению, нужно включить в программу подготовки учителей информатики, чтобы эффективно обучать работе с VR/AR/MR?» студенты предложили включить в дисциплины следующие вопросы (темы):

- методика преподавания с использованием VR/AR/MR;
- проектирование 3D-моделей, сценариев, цифровых образовательных ресурсов для VR/AR-среды, т.е. создание учебного контента.

Анализ результатов анкетирования преподавателей кафедры, направленный на изучение опыта использования VR/AR/MR-технологий, позволил выявить следующие ключевые направления. На вопрос Q1 «Применяете ли вы технологии виртуальной, дополненной или смешанной реальности в образовательном процессе?» уверенно ответили «Да» — 35,3 % (6 чел.) преподавателей, причем это именно те преподаватели, которые преподают VR/AR-технологии, остальные ответили «Нет» — 64,5 % (11 чел.), хотя отмечается (вопрос Q2), что внедрение VR/AR/MR-технологий целесообразно не только в специализированных дисциплинах, но и в других дисциплинах ОП «Информатика», например, «Робототехника в образовании», «Основы STEM образования в школе».

Основными проблемами при использовании VR/AR/MR (вопрос Q3) преподаватели назвали (по частоте упоминания): 1) проблемы с техническим оснащением лаборатории, нехватка технических ресурсов и оборудования (97 %); 2) загруженность лаборатории (жесткое расписание учебных занятий) и невозможность гибко использовать VR/AR-оборудование (100 %); 3) потребность в повышении квалификации (52,3 %); 4) отсутствие учебного контента, адаптированного для использования в VR/AR-среде по соответствующим дисциплинам (94,2 %). Полученные данные подтверждают выводы, полученные в ходе исследования Сутеевой М.А. и др. при изучении возможностей VR/AR в обучении студентов профессионально-творческих специальностей в АПУ им. К. Жубанова (Актобе, Казахстан) [23]. Респонденты АПУ им. К. Жубанова отметили также проблему интеграции VR/AR в тематический план дисциплин.

При ответе на вопрос Q5 преподаватели (47 %, 8 чел.) подтвердили заинтересованность и готовность участвовать в разработке методик и учебных материалов с применением VR/AR/MR, отрицательно ответили — 23,5 % (4), «возможно» — 29,5 % (5), поясняя отказ заниматься этой проблемой другими научными интересами и занятостью. Этим же и объясняются результаты ответов на вопрос Q4 «Нуждаетесь ли вы в повышении квалификации по использованию VR/AR/MR в образовательной деятельности?», где ответили «Нет необходимости» — 35 % (6) преподавателей.

Ответы на вопрос Q6, тем не менее, показывают, что 88,2 % (15) респондентов оценивают потенциал VR/AR/MR-технологий в подготовке будущих школьных учителей информатики как очень высокий, 11,8 % (2) — «высокий», подчеркивая тот факт, что учителя школьных дисциплин должны владеть такими технологиями и оказывать консультационную помощь другим предметникам школы. Кроме того, по мнению опрошенных преподавателей, VR/AR/MR-технологии будут более полезны при обучении школьников и освоении школьных предметов.

При уточнении условий внедрения VR/AR/MR-технологий в учебный процесс (вопрос Q7) респонденты-преподаватели отметили, что необходимо сначала решить выявленные технические, программные и методические проблемы, указанные в ответах на вопрос Q3, а также предложили включить в дисциплины следующие вопросы (темы):

- методика преподавания с использованием VR/AR/MR;
- вопросы по интеграции иммерсивных технологий в практико-ориентированные дисциплины;
- правовые и этические аспекты использования VR/AR в школе.

На диаграмме (рис. 1) представлены ключевые показатели оценки проблем и потенциал VR/AR/MR-технологий в подготовке будущих учителей информатики по результатам опроса преподавателей.

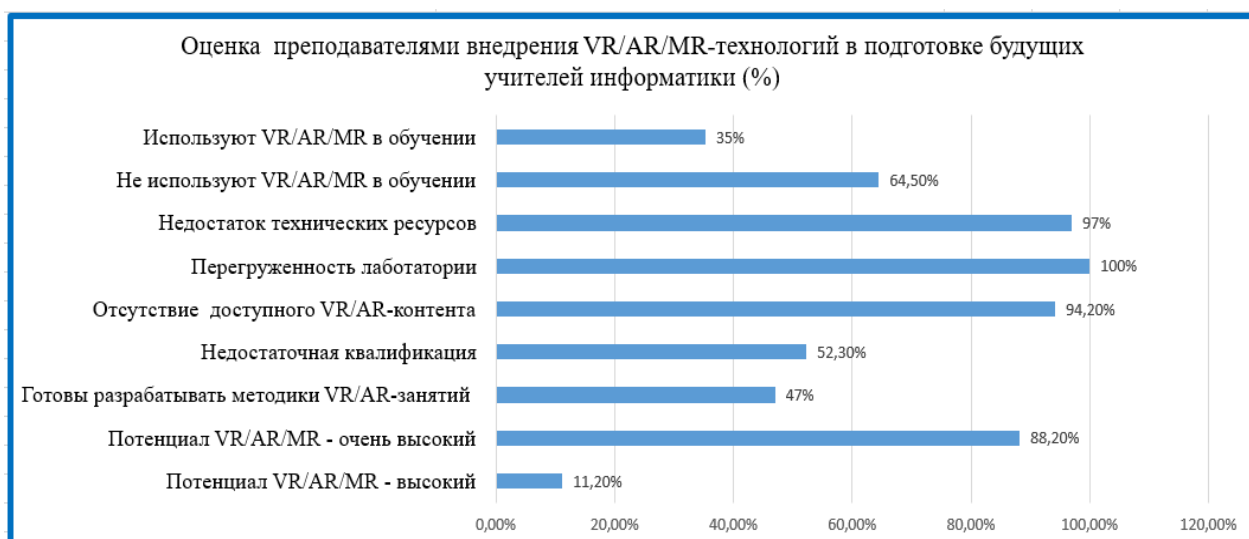


Рисунок 1. Потенциал и ограничения VR/AR/MR-технологий

Результаты исследования показывают, что виртуальная и дополненная реальность являются актуальными технологиями, и они используются в образовании достаточно активно. Однако анализ ли-

тературы и результаты эмпирического исследования выявили ряд проблем при внедрении VR/AR/MR-технологий в процесс подготовки студентов, к которым можно отнести:

- ограниченное количество учебных VR/AR-лабораторий в вузах вследствие высокой стоимости аппаратного и программного обеспечения VR/AR-технологий;
- необходимость регулярного обновления программного и аппаратного обеспечения для поддержания работоспособности VR/AR-лабораторий;
- технические сбои и неполадки в работе VR/AR-оборудования в процессе проведения учебных занятий;
- отсутствие VR/AR-приложений для практико-ориентированных вузовских дисциплин;
- риски для психического и физического здоровья: освоение VR/AR-технологий требует от обучающегося длительной непрерывной работы в специальном оборудовании, кроме того, выявлен ряд проблем при погружении человека в виртуальный мир [24].

На основе обобщения результатов исследования представляется возможным выделить ключевые направления интеграции иммерсивных VR/AR/MR-технологий в процесс подготовки будущих учителей информатики:

- 1) Четкое планирование структуры курса, выбор целей, задач и планируемых результатов обучения при разработке VR/AR-занятий;
- 2) Выбор оптимальной VR/AR/MR-технологии с учетом тематики и содержания урока (дисциплины);
- 3) Организация вводного обучения (инструктаж) студентов навыкам работы с VR/AR/MR-технологиями, VR/AR-занятие должно сопровождаться разработанной системой подсказок и навигации, что позволит создать безопасную виртуальную среду;
- 4) Кадровый потенциал, включающий специалистов и преподавателей, владеющих методиками и инструментами интеграции иммерсивных технологий в обучение. Успешная интеграция VR, AR, MR-технологий требует подготовки преподавателей через повышение квалификации и разработку обучающих курсов, помогающих им эффективно использовать новые технологии в образовательном процессе [25].

Заключение

VR/AR/MR-технологии открывают множество возможностей для образовательной системы. В совокупности эти иммерсивные технологии создают динамичную и интерактивную среду обучения, которая может решать различные задачи обучения: от визуализации виртуального мира до отработки сценариев практических задач, поощрять критическое мышление и способствовать творчеству.

Проведённое исследование подтвердило актуальность внедрения VR/AR/MR-технологий в процесс подготовки будущих педагогов информатики в условиях цифровой трансформации образования. Изучение VR/AR/MR-технологий обосновано требованиями ГОСО РК и Типовых учебных программ по предмету «Информатика» уровня общего среднего образования. Все опрошенные респонденты видят значительный потенциал применения VR/AR/MR-технологий как в профильных дисциплинах образовательной программы «БВ01505-Информатика», так и в школьных дисциплинах предмета информатики.

Опрос студентов продемонстрировал высокую заинтересованность и способность к освоению VR/AR/MR-технологий в рамках соответствующей дисциплины учебного плана: 47,4 % респондентов-студентов уверенно готовы активно применять VR/AR/MR в своей будущей педагогической деятельности, 36,8 % студентов готовы, но при дополнительной практической подготовке.

Выявлены основные проблемы, которые препятствуют интеграции технологий в образовательный процесс, а именно: проблемы с техническим оснащением и высокой занятостью лаборатории, недостаточная квалификация преподавателей в области использования VR/AR/MR, отсутствие учебного и методического контента для VR/AR-среды по вузовским дисциплинам. Инвестиции как в технологическую инфраструктуру, так и в подготовку преподавателей для эффективной интеграции иммерсивных технологий в учебные программы имеют решающее значение.

Результаты исследования позволили сформулировать рекомендации для интеграции иммерсивных VR/AR/MR-технологий в подготовку будущих учителей информатики, включающие: планирование структуры курса и определение ожидаемых результатов обучения; выбор эффективной технологии для реализации поставленных целей обучения; разработку педагогически обоснованного учебного контента для VR/AR-занятий; а также подготовку преподавателей.

Таким образом, интеграция VR/AR/MR-технологий в обучение будущих педагогов информатики является перспективным инновационным направлением, позволяющим менять традиционные подходы к обучению. Однако для успешной интеграции VR/AR/MR-технологий в образование необходимо продолжать исследования, чтобы лучше понять влияние этих технологий на результаты обучения и разработать методы их использования.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант ИРН АР26195609 «Разработка виртуальной лаборатории робототехники с дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальностью для реализации иммерсивного обучения студентов»).

Список литературы

- 1 Усенова Г.С. Профессиональная подготовка будущих педагогов в условиях цифровизации образования / Г.С. Усенова, Ш.М. Майгельдиева, Р.К. Диуанова // Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Педагогические науки. — 2024. — Т. 82, № 2. — С. 193–204. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2024.82.2.017>.
- 2 Al-Ansi A.M. Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education / A.M. Al-Ansi, M. Jaboob, A. Garad, Ah. Al-Ansi // Social Sciences & Humanities Open. — 2023. — Vol. 8, No. 1. — P. 100532. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- 3 Baltezarevic I. The role of mixed reality in the education sector / I. Baltezarevic., R. Baltezarević // Bastina. — 2024. — 34(62). — P. 471–480. DOI:10.5937/bastina34-48803
- 4 Jantanukul W. Immersive Reality in Education: Transforming Teaching and Learning through AR, VR, and Mixed Reality Technologies / W. Jantanukul // Journal of Education and Learning Reviews. — 2024. — Vol. 1, No. 2. — P. 51–62. DOI: <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.750>
- 5 Дёшина Л.А. Иммерсивные технологии в условиях цифровизации образования как инновационный метод обучения / Л.А. Дёшина, Я.Н. Катина // Управление образованием: теория и практика. — 2023. — № 7(13). — С. 69–75. DOI: 10.25726/q8075-5892-1140-m (дата обращения: 14.06.2025).
- 6 Корнилов Ю.В. Применение технологий виртуальной реальности в изучении различных предметов: обзор научной литературы / Ю.В. Корнилов, М.У. Мукашева, С.М. Сарсимбаева // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. — 2022. — № 2(26). — С. 5–15.
- 7 Ali S. The Effectiveness of Immersive Technologies for Future Professional Education / S. Ali // Futurity Education. — 2022. — Vol. 2, No. 2. — P. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.57125/FED/2022.10.11.25>
- 8 Wang J. Spatial cognition effects of IVE teaching resources on red green color blindness / J. Wang, S. Jin, Z. Zhong, S. Feng, Y. Deng, R. Li // Journal of Educational Computing Research. — 2023. — Vol. 61, No. 7. — P. 1389–1409.
- 9 Jin S. Application of Immersive Technologies in Primary and Secondary Education / S. Jin, J. Huang, Z. Zhong // Frontiers of Digital Education. — 2024. — No. 1. — P. 142–152. <https://doi.org/10.1007/s44366-024-0001-3>
- 10 Семенихин В.В. Ключевые компетенции педагога в эпоху цифровизации образования / В.В. Семенихин, С.Ф. Семенихина, И.С. Утебаев, Ж. Кукенов // Вестник Карагандинского университета. Серия педагогика. — 2023. — № 4(112). — С. 35–48. DOI: 10.3148/2023Ped4/35-48.
- 11 Гриншкун В.В. Особенности подготовки педагогов в условиях цифровой трансформации системы образования [Электронный ресурс] / В.В. Гриншкун, Т.Н. Суворова // Вестник Московского университета. Педагогическое образование. — 2024. — № 1. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-podgotovki-pedagogov-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii-sistemy-obrazovaniya> (дата обращения: 06.07.2025). DOI: <https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-05>
- 12 Sviridova E. Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education / E. Sviridova, E. Yastrebova, G. Bakirova, F. Rebrina // Frontiers in Education. — 2023. — Vol. 8. — P. 1192760. DOI: 10.3389/educ.2023.1192760
- 13 Asoodar M. Theoretical foundations and implications of augmented reality, virtual reality, and mixed reality for immersive learning in health professions education / M. Asoodar, F. Janesarvatan, H. Yu, N. de Jong // Advances in Simulation. — 2024. — No. 9(1). — P. 36. DOI: 10.1186/s41077-024-00311-5
- 14 Oje A.V. Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective / A.V. Oje, N.J. Hunsu, D. May // Computers & Education: X Reality. — 2023. — No. 3(100033). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100033>
- 15 Olbina S. Using Integrated Hands-on and Virtual Reality (VR) or Augmented Reality (AR): Approaches in Construction Management Education / S. Olbina, S. Glick // International Journal of Construction Education and Research. — 2023. — Vol. 19, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.1080/15578771.2022.2115173>
- 16 Fu Y. A systematic literature review of virtual, augmented, and mixed reality game applications in healthcare / Y. Fu, Y. Hu, V Sundstedt // ACM Transactions on Computing for Healthcare (HEALTH). — 2022. — No 3(2). — P. 1–27. DOI: <https://doi.org/10.1145/3472303>

- 17 Кирюхина Н.В. Иммерсивные технологии в обучении физике [Электронный ресурс] / Н.В. Кирюхина, Н.А. Плеханова // Проблемы современного педагогического образования. — 2023. — № 79-2. — С. 133–136. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnye-tehnologii-v-obuchenii-fizike> (дата обращения: 14.07.2025)
- 18 Корнеева Н.Ю. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании [Электронный ресурс] / Н.Ю. Корнеева, Н.В. Уварина // Современное педагогическое образование. — 2022. — № 6. — С. 17–22. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnye-tehnologii-v-sovremennom-professionalnom-obrazovanii> (дата обращения: 14.07.2025)
- 19 Паскова А.А. Особенности применения иммерсивных технологий виртуальной и дополненной реальности в высшем образовании / А.А. Паскова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. — 2022. — № 3(14). — С. 83–92. DOI: <https://doi.org/10.47370/2078-1024-2022-14-3-83-92>
- 20 Сарсимбаева С.М. О внедрении технологий виртуальной и дополненной реальности в школу / С.М. Сарсимбаева, М.У. Мукашева, Ю.В. Корнилов, А.А. Омирзакова // Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки». 2021. — № 1(73). — С. 190–197. DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.28>
- 21 Karelkhan N. The Effectiveness of Using Virtual and Augmented Reality Technologies for Teaching Computer Science in Schools / N. Karelkhan, N. Uderbayeva // International Journal of Information and Education Technology. — 2024. — Vol. 14, No. 11. — P. 1566–1573. DOI: [10.18178/ijiet.2024.14.11.2187](https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.11.2187)
- 22 Типовая учебная программа по учебному предмету «Информатика» для 10-11 классов общественно-гуманитарного и естественно-математического направлений уровня общего среднего образования. Приказ Министерства просвещения Республики Казахстан от 16 сентября 2022 года № 399 «Об утверждении типовых учебных программ по общеобразовательным предметам и курсам по выбору уровней начального, основного среднего и общего среднего образования». — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029767> (дата обращения: 14.07.2025)
- 23 Сутеева М.А. Применение виртуальной и дополненной реальности в обучении студентов профессионально-творческих специальностей / М.А. Сутеева, М.Н. Аймаганбетов, А.Б. Абдисадыкова // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана. Серия «Педагогические науки». — 2023. — № 4 (71). — С. 212–224. DOI: <https://doi.org/10.48371/PEDS.2023.71.4.015>
- 24 Исакович Е.И. Проблема стирания границ между виртуальным и реальным миром, как следствие деформации психики человека / Е.И. Исакович, Д.В. Ларкин // Вестник университета Российской академии образования. — 2023. — № 2. — С. 4–10. DOI: [10.24412/2072-5833-2023-2-4-12](https://doi.org/10.24412/2072-5833-2023-2-4-12)
- 25 Корнеева Н.Ю. Применение VR, AR, MR и XR технологий в обучении будущих педагогов профессионального обучения экономического профиля / Н.Ю. Корнеева // Московский экономический журнал. — 2024. — № 7. — С. 206–270. DOI: [10.55186/2413046X_2024_9_7_327](https://doi.org/10.55186/2413046X_2024_9_7_327)

Е.А. Спирина, Д.А. Казимова, Н.А. Горбунова, И.А. Самойлова

Болашақ информатика мұғалімдерін оқытуда VR/AR/MR-технологияларын қолдану

Білім берудің цифрлық трансформациясы жағдайында виртуалды (VR), толықтырылған (AR) және аралас шындық (MR) технологиялары болашақ мұғалімдерді даярлауда маңызды құралдарға айналады. Болашақ информатика мұғалімдерін даярлау VR/AR/MR-технологияларын зерттеу объектісі және мектеп пәндерін оқыту құралы ретінде меңгеруді талап етеді. Ол дәстүрлі оқыту әдістемелерін қайта қарауды және VR/AR/MR-технологияларын оқу бағдарламаларына біріктіретін жаңа тәсілдерді әзірлеу қажеттілігін тудырады. Зерттеудің мақсаты академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университетінде болашақ информатика мұғалімдерін оқытуда VR/AR/MR-технологияларын қолданудың практикалық тәжірибесін саралау. Зерттеуде теориялық (талдау, жалпылау) және эмпирикалық зерттеу әдістері (сауалнама, анкета жүргізу, нәтижелерді талдау) қолданылды. Болашақ информатика мұғалімдерін даярлаудың білім беру процесінде VR/AR/MR-технологияларды қолдануға әсер ететін педагогикалық және басқарушылық жағдайларды анықтау үшін «6B01505 — Информатика» білім беру бағдарламасының 3-4 курс студенттері мен оқытушылар арасында сауалнама жүргізілді. Сауалнаманың мақсаты оқу процесінде VR/AR/MR-технологияларды қолданудың әдістемелік және ұйымдастырушылық аспектілерін анықтау. Зерттеу нәтижелері болашақ информатика мұғалімдерін даярлау процесіне иммерсивті технологияларды енгізудің өзектілігін растады, студенттердің болашақ педагогикалық қызметінде VR/AR/MR қолдануға жоғары қызығушылығы мен дайындығын анықтады. Технологиялардың білім беру процесінде интеграциялануына кедергі келтіретін негізгі мәселелер анықталды. Алынған нәтижелер негізінде оқу курстарына VR/AR/MR қосу бойынша ұсыныстар тұжырымдалды. Білім беруде иммерсивті технологияларды толыққанды пайдалану үшін инфрақұрылымды дамыту, оқытушылардың біліктілігін арттыру және оқу-әдістемелік VR/AR-контентін құру қажеттілігі туралы қорытынды жасалды.

Кілт сөздер: иммерсивті технологиялар, виртуалды шындық (VR), толықтырылған шындық (AR), аралас шындық (MR), информатика мұғалімдерін даярлау, цифрлық құзыреттілік білім берудің цифрлық трансформациясы.

Ye.A. Spirina, D.A. Kazimova, N.A. Gorbunova, I.A. Samoilova

The Use of VR/AR/MR Technologies in the Training of Future Computer Science Teachers

In the context of the digital transformation of education, virtual (VR), augmented (AR) and mixed reality (MR) technologies are becoming important tools in training future teachers. The training of future computer science teachers requires the development of VR/AR/MR technologies as an object of study and as a tool for teaching school subjects, this requires a revision of traditional teaching methods and the development of new approaches that integrate VR/AR/MR technologies into curricula. The purpose of the study is to summarize the practical experience of using VR/AR/MR technologies in the training of future computer science teachers at the E.A. Buketov Karaganda University. The research uses theoretical (analysis, generalization) and empirical research methods (survey, questionnaire, analysis of results). In order to identify the pedagogical and managerial conditions affecting the use of VR/AR/MR technologies in the educational process of training future computer science teachers, a survey of students of 3-4 courses of the EP "6B01505-Informatics" and teachers was conducted. The purpose of the survey was to identify methodological and organizational aspects of the use of VR/AR/MR technologies in the educational process. The results of the study confirmed the relevance of the introduction of immersive technologies in the process of training future computer science teachers, revealed the high interest and willingness of students to apply VR/AR/MR in future teaching activities. The main problems that hinder the integration of technology into the educational process have been identified. Based on the results obtained, recommendations have been formulated for the inclusion of VR/AR/MR in training courses. It is concluded that it is necessary to develop infrastructure, improve the skills of teachers and create educational and methodological VR/AR content for the full use of immersive technologies in education.

Keywords: immersive technologies, virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), computer science teacher training, digital competence, digital transformation of education

References

- 1 Ussenova, G., Maigeldiyeva, Sh., & Diuanova, R. (2024). Professionalnaya podgotovka budushchikh pedagogov v usloviakh tsifrovizatsii [Professional training of future teachers in the context of digitalization of education]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo pedagogicheskogo universiteta imeni Abai. Seriya Pedagogicheskie nauki — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, 82, 2, 193–204. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2024.82.2.017>. [in Kazakh].
- 2 Al-Ansi, A.M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, Ah. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- 3 Baltezarevic, I., & Baltezarević, R. (2024). The role of mixed reality in the education sector. *Bastina*, 34(62), 471–480. DOI: 10.5937/bastina34-48803
- 4 Jantanukul, W. (2024). Immersive Reality in Education: Transforming Teaching and Learning through AR, VR, and Mixed Reality Technologies. *Journal of Education and Learning Reviews*, 1(2), 51–62. DOI: <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.750>
- 5 Dyoshina, L., & Katina, Ya. (2023). Immersivnye tekhnologii v usloviakh tsifrovizatsii obrazovaniya kak innovatsionnyi metod obucheniya [Immersive technologies in the conditions of education digitalization as an innovative learning method]. *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika — Education Management Review*, 7(13), 69–75. DOI: 10.25726/q8075-5892-1140-m (accessed: 14.06.2025) [in Russian].
- 6 Kornilov, Yu.V., Mukasheva, M.U., & Sarsimbaeva, S.M. (2022). Primenenie tekhnologii virtualnoi realnosti v izuchenii razlichnykh predmetov [The ways of using of VR technology in the study of various subjects: a review of the scholarly literature]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federalnogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Seriya: Pedagogika. Psikhologiya — Bulletin of the Northeastern Federal University named after M.K. Ammosov. Series: Pedagogy. Psychology. Philosophy*, 2(26), 5–15 [in Russian].
- 7 Ali, S. (2022). The Effectiveness of Immersive Technologies for Future Professional Education. *Futurity Education*, 2(2), 14–22. <https://doi.org/10.57125/FED/2022.10.11.25>
- 8 Wang, J., Jin, S., Zhong, Z., Feng, S., Deng, Y., & Li, R. (2023). Spatial cognition effects of IVE teaching resources on red green color blindness. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1389–1409
- 9 Jin, S., Huang, J., & Zhong, Z. (2024). Application of Immersive Technologies in Primary and Secondary Education. *Frontiers of Digital Education*, 1, 142–152. <https://doi.org/10.1007/s44366-024-0001-3>
- 10 Semenikhin, V.V., Semenikhina, S.F., Utebayev, I.S., & Kukenov, Zh. (2023). Kliuchevye kompetentsii pedagoga v epokhu tsifrovizatsii obrazovaniya [Key competencies of a teacher in the era of digitalization of education]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Pedagogika — Bulletin of the Karaganda University. Series Pedagogy*, 4(112), 35–48. DOI: 10.31489/2023Ped4/35-48 [in Russian].

- 11 Grinshkun, V.V., & Suvorova, T.N. (2024). Osobnosti podgotovki pedagogov v usloviakh tsifrovoi transformatsii sistemy obrazovaniya [Teacher Training in the Conditions of Digital Transformation of the Education System]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Pedagogicheskoe obrazovanie — Lomonosov Pedagogical Education Journal*, 1, 95–110. DOI: <https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-05> [in Russian].
- 12 Sviridova, E., Yastrebova, E., Bakirova, G., & Rebrina, F. (2023). Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education. *Frontiers in Education*, 8, 1192760. DOI: 10.3389/feduc.2023.1192760
- 13 Asoodar, M., Janesarvatan, F., Yu, H., & de Jong, N. (2024). Theoretical foundations and implications of augmented reality, virtual reality, and mixed reality for immersive learning in health professions education. *Advances in Simulation*, 9(1), 36. DOI: 10.1186/s41077-024-00311-5
- 14 Oje, A.V., Hunsu, N.J., & May, D. (2023). Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective. *Computers & Education: X Reality*, 3(100033). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100033>
- 15 Olbina, S., & Glick, S. (2023). Using Integrated Hands-on and Virtual Reality (VR) or Augmented Reality (AR): Approaches in Construction Management Education. *International Journal of Construction Education and Research*, 19(3). <https://doi.org/10.1080/15578771.2022.2115173>
- 16 Fu, Y., Hu, Y., & Sundstedt, V. (2022). A systematic literature review of virtual, augmented, and mixed reality game applications in healthcare. *ACM Transactions on Computing for Healthcare (HEALTH)*, 3(2), 1–27. DOI: <https://doi.org/10.1145/3472303>
- 17 Kiryukhina, N.V., & Plekhanova, N.A. (2023). Immersivnye tekhnologii v obuchenii fizike [Immersive technologies in teaching physics]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniia — Problems of modern teacher education*, 79-2, 133–136. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnye-tehnologii-v-obuchenii-fizike> (accessed: 14.07.2025) [in Russian].
- 18 Korneeva, N.Yu., & Uvarina, N.V. (2022). Immersivnye tekhnologii v sovremennom professionalnom obrazovanii [Immersive technologies in modern professional education]. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie — Modern pedagogical education*, 6, 17–22. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/immersivnye-tehnologii-v-sovremennom-professionalnom-obrazovanii> (accessed: 14.07.2025) [in Russian].
- 19 Paskova, A.A. (2022). Osobnosti primeneniia immersivnykh tekhnologii virtualnoi i dopolnennoi realnosti v vysshem obrazovanii [Features of application of immersive technologies of virtual and augmented reality in higher education]. *Vestnik Maikopskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta — Bulletin Maikop State Technological University*, 14, 3, 83–92. DOI: <https://doi.org/10.47370/2078-1024-2022-14-3-83-92> [in Russian].
- 20 Sarsimbayeva, S., Mukasheva, M., Kornilov, Yu., & Omirzakova, A. (2021). O vnedrenii tekhnologii virtualnoi i dopolnennoi realnosti v shkolu [About the introduction of virtual and augmented reality technologies in schools]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo pedagogicheskogo universiteta imeni Abaia. Seriya Fiziko-matematicheskie nauki — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series: Physical and Mathematical Sciences*, 73, 1, 190–197. DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.28> [in Russian].
- 21 Karelkhan, N., & Uderbayeva, N. (2024). The Effectiveness of Using Virtual and Augmented Reality Technologies for Teaching Computer Science in Schools. *International Journal of Information and Education Technology*, 14, 11, 1566–1573. DOI: 10.18178/ijiet.2024.14.11.2187
- 22 Tipovaia uchebnaia programma po uchebnomu predmetu “Informatika” dlia 10-11 klassov obshchestvenno-gumanitarnogo i estestvenno-matematicheskogo napravlenii urovnia obshchego srednego obrazovaniia [Standard curriculum for the academic subject “Computer Science” for grades 10-11 in social sciences, humanities, and natural mathematics at the general secondary education level]. *adilet.zan.kz*. Retrieved from: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029767> (accessed: 14.07.2025) [in Russian].
- 23 Suteeva, M.A., Aimagambetov, M.N., & Abdisadykova, A.B. (2023). Primenenie virtualnoi i dopolnennoi realnosti v obuchenii studentov professionalno-tvorcheskikh spetsialnostei [Application of virtual and augmented reality in teaching students of professional creative specialties]. *Izvestiia Kazakhskogo universiteta Mezhdunarodnykh otnoshenii i mirovoi ekonomiki imeni Abylai Khana. Seriya “Pedagogicheskie nauki” — Bulletin Kazakh Abylai Khan University of International Relations and World Languages. Series “Pedagogical Sciences”*, 4 (71), 212–224. DOI: <https://doi.org/10.48371/PEDS.2023.71.4.015> [in Russian].
- 24 Isakovich, E.I., & Larkin, D.V. (2023). Problema stiranii granits mezhdou virtualnym i realnym mirom, kak sledstvie deformatsii psikhiki cheloveka [The problem of blurring the boundaries between the virtual and real world as a result of the deformation of the human psyche]. *Vestnik Universiteta Rossiiskoi akademii obrazovaniia — Bulletin of the University of the Russian Academy of Education*, 2, 4–10. DOI: 10.24412/2072-5833-2023-2-4-12 [in Russian].
- 25 Korneeva, N. (2024). Primenenie VR, AR, MR i XR tekhnologii v obuchenii budushchikh pedagogov professionalnogo obucheniia ekonomicheskogo profilia [The use of VR, AR, MR and XR technologies in the training of future teachers of vocational training in economics]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal — Moscow economic journal*, 7, 206–270. DOI: 10.55186/2413046X_2024_9_7_327 [in Russian].

Information about the authors

Spirina, Ye.A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Professor, Department of Applied Mathematics and Computer Science, Buketov Karaganda National Research University, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: sea_spirina@mail.ru

Kazimova, D.A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Applied Mathematics and Computer Science, Buketov Karaganda National Research University, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: dinkaz73@mail.ru

Gorbunova, N.A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Computer Science, Buketov Karaganda National Research University, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: ant_nadezhda@mail.ru

Samoilova, I.A. — Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Applied Mathematics and Computer Science, Buketov Karaganda National Research University, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: irinasam2005@mail.ru