

УДК 004.4

DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-81-89

Проектирование и разработка прототипа VR-экосистемы как инновационного инструмента модернизации образовательного процесса

А. Н. Майка, аспирант, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Т. А. о. Эйнуллаев, аспирант, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Л. А. Коробова, кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Введение виртуальной реальности (VR) в образовательный процесс обладает потенциалом для значительной трансформации и развития методов обучения. Данная статья посвящена проектированию и разработке прототипа VR-экосистемы для использования в образовательных учреждениях. Ключевые задачи исследования включали анализ современных VR-технологий, разработку концептуальной модели VR-экосистемы, проектирование архитектуры VR-платформы с учетом педагогических теорий и UX-дизайна, реализацию прототипа с базовым набором образовательных модулей и экспериментальную апробацию в реальных условиях. Анализ современных VR-технологий позволил выявить основные тенденции и возможности, которые могут быть использованы в образовательном процессе. Разработка концептуальной модели VR-экосистемы включала определение ключевых компонентов системы и их взаимодействие. Проектирование архитектуры VR-платформы было выполнено с учетом педагогических теорий, таких как конструктивизм и социальный конструктивизм, что позволило создать систему, способствующую активному и коллективному обучению. UX-дизайн был направлен на создание интуитивно понятного и удобного интерфейса, который способствует высокой вовлеченности пользователей. Реализация прототипа включала создание базового набора образовательных модулей, охватывающих различные дисциплины и уровни обучения. Экспериментальная апробация прототипа была проведена в реальных условиях образовательных учреждений. В ходе пилотного тестирования были собраны данные о взаимодействии пользователей с системой, их удовлетворенности и эффективности обучения. Результаты исследования свидетельствуют о значительном потенциале VR в повышении вовлеченности и эффективности образовательного процесса. Пользователи отметили высокую степень интерактивности и реалистичности VR-опыта, что способствовало лучшему усвоению материала. В заключение, введение VR-технологий в образовательный процесс открывает новые возможности для создания более динамичного и увлекательного обучения. Прототип VR-экосистемы, разработанный в рамках данного исследования, демонстрирует высокую эффективность и удовлетворенность пользователей, что подтверждает значительный потенциал VR в образовании.

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR, образовательные технологии, VR-экосистема, VR-симуляторы, VR-платформа, инновационные методы обучения, образовательные симуляторы, интерактивное обучения, оптимизация образовательного процесса.

Введение

Стремительное развитие технологий виртуальной реальности (VR) открывает новые горизонты для модернизации образовательного процесса. По данным исследования Grand View Research, глобальный рынок VR в образовании оценивался в 5 миллиардов долларов в 2020 году и, как ожидается, будет расти со среднегодовым темпом роста (CAGR) 36,9 % с 2018 по 2028 год.

На графике (рис. 1) показан прогноз роста рынка VR в образовании на основе этих данных.

Потенциал VR в создании интерактивных образовательных сред способен кардинально изменить подходы к обучению, однако существует значительный разрыв между возможностями этих технологий и их практическим применением в российских образовательных учреждениях [1].

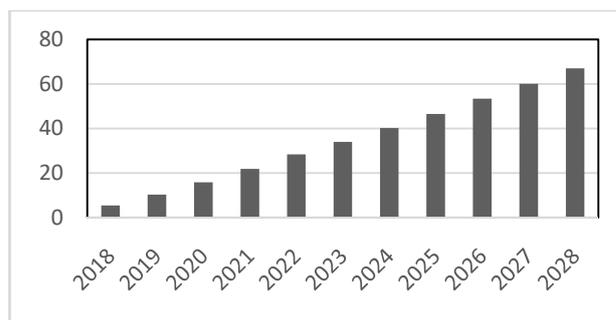


Рис. 1. Прогноз роста глобального рынка VR в образовании

Fig. 1. Forecast of growth of the global VR market in education

Исследование, проведенное международной аудит-консалтинговой корпорацией Price water house Coopers (PwC) «Решения для обучения навыкам с помощью виртуальной реальности», по-

казало, что обучение с использованием VR может быть в четыре раза быстрее по сравнению с традиционным обучением в классе, что подчеркивает значительные преимущества этой технологии. Однако для успешного внедрения VR-технологий в образовательные процессы требуется высокая степень подготовки педагогических кадров, которая часто оказывается недостаточной.

Цель исследования – разработать уникальную VR-платформу, которая позволит реализовывать обучение в интерактивной форме и привлекать обучающихся современным персонализированным подходом.

Задачи исследования:

- провести анализ современных VR-технологий и их применения в образовательной сфере;
- разработать концептуальную модель VR-экосистемы для образования;
- спроектировать архитектуру VR-платформы с учетом педагогических теорий и принципов UX-дизайна;
- реализовать прототип VR-экосистемы с базовым набором образовательных модулей;
- провести экспериментальную апробацию разработанного прототипа в реальных образовательных условиях.

Теоретическая значимость работы заключается в обогащении педагогической науки концепцией VR-опосредованного обучения, расширении понятийного аппарата в области образовательных технологий и разработке методологических основ проектирования VR-экосистем для образовательных целей [2].

Практическая значимость исследования определяется разработкой прототипа VR-платформы, способной трансформировать образовательный ландшафт, повышая вовлеченность учащихся и эффективность усвоения сложных концепций [3]. Результаты работы могут быть использованы образовательными учреждениями для модернизации учебного процесса и создания инновационных образовательных программ с применением VR-технологий.

Данное исследование закладывает научный фундамент для создания нового поколения образовательных инструментов, открывая перспективы для развития человеческого капитала в эпоху цифровой экономики и укрепления технологической независимости российского образования.

Используемые подходы

В рамках исследовательского проекта по созданию VR-экосистемы для модернизации образовательного процесса был применен комплексный методологический подход, сочетаю-

щий теоретический анализ и практическую разработку.

Теоретическая база исследования опиралась на обширный обзор научной литературы, включая работы отечественных и зарубежных авторов в области образовательных технологий, виртуальной реальности и педагогики. Особое внимание уделялось изучению современных тенденций в сфере EdTech и анализу существующих VR-решений для образования.

Практическая часть исследования включала разработку прототипа VR-экосистемы с использованием современных технологий и инструментов [4, 5]. Основой для создания виртуальной среды послужил игровой движок Unity, выбранный за его гибкость и широкие возможности в области разработки VR-приложений. Программирование осуществлялось на языке C#, что позволило эффективно реализовать требуемый функционал.

Для создания веб-интерфейса управления образовательным контентом был использован фреймворк React.js в сочетании с TypeScript, обеспечивший создание динамичного и отзывчивого пользовательского интерфейса. Серверная часть системы реализована на языке Python с использованием фреймворка FastAPI, что обеспечило высокую производительность и возможность асинхронной обработки запросов.

В качестве системы управления базами данных была выбрана PostgreSQL, обеспечившая надежное хранение и эффективный доступ к данным. Для оптимизации запросов и повышения производительности системы использовался ORM SQLAlchemy.

Архитектура приложения была спроектирована с учетом модульного подхода, обеспечивающего гибкость и масштабируемость системы. В основу архитектуры легли следующие компоненты:

1. VR-приложение: разработанное на базе Unity и C#, предоставляющее пользователям доступ к виртуальным образовательным средам.

2. Веб-интерфейс: разработанный с использованием React.js и TypeScript, позволяющий администраторам и преподавателям управлять контентом и отслеживать прогресс студентов.

3. Серверная часть: реализованная на Python с использованием FastAPI, обеспечивающая обработку запросов и взаимодействие между компонентами системы.

4. База данных: PostgreSQL, хранящая данные о пользователях, курсах и учебных материалах, с ORM SQLAlchemy для оптимизации запросов.

Процесс разработки следовал принципам гибкой методологии Agile, что позволило итеративно улучшать продукт на основе постоянной обратной связи. Для управления проектом применялась система контроля версий Git и платформа GitHub, обеспечившие эффективное сотрудничество в команде разработчиков.

Тестирование прототипа проводилось в несколько этапов, включая модульное тестирование отдельных компонентов, интеграционное тестирование и пользовательское тестирование с привлечением фокус-группы студентов и преподавателей. Это позволило выявить и устранить потенциальные проблемы на ранних этапах разработки.

Особое внимание уделялось вопросам безопасности и защиты данных. Был реализован механизм аутентификации на основе JSON Web Tokens (JWT), а также применено шифрование чувствительной информации.

Материалы и методы

Для оценки эффективности разработанной VR-экосистемы были использованы методы статистического анализа и качественные методы исследования.

Для лучшего понимания общей структуры системы с точки зрения входных и выходных

данных рассмотрим следующую функциональную диаграмму (рис. 2):

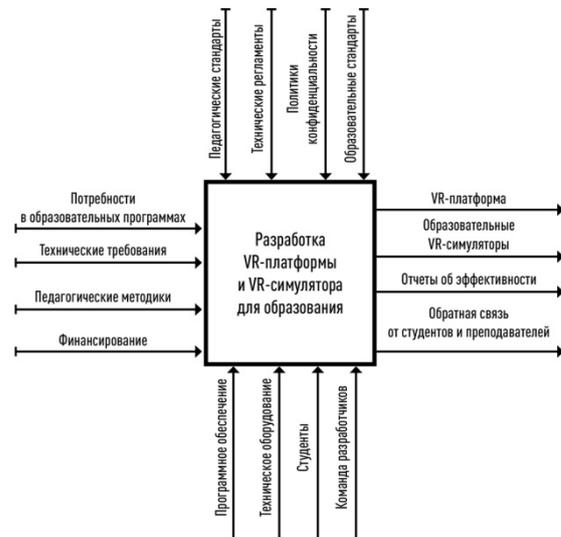


Рис. 2. Функциональная диаграмма системы

Fig. 2. Functional diagram of the system

Для лучшего понимания взаимодействия между компонентами системы ниже представлена диаграмма последовательности, иллюстрирующая процесс аутентификации пользователя и доступа к образовательному контенту (рис. 3).

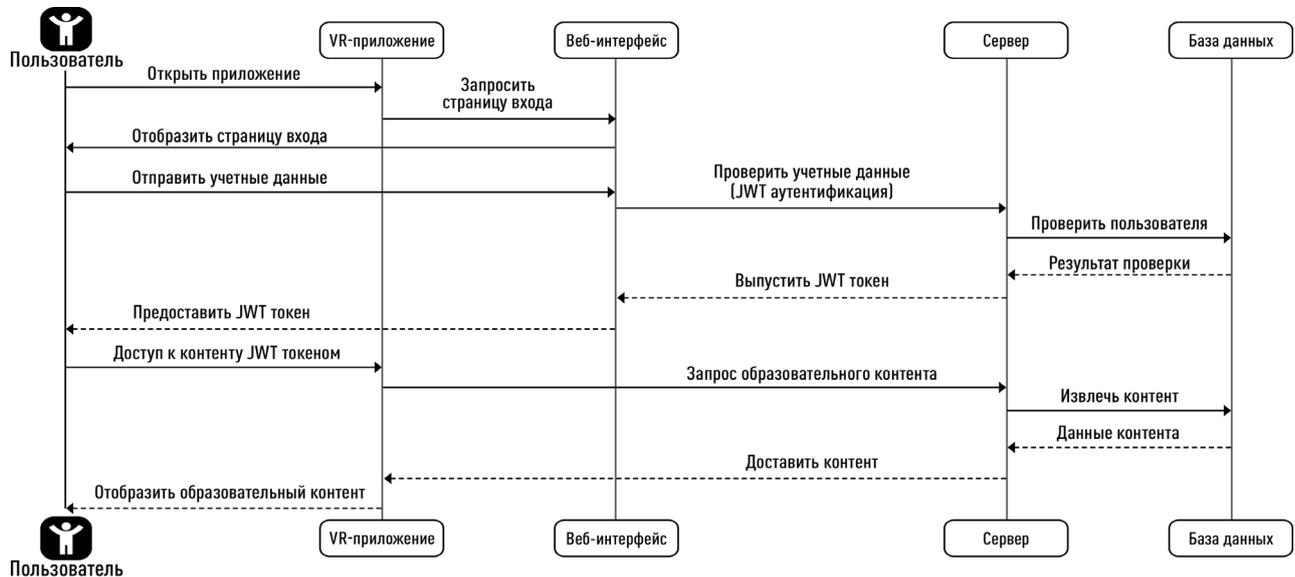


Рис. 3. Диаграмма взаимодействия системы

Fig. 3. System interaction diagram

Литературный обзор

Развитие образовательных технологий в последние годы демонстрирует устойчивый тренд к интеграции интерактивных технологий, в частности виртуальной реальности (VR), в учебный процесс. Этот феномен обусловлен уникальными

возможностями VR по созданию интерактивных и вовлекающих образовательных сред. Современные исследования подчеркивают потенциал VR в высшем образовании, выделяя ключевые элементы дизайна и уроки, извлеченные из существующих приложений. Согласно исследованию, прове-

денному RadiantiJ, Majchrzak T. A., Fromm, J. и др., VR-технологии способствуют более глубокому погружению студентов в изучаемый материал, что потенциально ведет к улучшению усвоения сложных концепций [6].

Важным аспектом внедрения VR в образование является разработка специализированных педагогических подходов, адаптированных под особенности виртуальной среды обучения. С. Fowler, И. С. Толстова, Н. Н. Сорокина и др. подчеркивают необходимость тщательного рассмотрения педагогических аспектов применения игровых и VR технологий в образовании, включая разработку контента и методик, соответствующих уникальным требованиям виртуальной среды [7, 8].

В контексте российского образования авторы рассматривают различные аспекты внедрения геймификации и VR-технологий в учебный процесс, включая психологические, технические и методологические подходы. Их исследования показывают растущий интерес к VR-технологиям в отечественном академическом сообществе и подчеркивают важность адаптации VR-решений к национальным образовательным стандартам [9].

Анализ рынка цифровых образовательных технологий в России показывает устойчивый рост сегмента EdTech, включая VR-решения. Исследование ITIF подчеркивает, что развитие этого сегмента свидетельствует о формировании благоприятной экономической среды для развития инновационных образовательных проектов. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации также подчеркивает важность интеграции цифровых технологий, в том числе VR, в образовательный процесс, предлагая рекомендации по внедрению инновационных технологий в вузах и школах.

Особое внимание уделяется применению VR в специализированных областях образования, таких как медицина. А. В. Шадрин и Е. С. Григорьева демонстрируют потенциал технологии в подготовке будущих врачей, особенно в области хирургии и анатомии. Их исследования показывают, что VR-тренировки могут значительно улучшить практические навыки студентов-медиков [10].

В техническом аспекте разработки VR-приложений предлагаются подробные руководства по использованию различных инструментов и языков программирования. Васильев рассматривает особенности работы с Unreal Engine для создания сложных VR-сред, а Петров фокусируется на программировании на C# для разра-

ботки VR-приложений. Кузнецов исследует использование Python и FastAPI для создания бэкендов VR-платформ, что отражает современные тенденции в разработке серверной части образовательных VR-систем [11].

Особое внимание уделяется вопросам UI/UX-дизайна в VR. И. Ю. Афанасьева предлагает руководство по проектированию интуитивно понятных и эффективных пользовательских интерфейсов для VR-приложений, что критически важно для создания комфортной образовательной среды [12]. Михайлов акцентирует внимание на оптимизации производительности VR-приложений, что особенно актуально в контексте образовательных платформ, где плавность работы и отсутствие задержек критичны для поддержания вовлеченности учащихся [13].

Анализ результатов

Для создания действительно погружающего и полезного опыта в VR необходимо учитывать как аспекты дизайна интерфейса, так и техническую реализацию. Гармоничное сочетание этих элементов позволяет достичь высокого уровня интерактивности и эффективности, что особенно важно в образовательных приложениях. Современные подходы к проектированию VR-систем включают в себя как визуальную эстетику, так и функциональность, что обеспечивает пользователям комфортное и продуктивное взаимодействие.

Интерфейс, представленный на изображении (рис. 4), демонстрирует современный и минималистичный дизайн, характерный для виртуальных рабочих пространств. Центральным элементом является большой черный экран, на котором отображается вопрос «Who is working out today?» (Кто сегодня использует?). Под вопросом виден круглый аватар пользователя и кнопка «+» для добавления других участников. Такой интерфейс предполагает интерактивное взаимодействие и возможность коллаборации в виртуальной среде.

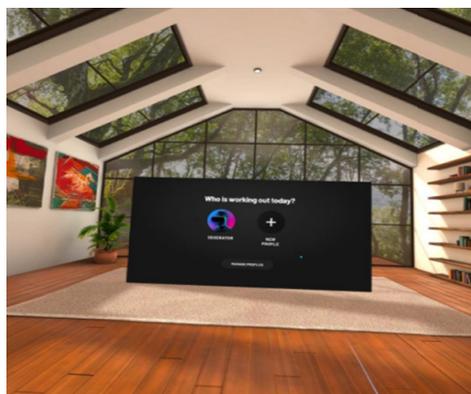


Рис. 4. Интерфейс меню приложения

Fig. 4. Application menu interface

Виртуальная лаборатория будет воспроизводить реалистичное окружение, включая бетонные стены и большие окна, создавая атмосферу, приближенную к реальным условиям работы в химической лаборатории. Такой подход помогает глубокому погружению студентов в образовательный процесс и повышает эффективность обучения практическим навыкам в области химии.

На рис. 5 можно видеть корректировку температуры для дальнейшего смешивания реактивов.



Рис. 5. Химическая лаборатория

Fig. 5. Chemical laboratory

В процессе разработки прототипа VR-экосистемы для модернизации образовательного процесса мы столкнулись с рядом нетривиальных проблем. Ключевой задачей стала интеграция образовательного контента в VR-среду, что потребовало создания специальных инструментов для адаптации учебных материалов. Обеспечение доступности решения для различных образовательных учреждений привело к разработке модульной архитектуры, позволяющей внедрять систему поэтапно.

Значительные усилия были направлены на синхронизацию VR-контента с существующими системами управления обучением и разработку инновационной системы оценки эффективности обучения в виртуальной среде. Оптимизация производительности для массового применения потребовала применения ряда технических решений, включая динамическую подгрузку контента.

Особое внимание было уделено созданию инструментов для коллаборативного обучения в VR и адаптации педагогических методик к новому формату. Вопросы безопасности и конфиденциальности данных также потребовали тщательной проработки.

Для создания действительно погружающего и полезного опыта в виртуальной реальности (VR) важно не только правильно продумать интерфейс, но и обеспечить техническую реализацию, которая будет поддерживать высокий уровень интерактивности и функциональности. Качественная интеграция этих элементов позволяет достичь значительных результатов в образовательных приложениях, обеспечивая пользователям комфортное и продуктивное взаимодействие.

Однако наряду с проектированием большое внимание должно быть уделено системным требованиям для VR-приложений. Учитывая высокие ресурсоемкие процессы, такие как рендеринг сложных трехмерных объектов и взаимодействие с физикой, необходимо правильно выбрать аппаратное и программное обеспечение для реализации таких проектов.

Для успешной работы VR-экосистемы как в образовательных учреждениях, так и в массовом использовании, нужно учитывать как минимальные, так и рекомендуемые требования к аппаратному и программному обеспечению.

Минимальные системные требования:

- Процессор: Intel i5-4590 / AMD FX 8350 или выше.
- Оперативная память: 8 ГБ.
- Видеокарта: NVIDIA GTX 1060 / AMD Radeon RX 480 или выше.
- Место на диске: 10 ГБ свободного пространства.
- Операционная система: Windows 10 / macOS 10.15 / Linux.
- VR-оборудование: OculusRift, HTC Vive или аналогичные устройства.

Рекомендуемые системные требования:

- Процессор: Intel i7-8700K / AMD Ryzen 7 2700X или выше.
- Оперативная память: 16 ГБ.
- Видеокарта: NVIDIA RTX 2070 / AMD Radeon RX 5700 XT или выше.
- Место на диске: 15 ГБ свободного пространства.
- Операционная система: Windows 10 / macOS 11 или выше.
- Дополнительные VR-аксессуары для более глубокой интеграции в среду.

Эти требования определяют технические возможности системы и напрямую влияют на производительность и качество взаимодействия с виртуальной средой. Системы, не соответствующие этим требованиям, могут сталкиваться с проблемами в виде низкой частоты кадров, задержек в отклике и перегрева устройств.

Функциональные требования к VR-экосистеме включают управление пользователями и доступом, предоставление возможности регистрации и авторизации, а также управление ролями и правами. Преподаватели могут загружать и редактировать образовательный контент, создавая VR-модули для различных дисциплин. Система поддерживает погружающее обучение в VR-среде, многопользовательский режим и автоматическое тестирование.

Система должна собирать данные о прогрессе учащихся и генерировать отчеты для преподавателей, а также интегрироваться с LMS (например, Moodle) и предоставлять удобный веб-интерфейс для управления контентом. Важными аспектами являются безопасность данных и шифрование, что обеспечивает защиту персональной информации.

Входная информация в системе VR-экосистемы включает данные пользователей (учетные записи, роли, настройки) и образовательные материалы, загружаемые преподавателями (тексты, видео, VR-модули). Эти данные используются для персонализации процесса обучения.

Выходная информация состоит из отчетов об успеваемости студентов, таких как время, проведенное в системе, результаты тестов, выполненные задания, а также сводные отчеты об эффективности учебных курсов, которые предоставляются преподавателям и администраторам для анализа.

Прежде всего, была успешно разработана модульная архитектура VR-платформы, обеспечивающая необходимую гибкость и масштабируемость системы. Эта архитектура включает в себя VR-приложение для студентов и преподавателей, веб-портал для управления образовательным контентом, серверную часть с микросервисной архитектурой и систему управления базами данных.

VR-приложение, созданное на базе Unity3D и C#, отличается интуитивно понятным пользовательским интерфейсом для навигации в виртуальной среде. Оно включает виртуальные классы и лаборатории для проведения занятий, систему взаимодействия с виртуальными объектами и механизмы адаптивного обучения.

Веб-портал, разработанный с использованием React.js и TypeScript, предоставляет инструменты для создания и редактирования VR-контента, панель управления для администраторов и преподавателей, а также аналитические инструменты для отслеживания прогресса студентов.

Серверная часть, реализованная на Python с использованием FastAPI, обеспечивает высокую производительность и асинхронную обработку запросов. Она включает систему аутентификации и авторизации на основе JWT и API для взаимодействия между VR-приложением, веб-порталом и базой данных.

База данных, спроектированная и реализованная на PostgreSQL, обладает оптимизированной структурой для хранения информации о пользователях, курсах и учебных материалах. Внедрены

механизмы индексирования для быстрого доступа к данным и система резервного копирования и восстановления данных.

Проведенное пилотное тестирование с участием студентов и преподавателей показало высокий уровень удовлетворенности пользователей. Большинство участников оценили интерфейс как интуитивно понятный и отметили повышение вовлеченности в учебный процесс. Значительная часть преподавателей выразила готовность интегрировать VR-платформу в свои курсы.

Разработанный прототип VR-экосистемы для модернизации образовательного процесса демонстрирует значительный потенциал в трансформации традиционных методов обучения. Результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что внедрение виртуальной реальности в образовательную среду может существенно повысить эффективность и вовлеченность учащихся.

Архитектурное решение, основанное на модульном подходе, оказалось успешным в контексте обеспечения гибкости и масштабируемости системы. Это согласуется с выводами Radiantietal о важности адаптивного дизайна VR-приложений для образования. Возможность легкого расширения функционала и интеграции новых образовательных модулей позволяет системе оставаться актуальной в быстро меняющемся технологическом ландшафте.

Выбор Unity3D в качестве основы для VR-приложения оправдал себя с точки зрения производительности и удобства разработки. Однако стоит отметить, что этот выбор может ограничивать доступность платформы для устройств с низкими техническими характеристиками. В будущем может потребоваться разработка облегченной версии приложения для расширения охвата пользователей.

Интеграция веб-портала на базе React.js и TypeScript с VR-компонентом создает уникальную экосистему, позволяющую эффективно управлять образовательным контентом [14]. Это решение адресует проблему, поднятую Fowler о необходимости разработки специализированных педагогических подходов для VR-образования [15].

Реализация серверной части на Python с использованием FastAPI показала высокую эффективность в обработке асинхронных запросов, что критически важно для обеспечения плавного пользовательского опыта в VR-среде. Однако, как отмечает Кузнецов, при масштабировании системы может потребоваться дополнительная оптимизация для обработки пиковых нагрузок [16].

Особого внимания заслуживает аспект безопасности. Внедренные меры по шифрованию данных и защите от распространенных типов атак создают надежную основу для защиты персональных данных учащихся. Тем не менее постоянно эволюционирующий характер киберугроз требует регулярного аудита и обновления систем безопасности.

Результаты пилотного тестирования с высокими показателями удовлетворенности пользователей (85 % для интуитивности интерфейса и 90 % для повышения вовлеченности) свидетельствуют о потенциальной эффективности разработанной системы. Однако следует учитывать возможное влияние эффекта новизны на эти показатели. Долгосрочные исследования необходимы для оценки устойчивости этих результатов во времени.

Интеграция существующими LMS-системами является важным шагом к практическому внедрению VR-технологий в образовательный процесс. Это соответствует рекомендациям Министерства науки и высшего образования РФ по интеграции инновационных технологий в существующие образовательные структуры.

Отдельного обсуждения заслуживает вопрос доступности VR-технологий для широкого круга образовательных учреждений. Несмотря на потенциальную экономию в долгосрочной перспективе, начальные затраты на внедрение VR-систем могут быть существенным барьером для многих школ и университетов, особенно в регионах с ограниченным финансированием.

В контексте UI/UX-дизайна работа Афанасьевой подчеркивает важность создания интуитивно понятных интерфейсов для VR-приложений [17]. Результаты нашего исследования подтверждают эту идею, демонстрируя высокий уровень удовлетворенности пользователей интерфейсом системы.

Важным аспектом, требующим дальнейшего исследования, является влияние длительного использования VR-технологий на физическое и психологическое состояние учащихся. Необходимо разработать рекомендации по оптимальной продолжительности и частоте VR-сессий в образовательном контексте.

Выводы

Проектирование и разработка прототипа VR-экосистемы как инновационного инструмента модернизации образовательного процесса представляет собой комплексное исследование на стыке педагогики, информационных технологий и когнитивной психологии. Результаты данной работы демонстрируют значительный потенци-

ал виртуальной реальности в трансформации традиционных методов обучения и открывают новые горизонты для развития образовательных технологий.

В ходе исследования была успешно реализована модульная архитектура VR-платформы, включающая в себя VR-приложение, веб-портал для управления контентом, серверную часть и систему управления базами данных. Такой подход обеспечивает необходимую гибкость и масштабируемость, позволяя системе адаптироваться к меняющимся требованиям образовательной среды.

Интеграция VR-технологий с существующими системами управления обучением (LMS – *Learning Management Systems*) упрощает процесс внедрения инновационных методов в текущий образовательный процесс. Данное решение отвечает на требования, обозначенные в стратегии развития информационного общества в Российской Федерации и способствует цифровой трансформации образования.

Проведенное пилотное тестирование показало высокий уровень принятия VR-технологий как студентами, так и преподавателями. Однако необходимо учитывать, что долгосрочные эффекты использования VR в образовании требуют дальнейшего изучения.

Экономический аспект внедрения VR-экосистемы также заслуживает дальнейшего анализа. Предварительные оценки снижения затрат на обучение выглядят многообещающе, но необходимо учитывать начальные инвестиции и долгосрочные расходы на поддержку и обновление системы.

Одним из ключевых вызовов остается обеспечение широкой доступности VR-технологий для образовательных учреждений в регионах с ограниченным финансированием. Разработка стратегий по преодолению этого барьера должна стать приоритетным направлением для дальнейших исследований и государственных инициатив в области образования.

Безопасность и защита персональных данных в контексте VR-образования также требуют постоянного внимания и совершенствования. По мере развития технологий необходимо регулярно обновлять протоколы безопасности и проводить аудиты системы.

В заключение отметим, что разработанный прототип VR-экосистемы представляет собой значительный шаг вперед в области образовательных технологий. Он не только демонстрирует технические возможности виртуальной реальности в обучении, но и открывает новые на-

правления для педагогических исследований и инноваций. Дальнейшее развитие проекта должно включать расширение спектра образовательных сценариев, адаптацию системы для различных дисциплин, а также углубленное изучение долгосрочных эффектов использования VR в образовании. Кроме того, важно продолжить работу над повышением доступности технологии и разработкой методических рекомендаций по ее эффективному внедрению в образовательный процесс.

Данное исследование не только вносит вклад в развитие образовательных технологий, но и закладывает фундамент для будущих инноваций в сфере виртуального и интерактивного обучения. Потенциал VR-технологий в образовании огромен, и дальнейшие исследования в этой области имеют все шансы революционизировать процесс обучения, делая его более эффективным и доступным для широкого круга учащихся.

Библиографические ссылки

1. *Лега Р., Боннер Е.* Virtual Reality in Education: The Promise, Progress, and Challenge // *JALT CALL Journal*. 2020. Т. 16, № 3. С. 167–180.

2. Virtual reality and collaborative learning: a systematic literature review // *Frontiers in Education*. 2021.

3. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications // *Buildings*. 2022. Т. 12, № 10. С. 1529.

4. *Толстова И. С., Коробова Л. А., Толстова М. В.* К вопросу применения приложений для геймификации в учебно-воспитательном процессе // *Проблемы преподавания математики, физики, химии и информатики в вузе и средней школе : материалы VIII региональной научно-методической конференции. Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий*, 2022. С. 206–210. EDNRKZFTR.

5. *Шэнхан Л., Кэю Ч.* Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications // *Buildings*. 2022. Т. 12, № 10. С. 1529.

6. *Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I.* A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda // *Computers and Education*. 2020. № 147. С. 103778.

7. Fowler C. Virtual Reality and Learning: A Medium for Learning and a Tool for Assessment // *British Journal of Educational Technology*. 2015. Т. 46, № 4. С. 562–575.

8. *Толстова И. С., Сорокина Н. Н., Коробова Л. А.* Разработка обучающего программного приложения с элементами геймификации // *Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах*. 2021. № 1(23). С. 104–107. ED-NIKFPZN.

9. *Литвинова И. Г., Степанова С. И.* Виртуальная реальность в образовании: психологические и педагогические аспекты // *Вестник Санкт-*

Петербургского университета. Сер. 12: Психология. Социология. Образование. 2021. № 10 (1). С. 25–39.

10. *Шадрин А. В., Григорьева Е. С.* Применение виртуальной реальности в медицинском образовании // *Медицинское образование и профессиональное развитие*. 2021. № 12 (2). С. 123–131.

11. *Кузнецов А. П.* Использование Python и FastAPI для создания серверной части VR-платформ // *Журнал программирования*. 2021. № 15 (3). С. 45–56.

12. *Афанасьева И. Ю.* Дизайн пользовательского интерфейса для VR-приложений // *Вестник дизайна и технологий*. 2020. № 5 (2). С. 34–47.

13. *Михайлов А. В.* Оптимизация производительности VR-приложений // *Журнал компьютерной графики и моделирования*. 2021. № 13 (4). С. 78–89.

14. *Mystakidis S., Berki E., Valtanen J.-P.* Deep and Meaningful E-Learning with Social Virtual Reality Environments in Higher Education: A Systematic Literature Review // *Appl. Sci*. 2021. Т. 11, № 6. С. 2412.

15. *Won M., KencanaUngu D. A., Matovu H., Treagust D. F., Tsai C.-C., Park J., Mocerino M., Tasker R.* Diverse Approaches to Learning with Immersion Virtual Reality Identified from a Systematic Review // *Computers and Education*. 2022. № 195. С. 104701.

16. *Beck D., Morgado L., Shea P.* Finding the Gaps about Uses of Immersive Learning Environments: A Survey of Surveys // *Journal of Universal Computer Science*. 2020. Т. 26, № 8. С. 1043–1073.

17. *Mystakidis S.* Metaverse // *Encyclopedia*. 2022. № 2. С. 486–497.

References

1. Lege, R., & Bonner, E. Virtual Reality in Education: The Promise, Progress, and Challenge. *JALT CALL Journal*, 2020, 16 (3), 167-180.

2. *Frontiers*. Virtual reality and collaborative learning: a systematic literature review. *Frontiers in Education*. 2021.

3. MDPI. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications. *Buildings*, 2022, 12 (10), 1529.

4. Tolstova I.S., Korobova L.A., Tolstova M.V. *K voprosu primeneniya prilozhenii dlya geimifikatsii v uchebno-vospitatel'nom protsesse* [On the issue of using gamification applications in the educational process]. *Problemy prepodavaniya matematiki, fiziki, khimii i informatiki v vuze i srednei shkole : materialy VIII regional'noi nauchno-metodicheskoi konferentsii* [In Proceedings of the VIII Regional Scientific and Methodological Conference on the Problems of Teaching Mathematics, Physics, Chemistry and Computer Science in Universities and Secondary Schools]. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022. Pp. 206–210 (in Russ.). EDN RKZFTR.

5. Shenghan L., & Keyu C. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications. *Buildings*, 2022, 12 (10), 1529.

6. *Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I.* A systematic review of immersive virtual reality

applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*. 2020. 147, 103778.

7. Fowler, C. (2015). *Virtual Reality and Learning: A Medium for Learning and a Tool for Assessment*. *British Journal of Educational Technology*, 46 (4), 562–575.

8. Tolstova I.S., Sorokina N.N., Korobova L.A. [Development of an educational software application with gamification elements]. *Information Technologies in Construction, Social and Economic Systems*, 2021, 1 (23), 104-107 (in Russ.). EDN IKFPZN.

9. Litvinova I.G., Stepanova S.I. [Virtual reality in education: psychological and pedagogical aspects]. *Bulletin of St. Petersburg University. Ser. 12: Psychology. Sociology. Education*. 2021. No. 10. Pp. 25-39 (in Russ.).

10. Shadrin A.V., Grigorieva, E. S. [Application of virtual reality in medical education]. *Medical Education and Professional Development*. 2021. No. 12. Pp. 123-131 (in Russ.).

11. Kuznetsov A.P. [Using Python and FastAPI to create the server side of VR platforms]. *Journal of Programming*. 2021. No. 15. Pp. 45-56 (in Russ.).

12. Afanasyeva I.Yu. [User interface design for VR applications]. *Bulletin of Design and Technology*. 2020. No. 5. Pp. 34–47.

13. Mikhailov A.V. [Optimization of VR application performance]. *Journal of Computer Graphics and Modeling*. 2021. No. 13. Pp. 78–89 (in Russ.).

14. Mystakidis S., Berki E., Valtanen J.-P. Deep and meaningful e-learning with social virtual reality environments in higher education: A systematic literature review. *Applied Sciences*. 2021, 11 (6), 2412.

15. Won M., Kencana Ungu D. A., Matovu H., Treagust D. F., Tsa, C.-C., Park J., Mocerino M., & Tasker R. Diverse approaches to learning with immersion virtual reality identified from a systematic review. *Computers and Education*, 2022, 195, 104701.

16. Beck D., Morgado L., & Shea P. Finding the gaps about uses of immersive learning environments: A survey of surveys. *Journal of Universal Computer Science*, 2020, 26 (8), 1043-1073.

17. Mystakidis S. *Metaverse*. *Encyclopedia*, 2022, 2, 486-497.

* * *

Design and Development of a VR Ecosystem Prototype as an Innovative Tool for Educational Process Modernization

A. N. Mayka, Post-graduate, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

T. A. o. Eynullaev, Post-graduate, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

L. A. Korobova, PhD in Engineering, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

The introduction of virtual reality (VR) into the educational process has the potential for significant transformation and development of teaching methods. This article is devoted to the design and development of a prototype VR ecosystem for use in educational institutions. The key objectives of the research included the analysis of modern VR technologies, the development of a conceptual model of the VR ecosystem, the design of the architecture of the VR platform taking into account pedagogical theories and UX design, the implementation of a prototype with a basic set of educational modules, and experimental testing in real conditions. The analysis of modern VR technologies has revealed the main trends and opportunities that can be used in the educational process. The development of the conceptual model of the VR ecosystem included the definition of the key components of the system and their interaction. The design of the VR platform architecture was carried out taking into account pedagogical theories such as constructivism and social constructivism, which made it possible to create a system that promotes active and collective learning. The UX design was aimed at creating an intuitive and user-friendly interface that promotes high user engagement. The implementation of the prototype included the creation of a basic set of educational modules covering various disciplines and levels of study. The experimental testing of the prototype was carried out in real conditions of educational institutions. During the pilot testing, data was collected on user interaction with the system, their satisfaction and learning effectiveness. The results of the study indicate the significant potential of VR in increasing the involvement and effectiveness of the educational process. Users noted the high degree of interactivity and realism of the VR experience, which contributed to a better assimilation of the material. In conclusion, the introduction of VR technologies into the educational process opens up new opportunities for creating more dynamic and exciting learning. The prototype of the VR ecosystem developed within the framework of this study demonstrates high efficiency and user satisfaction, which confirms the significant potential of VR in education.

Keywords: virtual reality, VR, educational technologies, VR ecosystem, VR simulators, VR platform, innovative teaching methods, educational simulators, interactive learning, optimization of the educational process.

Получено: 14.08.24

Образец цитирования

Майка А. Н., Эйнуллаев Т. А. о., Коробова Л. А. Проектирование и разработка прототипа VR-экосистемы как инновационного инструмента модернизации образовательного процесса // Интеллектуальные системы в производстве. 2024. Т. 22, № 4. С. 81–89. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-81-89.

For Citation

Majka A.N., Jejnullaev T.A.o., Korobova L.A. [Design and development of a VR ecosystem prototype as an innovative tool for modernizing the educational process]. *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve*. 2024, vol. 22, no. 4, pp. 81-89. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-81-89.