

**Виталий Михайлович Гордиевских,
Валерий Евгеньевич Павлов,
Максим Витальевич Подкоморный**
г. Шадринск

**Содержательно-организационные аспекты применения VR-технологий в процессе
подготовки будущих инженеров программистов к профессиональной
деятельности**

С каждым годом технологии виртуальной реальности все активнее применяются в таких отраслях как энергетика, транспорт, сельское хозяйство и т.д. В этих условиях приобретает особую значимость проблема разработки приложений виртуальной реальности для различных сфер жизнедеятельности, которая, в свою очередь, актуализирует проблему подготовки будущих инженеров-программистов к разработке VR-приложений в профессиональной деятельности. Подготовка инженеров-программистов к разработке VR-приложений существенно зависит от содержательных и организационных аспектов учебного процесса в вузе. Цель исследования: выявить перечень необходимых для изучения в период обучения в вузе технологий разработки приложений виртуальной реальности и спроецировать его на тематику дисциплин в рамках учебных планов для направлений подготовки 09.03.01 и 09.03.03, реализуемых в ШГПУ. Для достижения поставленной цели были использованы такие методы исследования, как: анализ научной литературы, синтез полученной информации (для формирования перечня технологий разработки VR-приложений), конкретизация (для выявления в процессе профессиональной подготовки будущих инженеров-программистов технологических и тематических образовательных дефицитов). В результате проведенного исследования авторы определили перечень технологий VR, требующих изучения для дальнейшей успешной разработки программ виртуальной реальности инженерами-программистами в будущей профессиональной деятельности, сравнили с тематикой учебных дисциплин направлений 09.03.01 и 09.03.03 учебных планов ШГПУ и определили перечень технологических и тематических дефицитов.

Ключевые слова: инженер-программист, профессиональная подготовка, виртуальная реальность (VR), технологии виртуальной реальности, разработка VR-приложений

**Vitaliy Mikhailovich Gordievskikh,
Valeriy Evgenevich Pavlov,
Maksim Vitalevich Podkomornyi**
Shadrinsk

**Substantive and organizational aspects of using VR technologies training future
software engineers for professional activity**

Nowadays virtual reality technologies are increasingly being used in industries such as energy, transport, agriculture, etc. Thus, the problem of developing virtual reality applications for various spheres of life becomes urgent. It actualizes the problem of training future software engineers to develop VR applications in their professional activities. The training of software engineers for the development of VR applications significantly depends on the substantive and organizational aspects of the educational process at the university. The purpose of the study is to identify the list of virtual reality software development technologies necessary for studying at the university and to project it onto the subject of disciplines within the curricula for training areas 03/9.01 and 03/9/03, implemented at Shadrinsk state pedagogical university. The authors have used the research methods: analysis of scientific literature, synthesis of the information received (to form a list of technologies for developing VR programs), specification (to identify technological and thematic educational deficits in the process of professional training of future software engineers). As a result of the study, the authors identified a list of VR technologies that need to be studied for further creation of virtual reality programs by software engineers in their future professional activities, compared them with the subjects of academic disciplines in the 09.03.01 and 09.03.03 curricula of Shadrinsk state pedagogical university and identified a list of technological and thematic deficits.

Keywords: software engineer, professional training, virtual reality (VR), virtual reality technologies, VR application development

Исследование выполнено при финансовой поддержке научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям деятельности вузов партнеров ЮУрГГПУ и ШГПУ в 2025 году по теме «Подготовка будущих инженеров-программистов к применению технологий виртуальной реальности» (№16-322 от 29 мая 2025 г.)

Технологии виртуальной реальности применяются практически во всех сферах жизнедеятельности. Интерес к применению тренажеров виртуальной реальности обусловлен снижением вреда окружающей среде, улучшению безопасности труда, снижением

вероятности производственных травм и аварий. Интерес к применению VR-тренажеров встречается в работах А.В. Печенкина при подготовке инженеров к работе в горнодобывающей отрасли [14], А.А. Зунина в сельском хозяйстве при обучении

устройству и эксплуатации сельскохозяйственной техники [7], в нефтегазовой отрасли П.А. Макарова [11], в энергетике Ю.П. Юренкова [16].

О.И. Подулыбина отмечает потенциал применения систем виртуальной реальности в образовательной сфере за счет увеличения интерактивности и вовлеченности в профессиональную среду, визуализации объектов изучения, повышается уровень мотивации, персонализация обучения [15]. В рамках данной работы представлен успешный опыт применения VR-технологий в профориентационной деятельности для привлечения абитуриентов в ИТ сферу, возможность удаленного виртуального посещения различных объектов.

Разработанные авторами данного исследования тренажеры виртуальной реальности также успешно применяются в мероприятиях, проводимых в рамках профориентационной деятельности: день открытых дверей, наука 0+, экскурсий [18, 19] и т.п.

В последнее время начинают появляться отечественные VR-программы по отраслям. Так, для нефтегазовой отрасли, П.А. Макаров описывает разработку VR-тренажера по ремонту магистральных газопроводов [11]. В сфере энергетики, Ю.П. Юренков и А.А. Митяев описывают собственную программу для подготовки инженеров-электриков [16], однако большая часть публикаций сводится к эксплуатации VR-тренажеров зарубежного производства.

Д.Н. Гопанцов, А.О. Усачева, А.А. Букин в своей работе приходят к выводу о том, что технологии виртуальной реальности станут неотъемлемой частью подготовки инженеров будущего [3]. Разделяя эту точку зрения, отметим, чтобы технологии виртуальной реальности стали частью подготовки инженеров-программистов будущего, разработка VR-приложений должна стать частью процесса профессиональной подготовки будущих инженеров-программистов к профессиональной деятельности.

Исследуя процесс подготовки будущих инженеров-программистов к применению систем виртуальной реальности в профессиональной деятельности, определили, что это последовательность специально-организованных, взаимосвязанных действий педагога и обучаемых, осуществляемых с целью формирования у будущих инженеров-программистов знаний, умений, навыков и личностных качеств, обеспечивающих продуктивную разработку и использование программ виртуальной реальности в профессиональной деятельности. Это дает основание рассматривать данный феномен, как

специально спроектированный и последовательно осуществляемый педагогический процесс, целью которого выступает формирование готовности будущих инженеров-программистов к разработке и применению таких технологий в профессиональной деятельности [5, 8, 9]. Данный процесс осуществляется в рамках системы профессиональной подготовки и выступает как ее неотъемлемая часть (подсистема), что определяет ее функциональные и структурные характеристики.

Определение подготовки будущих инженеров-программистов к применению систем виртуальной реальности в профессиональной деятельности как педагогического процесса, позволяет выделить в структуре данного феномена составляющие, соответствующие положениям современной теории педагогики и включающие целевой, содержательный, организационно-деятельностный и оценочно-результативный компоненты (Ю.К. Бабанский, Т.А. Ильина, В.А. Сластенин и др.).

Целевой компонент, определяет цель и задачи процесса подготовки будущих программистов к разработке и применению систем виртуальной реальности в профессиональной деятельности, реализует ориентационную функцию. *Содержательный компонент* раскрывает основные направления деятельности педагогов и обучаемых, обеспечивающей решение задач в сфере разработки и применения этих систем, и реализуется на основе общедидактических (научности, систематичности, последовательности, наглядности доступности) и специфических принципов (создание подобия реальных объектов средствами информационного моделирования, включенного обучения, рефакторинга). Данный компонент выполняет функцию конкретизации содержания деятельности педагога и обучаемых в области VR-технологий.

Организационно-деятельностный компонент раскрывает различные способы, обеспечивающие успешность подготовки будущих инженеров-программистов к разработке применению систем виртуальной реальности в профессиональной деятельности и реализует конструктивную функцию, обуславливающую оптимальность сочетания способов педагогического взаимодействия. *Оценочно-результативный компонент* позволяет оперативно получать информацию о прогрессе данного педагогического процесса и своевременно вносить изменения в случае необходимости, осуществляя информативно-коррекционную функцию.

В рамках данного исследования, научный интерес вызывает содержательный компонент процесса подготовки будущих инженеров-программистов к применению VR-технологий в профессиональной деятельности.

Содержательный компонент раскрывает основные направления деятельности педагогов и обучаемых, обеспечивающей решение поставленных задач, соответствующих содержанию деятельности инженера-программиста.

Данный элемент подготовки реализуется на основе общедидактических (научности, систематичности, последовательности, наглядности доступности) и специфических принципов (создание подобия реальных объектов средствами информационного моделирования, включенного обучения, рефакторинга).

Функцией этой составляющей части является конкретизация содержания взаимосвязанной деятельности педагога и обучаемых с опорой на теоретические основания построения образовательного процесса и возможностей его вариативности с учетом потребностей современной практики.

Процесс профессиональной подготовки специалистов к созданию и использованию технологий виртуальной реальности базируется на знаниях языков программирования, сред разработки, основными из которых, в настоящее время, являются Unity и Unreal Engine и т.п. Вместе с тем, разработка систем виртуальной реальности требует от будущего инженера-программиста знаний и умений применять в своей деятельности ряда специфических программных продуктов и библиотек: Blender (для 3D-моделирования, анимации и рендеринга), OpenXR (стандарт API для создания приложений, которые могут работать на разных VR и AR устройствах без необходимости написания специфического кода для каждой платформы), SteamVR SDK, Oculus SDK, Virtual Reality Toolkit [9].

Основываясь на данных исследованиях, конкретизируем содержательную часть данного процесса, выделим и структурируем технологии, относящиеся к разработке VR-программ.

VR-технологии в процессе подготовки разработчиков программного обеспечения могут выступать как средство повышения эффективности образовательного процесса, так и объект изучения. В рамках данной работы сосредоточимся на системах виртуальной реальности, как объекте изучения формирования готовности будущих инженеров-программистов к разработке проектов для различных аппаратных и программных платформ.

Основываясь на исследования [5, 8, 9] и опыт разработки VR-проектов, [18, 19] сформируем перечень технологий для создания программ следующими направлениями, представленными ниже.

Оборудование для VR-приложений

Разработка таких приложений невозможна без понимания особенностей работы оборудования, аппаратной части технологий VR: гарнитуры, контроллеры разных типов, система отслеживания движений.

VR-гарнитуры – это устройства, которые создают среду виртуальной реальности, используя 3D-дисплеи вблизи глаз и отслеживание положения головы. Они могут быть предназначены для ПК (HTC Vive Pro), игровых консолей (Sony PlayStation VR) или работать автономно (Pico 4).

Контроллеры обеспечивают беспроводное взаимодействие с виртуальным пространством в приложениях. Они бывают разных типов:

1. Ручные контроллеры, которые пользователь держит в руках. Обычно у таких контроллеров есть кнопки и триггеры, обеспечивающие базовое взаимодействие с виртуальным миром. Могут быть в виде пистолетов, автоматов и т.п. Такие устройства позволяют пользователям максимально погрузиться в игровой процесс.

2. Контроллеры в виде перчаток. Такие контроллеры надеваются на руки пользователя и обеспечивают более полное погружение. Они оснащены датчиками, которые могут обнаруживать движения пальцев и рук пользователя.

3. Геймпад (от англ. gamepad) – компактное устройство управления, которое удерживается обеими руками и управляется большими пальцами.

Система отслеживания движений (трекинг) в таких гарнитурах позволяет преобразовать физические движения пользователя в цифровые данные для последующей программной обработки. Трекинг может быть реализован в виде внешней, внутренней или системы отслеживания всего тела:

1. Внешняя система (Outside-in) – камеры расположены вокруг пользователя. Требует установки специальных маяков или камер в помещении, что обеспечивает высокую точность отслеживания, но ограничивает свободу перемещения пользователя.

2. Внутренняя система (Inside-out) – камеры встроены в саму гарнитуру. Такая система удобнее в эксплуатации, не требует дополнительного оборудования, но может быть менее точной.

3. Отслеживание всего тела (Full Body Tracking) – позволяет фиксировать положение частей тела (рук, ног, пояса, локтей) и передавать данные в систему для дальнейшей

программной обработки. Применение трекинга всего тела позволяет точнее отражать его в виртуальном пространстве, а также обеспечивает более естественное взаимодействие с объектами в VR.

Программные платформы и языки программирования

Основа программной разработки виртуальной реальности платформы Unity или Unreal. Для работы на Unity требуется знание языка программирования C# (CSharp), для Unreal – C++. В обоих случаях предполагается умение писать объектно-ориентированный код: выделять абстракции, применять наследование там, где это оправдано, отдавать предпочтение композиции, когда нужен гибкий, расширяемый функционал. Разработчик должен свободно пользоваться паттернами MVC, Singleton, Observer, уметь выстраивать систему событий и работать с асинхронностью (корутины в Unity, задачи и future/promise-механизмы в C++). Такая архитектура упрощает поддержку VR приложения и снижает риск роста количества ошибок по мере расширения проекта.

3D - графика и моделирование

Графические редакторы используются в программах виртуальной реальности для создания и редактирования визуальных элементов: персонажей, фонов и интерфейсов. Для работы с графикой в играх применяют как векторные, так и растровые редакторы. Выбор инструмента зависит от решаемых задач: если требуется создавать масштабируемые элементы интерфейса и логотипы, то выбирают векторный редактор, если работать с текстурами и фотографиями – растровый редактор. Для создания приложений виртуальной реальности требуются умения работать в 2D и 3D редакторах. 3D-моделирование применяется в разработке VR-приложений для создания моделей окружающей среды, персонажей, объектов и архитектурных элементов игрового мира. Существуют как бесплатные (Blender/SketchUp Free), так и платные (Autodesk 3ds Max/Cinema 4D от Maxon) программы для 3D-моделирования.

Для проектов виртуальной реальности зачастую визуальная часть создаётся в Blender – базовый инструмент для low-poly-моделирования, ретопологии и UV-развёртки. Для более сложных задач применяются Maya или 3ds Max, а высокодетализированные объекты создают в ZBrush.

Пользовательский опыт UX (User Experience) и взаимодействие человек-машина HCI (Human-Computer Interaction)

Технология VR предъявляет серьезные требования к комфорту пользователя такого приложения, например, все меню размещаются в world-space на дистанции примерно 1,2 м, элементы интерфейса делают крупнее, чем в

играх для персонального компьютера, перемещение по сцене ограничивают безопасными скоростями или телепортом. Разработчик должен знать причины кибертошноты, уметь измерять ускорения головы и рук, пользоваться опросниками SSQ и проводить A/B-тесты, чтобы доказать, что новые решения действительно уменьшают нагрузку.

Сетевое взаимодействие

Сетевая коммуникация нескольких пользователей в одной виртуальной среде предусматривает: синхронизацию действий потребителей в реальном времени, обмен данными между пользователями, организацию пространств для взаимодействия.

Синхронизация действий участниками в реальном времени предполагает, что, если один пользователь бросает виртуальный мяч, то у всех остальных должна обновляться его траектория, вращение и эффекты столкновений в настоящем времени.

Обмен данными между пользователями предполагает отправку друг другу сообщений.

Организация пространств для взаимодействия включает разработку программных серверов и комнат, где пользователи могут виртуально взаимодействовать.

Для реализации сетевой инфраструктуры в многопользовательских VR-приложениях используются различные архитектуры:

1. Клиент-серверная, где пользователи обмениваются данными с сервером, который координирует действия всех. Для реализации используются WebSockets, которые позволяют передавать данные между клиентом и сервером в режиме реального времени.

2. Peer-to-Peer (P2P), в которой каждый пользователь выполняет функции клиента и сервера одновременно.

3. Готовые SDK и сетевые библиотеки, например, Photon Pun 2 и Unity Netcode for GameObjects, которые поддерживают VR и сетевые возможности.

Итак, если программа предусматривает совместную работу нескольких пользователей, разработчик должен:

- понимать клиент-серверную архитектуру и адресацию, а также сетевое программирование;
- понимать, как правильно синхронизировать данные между игроками с помощью Network Variables и RPC-вызовов (ServerRpc и ClientRpc). В каких ситуациях использовать каждый механизм, как уменьшать объём передаваемых данных и контролировать частоту отправки сетевых сообщений, чтобы не перегружать сетевое соединение;

- реализовывать авторитет (authority) на нужной стороне, чтобы предотвратить нарушение правил;

- понимать и уметь реализовывать основы предсказаний (prediction) и компенсации задержек, особенно при синхронизации рук и коллизионно-критичных объектов.

Без этих знаний и умений аватары в сетевой многопользовательской системе виртуальной реальности будут фрагментированы, а взаимодействие объектов – расходиться по разным копиям игрового мира VR-приложения.

Оптимизация проекта виртуальной реальности

Оптимизация рендеринга VR-проекта требуется для обеспечения эффективной работы в реальном времени без задержек и сбоев.

Для оптимизации рендеринга в таких программах важно учитывать особенности оборудования, в частности: мощность и загруженность процессоров GPU и CPU, объем оперативной памяти, технические возможности гарнитур виртуальной реальности, которые могут значительно влиять на процесс рендеринга: более высокие разрешения дисплеев и более высокая частота обновления требуют более мощного оборудования.

При разработке VR-приложения каждому кадру на мобильном XR-шлеме отводится определенное количество микросекунд (примерно 11). Поэтому разработчик должен уметь считать метрики в Unity Profiler или Unreal Insights, применять batching, occlusion culling, fixed foveated rendering, выявлять «узкие места» через Render Doc или встроенный GPU-профайлер и совершенствовать (оптимизировать) программный код.

Пространственный звук

Разработчик таких приложений должен обладать компетенциями в области работы с пространственным звуком. Среда FMOD, Steam Audio или Wwise со встроенным spatializer позволяют добавлять HRTF-панораму, стереоэффект, ориентируясь на реальные размеры виртуального помещения. Точные аудио-подсказки сильно повышают чувство присутствия и помогают навигации без лишних визуальных индикаторов.

Процесс разработки, версионирование и непрерывная интеграция

Опыт разработки авторских программ показывает, что разработка больших программных приложений невозможна без применения систем версионирования программного кода, типа Git + Git-LFS или Plastic SCM, которые решают проблему больших бинарных файлов. CI (GitHub Actions, Azure Pipelines и др.) автоматически собирая проект позволяют тестировать новые изменения на реальном устройстве.

Разработка больших приложений виртуальной реальности эффективна при командной разработке. Часто при разработке данных программ применяют гибкие методологии. В частности, например, Agile-подход с двухнедельными спринтами и spike-прототипами помогает раньше выявлять UX-неудачи, а тест-день в конце спринта превращает «ощущения» в измеримые значения - время прохождения, процент отказов, показатели комфорта и т.д.

Таким образом, перечень технологий для успешной разработки систем виртуальной реальности представлен следующими группами: оборудование для VR-приложений, специальные программные среды разработки, языки программирования, 2D, 3D графика и моделирование, разработка удобных и безопасных программ с использованием виртуальной реальности, сетевые технологии, особенности оптимизации VR-приложений для аппаратной составляющей и пользователей, эффекты пространственного звучания, процесс разработки, версионирование и интеграция.

Анализируя процесс подготовки инженеров-программистов направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, в частности, образовательную программу «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» ШГПУ 2023 года видим, что большая часть необходимых к освоению технологий находит отражение в рабочих программах различных дисциплин подготовки. Технологии виртуальной реальности имеют много общих базовых основ, пересекающихся с разработкой программного обеспечения в целом (языки программирования, технологии разработки программного обеспечения и т.п.), однако есть в перечне выделенных технологий специфичные, присущие только технологиям VR (аппаратный состав, специальные среды, вопросы оптимизации и удобства эксплуатации программного обеспечения и т.п.).

Вопросы эксплуатации оборудования для VR, мониторинг загруженности оборудования частично затрагиваются в рамках дисциплины «Архитектура компьютера и периферийные устройства», однако данная дисциплина в рамках учебного плана реализуется в последнем 8 семестре. Программные инструменты для оценки загруженности процессоров GPU и CPU, оперативной памяти, технические возможности VR-гарнитуры при оптимизации рендеринга VR-проекта к 8 семестру уже должны быть изучены.

Основа VR разработки программные платформы game engine: Unity, Unreal engine, Godot engine. В рамках дисциплин учебного плана не находим соответствующей тематики и данные технологии отнесем к специфическим,

имеющим отношение только к системам виртуальной реальности.

Наиболее распространенные специальные программные платформы для VR-разработки Unity и Unreal Engine подразумевают владение разработчиком языков программирования C# (CSharp) и C++ соответственно. Понимание парадигмы объектно-ориентированного программирования (ООП) и ее реализации в Unity и Unreal Engine. Анализируя учебный план, находим дисциплины «Программирование» и «Производственный практикум». Изучение ООП предполагается в рамках дисциплины «Программирование» и языка программирования free Pascal, что для изучения основ ООП вполне оправдано и достаточно для понимания и реализации VR проектов. В рабочей программе дисциплины «Производственный практикум» предполагается подробное изучение языка программирования C и C++, языки C# (CSharp) и C++ являются подобными, имея схожий синтаксис с языком C. Вместе с тем, в рамках этой же дисциплины, для успешной реализации сетевых взаимодействий программных систем предполагается изучение сокетов.

В целом предполагаемый объем изучения принципов ООП и языков программирования достаточен для успешной разработки многопользовательских VR-приложений.

В учебном плане предусмотрена дисциплина «3D моделирование», которая относится к обязательной части образовательной программы, входит в модуль «Информатика» и реализуется в 7 семестре. В рамках данной дисциплины планируется изучение 3D редакторов MagicaVoxel, Blender, Компас 2D и 3D. Изучение моделирования в данных редакторах достаточно для успешной разработки моделей их импорта в Unity или Unreal.

Пользовательский опыт (UX) и взаимодействие человек-машина (HCI) тематически частично схожи с дисциплинами «Web-дизайн» или «Человеко-машинное взаимодействие», но в учебном плане подготовки инженера-программиста направлений 09.03.01 ШГПУ подобные дисциплины отсутствуют. В тоже время, изучая психологические аспекты применения технологий VR (В.В. Селиванов, Л.Н. Селиванова [20, 21], А.Ю. Уварова, Э.Г. Хозе, С.С. Бекназарова) и опыт разработки [5, 18, 19] требования к программам с использованием виртуальной реальности в области UX и HCI довольно высокие. От следования этим требованиям напрямую зависит удобство, комфорт и безопасность эксплуатации разрабатываемого приложения пользователем. Технологические особенности разработки VR-приложений, отвечающих

требованиям области UX и HCI относятся к группе специфических, имеющих отношение только к системам виртуальной реальности.

Сравнивая тематику рабочих программ дисциплин, изучающих компьютерные сети и сетевое взаимодействие, в частности, «Монтаж и настройка локальных сетей», «Гетерогенные сети», «Производственный практикум», видим всесторонний охват вопросов сетевого администрирования и программирования. Однако частные вопросы разработки многопользовательских VR-приложений, специализированные сетевые библиотеки Photon Pun 2 и Unity Netcode for GameObjects и некоторые другие требуют внимания, но не входят в тематику дисциплин, изучающих сети и сетевое взаимодействие.

Вопросы оптимизации VR-проектов и их отладки отнесем к частным вопросам, имеющим отношение только к VR-оборудованию и программным проектам, разрабатываемым для этого оборудования.

При создании программ виртуальной реальности пространственный звук повышает чувство присутствия, большего погружения в виртуальный мир и помогает в навигации. Анализ учебного плана и рабочих программ дисциплин не выявил тематики, связанной с изучением пространственного звука, специального ПО для работы с ним, типа Steam Audio или Wwise. Таким образом, данную тематику следует отнести к частной, касающейся разработки VR-проектов.

Процесс разработки больших программных приложений невозможен без применения систем версионирования программного кода, без командной разработки, без применения гибкие методологии. Все эти вопросы всесторонне раскрываются в рамках дисциплины «Технологии разработки программного обеспечения».

Процесс разработки больших программных приложений невозможен без применения систем версионирования программного кода, командной разработки и применения гибких методологий. Все эти вопросы всесторонне раскрываются в рамках дисциплины «Технологии разработки программного обеспечения».

Итак, подводя итог анализа проблемы подготовки инженеров-программистов к разработке VR-приложений в будущей профессиональной деятельности, отметим следующее:

1. Обзор источников литературы последних пяти лет по тематике исследования проявляет опыт применения технологий виртуальной реальности в различных сферах жизнедеятельности на основе существующих программных разработок, также встречаются публикации, отражающие опыт разработки

программ виртуальной реальности, при этом системных разработок по подготовке инженеров-программистов к разработке VR-приложений встречается крайне мало.

2. В процессе разработки однопользовательских и многопользовательских VR-проектов на Unity и UE, с последующим анализом был определен перечень необходимых для успешной разработки таких проектов технологий и тематик.

3. Все определенные для успешного создания программ виртуальной реальности технологии разделены на группы: оборудование для VR, языки программирования (CSharp / C++), программные платформы для разработки приложений виртуальной реальности (Unity / UE / Godot), сетевое взаимодействие, человеко-машинное взаимодействие (UX и HCI), 3D графика и моделирование, оптимизация VR приложений, пространственный звук и технологии разработки систем виртуальной реальности.

4. Анализируя учебный план и рабочие программы дисциплин направлений 09.03.01 и 09.03.03 ШГПУ, мы выявили, что 3D графика и моделирование, а также технологии разработки

приложений с использованием виртуальной реальности, тематически в полной мере изучаются в рамках дисциплин «3D моделирование» и «Технологии разработки программного обеспечения» соответственно. По этим тематикам отсутствуют тематические и технологические дефициты в подготовке будущих инженеров-программистов для успешной разработки VR приложений в дальнейшей профессиональной деятельности. При этом остальные технологии разделяются на две группы: частично изучаемые в рамках дисциплин и отсутствующие, которые отнесем к дефицитам. К технологическим дефицитам относятся программные платформы для разработки таких программ (Unity / UE / Godot), человеко-машинное взаимодействие (UX и HCI), оптимизация VR приложений, пространственный звук. Языки программирования, объектно-ориентированное программирование, оборудования VR и вопросы сетевого взаимодействия имеют тематические дефициты, при этом, значительная часть тематик по данным технологическим группам предусмотрена учебным планом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аванесян, Е. А. Технологии VR и AR в корпоративном обучении и управлении проектами / Е. А. Аванесян, М. А. Игошева. – Текст : непосредственный // Наука и молодые учёные : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 08 янв. 2025 г. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 49–52.
2. Белодед, Н. И. Технологии программирования в области расширенной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) / Н. И. Белодед, К. Г. Демиденко. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы научных исследований: теоретические и практические аспекты : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч., Казань, 12 дек. 2023 г. – Уфа : ООО "Омега сайнс", 2023. – С. 64–66.
3. Гопанцов, Д. Н. Использование технологий дополненной и виртуальной реальности (AR и VR) для обучения инженеров: преимущества и перспективы / Д. Н. Гопанцов, А. О. Усачева, А. А. Букин. – Текст : непосредственный // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы VIII Междунар. науч. конф. В 4 ч., Красноярск, 24–27 сент. 2024 г. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024. – С. 121–125.
4. Гордиевских, В. М. Разработка и применение VR- приложений в процессе подготовки будущих инженеров-программистов / В. М. Гордиевских, В. Н. Аскаров, М. В. Подкоморный. – Текст : электронный // Учёные записки Шадринского государственного педагогического университета : сетевой науч. журн. – 2024. – № 4 (6). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-primenenie-vr-prilozheniy-v-protseesse-podgotovki-buduschih-inzhenerov-programmistov>.
5. Гордиевских, В. М. Применение технологий виртуальной реальности в процессе профессиональной подготовки будущих инженеров-программистов / В. М. Гордиевских, Н. В. Ипполитова. – Текст : непосредственный // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 93–102.
6. Доценко, Ю. В. Возможности VR-технологий в процессе подготовки инженеров путей сообщения / Ю. В. Доценко, А. В. Бауэр. – Текст : непосредственный // Инновационные процессы в современном образовании: от идеи до практики : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. с использованием дистанц. технологий, Ярославль, 21 февр. 2023 г. – Ярославль : ООО "Цифровая типография", 2023. – С. 43–45.
7. Зунин, А. А. VR-программа для обучения инженеров устройству и эксплуатации сельскохозяйственной техники / А. А. Зунин. – Текст : непосредственный // Сборник трудов, приуроченных к 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 г. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 118–121.
8. Ипполитова, Н. В. Методологические основания профессиональной подготовки будущих инженеров – программистов с применением VR технологий / Н. В. Ипполитова, В. М. Гордиевских. – Текст : непосредственный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2024. – № 2(62). – С. 106–110.

9. Ипполитова, Н. В. Сущность и структура процесса профессиональной подготовки будущего программиста / Н. В. Ипполитова, В. М. Гордиевских. – Текст : непосредственный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2024. – № 3(63). – С. 193–199.
10. Константинова, Л. В. Использование VR-технологий для обучения операторов сложной лесной техники правилам безопасного труда / Л. В. Константинова. – Текст : непосредственный // 3D технологии в решении научно-практических задач : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Красноярск, 28 мая 2024 г. – Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2024. – С. 75–79.
11. Макаров, П. А. Обучение персонала нефтегазовой промышленности с помощью VR-тренажера для повышения эффективности ремонта магистральных трубопроводов / П. А. Макаров. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 116-18. – С. 97–100.
12. Морозов, А. А. Разработка VR-приложения для обучения сотрудников вагоноремонтного депо / А. А. Морозов, Д. В. Соловьев. – Текст : непосредственный // Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем : материалы Всерос. молодеж. науч.-практ. конф., Барнаул, 20 нояб. 2024 г. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2024. – С. 71–76.
13. Осипов, В. С. Тестирование VR-приложения «Виртуальный мир профессий: «Инженер-нефтяник» / В. С. Осипов, Р. Э. Асланов. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 1. – С. 129–131.
14. Печенкина, А. В. Реализация потенциала VR/AR технологий в обучении горных инженеров / А. В. Печенкина, В. С. Осипов. – Текст : непосредственный // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика : сб. науч. ст. VI Междунар. науч. форума. В 2 томах, Москва, 21 марта 2024 г. – Москва : Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2024. – С. 74–79.
15. Подулыбина, О. И. Перспективы применения технологий дополненной и виртуальной реальности в профориентационной деятельности вузов / О. И. Подулыбина. – Текст : непосредственный // Цифровые технологии: настоящее и будущее : сб. ст. по материалам III Национальной науч.-практ. конф. с междунар. участием, Тольятти, 13 нояб. 2024 г. – Тольятти : Тольяттинская академия управления, 2024. – С. 120–127.
16. Применение VR-технологий в учебном процессе инженера-электрика: тренажер оперативных переключений на подстанции 110/10 кв / Ю. П. Юренков, А. А. Митяев, В. В. Разин, А. С. Антипкин. – Текст : непосредственный // Интеллект : сб. ст. II Междунар. конкурса молодых учёных, Пенза, 15 апр. 2025 г. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 13–18.
17. Рыжкова, И. Е. Применение интерактивных технологий в современном обучении / И. Е. Рыжкова, А. Г. Ардасенов. – Текст : непосредственный // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2023. – № 4(48). – С. 87–92.
18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024665540 Российская Федерация. Знакомство с виртуальной реальностью : № 2024663176 : заявл. 11.06.2024 : опубл. 02.07.2024 / В. М. Гордиевских, В. Н. Аскаров, М. В. Подкоморный ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Шадринский государственный педагогический университет». – URL: <https://shspu.ru/struktura-universiteta/vc/programmnoe-obespechenie/>. – Текст : электронный.
19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024666724 Российская Федерация. PC Building VR / «Собери компьютер» : № 2024662896 : заявл. 07.06.2024 : опубл. 16.07.2024 / В. М. Гордиевских, В. Н. Аскаров, М. В. Подкоморный ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Шадринский государственный педагогический университет». – URL: <https://shspu.ru/struktura-universiteta/vc/programmnoe-obespechenie/>. – Текст : электронный.
20. Селиванов, В. В. Виртуальная реальность как метод и средство обучения / В. В. Селиванов, Л. Н. Селиванова. – Текст : электронный // ОТО. – 2014. – № 3. – <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kakmetod-i-sredstvo-obucheniya> (дата обращения: 08.10.2024).
21. Селиванов, В. В. Психология виртуальной реальности / под ред. В. В. Селиванова. – Смоленск : Изд-во СмолГУ, 2015. – 152 с. – Текст : непосредственный.

REFERENCES

1. Avanesian, E. A. and Igosheva, M. A. (2025), 'VR and AR technologies in corporate training and project management', *Science and Young Scientists : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*, Penza, 08 Jan. 2025, Penza : Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.), pp. 49–52. (in Russian)
2. Beloded, N. I. and Demidenko, K. G. (2023), 'Programming technologies in the field of augmented reality (AR) and virtual reality (VR)', *Actual problems of scientific research: theoretical and practical aspects : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*. At 2 a.m., Kazan, December 12, 2023, Ufa : Omega Sciences LLC., pp. 64–66. (in Russian)
3. Gopantsov, D. N., Usacheva, A. O. and Bukin, A. A. (2024), 'Using augmented and virtual reality (AR and VR) technologies for training engineers: advantages and prospects', *Informatization of education and e-learning methods: digital technologies in education* : proceedings of the VIII International Scientific Conference. At 4 a.m., Krasnoyarsk, September 24-27, 2024, Krasnoyarsk : Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev., pp. 121–125. (in Russian)
4. Gordievskikh, V. M., Askarov, V. N. And Podkomornyi, M. V. (2024), 'Development and application of VR applications in the process of training future software engineers', *Scientific Notes of Shadrinsk State Pedagogical University*

[online], no. 4 (6), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-primenenie-vr-prilozheniy-v-protsesse-podgotovki-buduschih-inzhenerov-programmistov>. (in Russian)

5. Gordievskikh, V. M. and Ippolitova, N. V. (2024), 'The use of virtual reality technologies in the professional training of future software engineers', *SUSU Bulletin. The series "Education. Pedagogical sciences"*, Vol. 16, no. 4, pp. 93–102. (in Russian)
6. Dotsenko, Iu. V. and Bauer, A. V. (2023), 'The possibilities of VR technologies in the process of training railway engineers', *Innovative processes in modern education: from idea to practice : proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. using Remote Technologies*, Yaroslavl, February 21, 2023, Yaroslavl : Digital Printing Company,, pp. 43–45. (in Russian)
7. Zunin, A. A. (2024), 'VR program for training engineers in the design and operation of agricultural machinery', *Proceedings dedicated to the 77th All-Russian Student Scientific and Practical Conference*, Moscow, March 12-14, 2024, Moscow : Russian State Agrarian University,, pp. 118–121. (in Russian)
8. Ippolitova, N. V. and Gordievskikh, V. M. (2024), 'Methodological foundations of professional training of future software engineers using VR technologies', *Journal of Shadrinsk State Pedagogical University*, no. 2(62), pp. 106–110. (in Russian)
9. Ippolitova, N. V. and Gordievskikh, V. M. (2024), 'The Essence and Structure of the future Programmer's Professional Training Process', *Journal of Shadrinsk State Pedagogical University*, no. 3(63), pp. 193–199. (in Russian)
10. Konstantinova, L. V. (2024), 'The use of VR technologies for training operators of complex forest equipment in safe work rules', *3D technologies in solving scientific and practical problems : collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference*, Krasnoyarsk, May 28, 2024, Krasnoyarsk : Siberian State University of Science and technology to them. Academician M.F. Reshetnev, pp. 75–79. (in Russian)
11. Makarov, P. A. (2024), 'Training of personnel in the oil and gas industry using a VR simulator to improve the efficiency of main pipeline repairs', *Trends in the development of science and education*, no. 116-18, pp. 97–100. (in Russian)
12. Morozov, A. A. and Solovyev, D. V. (2024), 'Development of a VR application for training employees of a car repair depot', *Software and hardware support for automated systems : materials by Vsros. Thank you. scientific and practical conference*, Barnaul, November 20, 2024, Barnaul : Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, pp. 71–76. (in Russian)
13. Osipov, V. S. and Aslanov, R. E. (2024), 'Testing of the VR application "Virtual world of professions: Oil Engineer"', *Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region*, no. 1, pp. 129–131. (in Russian)
14. Pechenkina, A. V. and Osipov, V. S. (2024), 'Realizing the potential of VR/AR technologies in the training of mining engineers', *A step into the future: artificial intelligence and the Digital economy : collection of scientific Articles VI International Scientific the forum*. In 2 volumes, Moscow, March 21, 2024, Moscow : Plekhanov Russian University of Economics, pp. 74–79. (in Russian)
15. Podulybina, O. I. (2024), 'Prospects for the use of augmented and virtual reality technologies in the career guidance activities of universities', *Digital technologies: present and future : collection of articles based on the materials of the III National Scientific and Practical Conference with International Moscow, Tolyatti, November 13, 2024, Tolyatti : Tolyatti Academy of Management*, pp. 120–127. (in Russian)
16. Iurenkov, Iu. P., Mitiaev, A. A., Razin, V. V. et al. (2025), 'The use of VR technologies in the educational process of an electrical engineer: simulator of operational switching at a 110/10 kV substation', *Intellect : collection of art. II International. Competition of Young Scientists*, Penza, April 15, 2025 Penza : Science and Education, pp. 13–18. (in Russian)
17. Ryzhkova, I. E. and Ardasenov, A. G. (2023), 'The use of interactive technologies in modern education', *Information Technologies and systems: management, economics, transport, law*, no. 4(48), pp. 87–92. (in Russian)
18. Gordievskikh, V. M., Askarov, V. N. and Podkomornyi, M. V. (2024), *Certificate of state registration of the computer program No. 2024665540 Russian Federation. Introduction to virtual reality : No. 2024663176 : application 11.06.2024 : published 02.07.2024, applicant Shadrinsk State Pedagogical University [online], available at: <https://shspu.ru/struktura-universiteta/vc/programmnoe-obespechenie/>. (in Russian)*
19. Gordievskikh, V. M., Askarov, V. N. and Podkomornyi, M. V. (2024), *Certificate of state registration of the computer program No. 2024666724 Russian Federation. PC Building VR / "Assemble a computer" : No. 2024662896 : application 07.06.2024 : published 16.07.2024, applicant Shadrinsk State Pedagogical University [online], available at: <https://shspu.ru/struktura-universiteta/vc/programmnoe-obespechenie/>. (in Russian)*
20. Selivanov, V. V. and Selivanova, L. N. (2014), 'Virtual reality as a method and means of learning', *GRT [online]*, no. 3, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kakmetod-i-sredstvo-obucheniya> [Accessed 08.10.2024]. (in Russian)
21. Selivanov, V. V. (2015), *Psychology of Virtual Reality*, Smolensk : SmolGU Publishing House, 152 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

В.М. Гордиевских, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры программирования и автоматизации бизнес-процессов, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: v_gordiev@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8527-9818.

В.Е. Павлов, магистрант группы 231М, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: v.e.pavlov2@mail.ru, ORCID: 0009-0002-5413-3506.

М.В. Подкоморный, магистрант, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: m.podkomornyy@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4000-0722.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

V.M. Gordievskikh, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor, Department of Programming and Networking Technologies, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: v_gordiev@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8527-9818.

V.E. Pavlov, Master's Student, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: v.e.pavlov2@mail.ru, ORCID: 0009-0002-5413-3506.

M.V. Podkorny, Master's Student, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: m.podkomorny@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4000-0722.