

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ,
КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ/MATHEMATICAL SOFTWARE FOR COMPUTERS,
COMPLEXES AND COMPUTER NETWORKS**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130>

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ**

Научная статья

Ольховая А.М.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0001-5340-1436;

¹ Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

¹ ООО «ВР Концепт», Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nas-tya92[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлена функциональная модель интеллектуальной системы обучения, основанная на использовании технологий виртуальной реальности для образовательных платформ. Разработанная система позволяет создавать интерактивные учебные среды, в которых преподаватели и студенты могут работать с 3D-моделями в многопользовательском режиме. Описаны ключевые компоненты системы, включая веб-приложение для управления курсами, автоматизированные скрипты для экспорта моделей в виртуальную реальность и программное обеспечение для совместной работы. Приведены алгоритмы взаимодействия студентов и преподавателей с виртуальными объектами, а также методы адаптации учебных материалов на основе анализа данных о действиях студентов. Экспериментальная оценка системы продемонстрировала её эффективность в улучшении качества обучения и вовлеченности студентов.

Ключевые слова: интеллектуальная система обучения, виртуальная реальность, образовательные платформы, 3D-модели, многопользовательский режим, автоматизация, взаимодействие студентов и преподавателей, программное обеспечение VR Concept, адаптивное обучение, машинное обучение.

**FUNCTIONAL MODEL OF AN INTELLIGENT TRAINING SYSTEM BASED ON VIRTUAL REALITY
TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PLATFORMS**

Research article

Olkhovaya A.M.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0001-5340-1436;

¹ Moscow City University, Moscow, Russian Federation

¹ LLC "VR Concept", Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (nas-tya92[at]mail.ru)

Abstract

The article presents a functional model of an intelligent learning system based on the use of virtual reality technologies for educational platforms. The developed system allows creating interactive learning environments in which teachers and students can work with 3D models in multi-user mode. The key components of the system are described, including a web application for course management, automated scripts for exporting models to virtual reality, and software for collaboration. Algorithms for student and teacher interaction with virtual objects are presented, as well as methods for adapting teaching materials based on analysis of student activity data. Experimental evaluation of the system has demonstrated its effectiveness in improving the quality of teaching and student engagement.

Keywords: intelligent learning system, virtual reality, educational platforms, 3D models, multi-user mode, automation, student-teacher interaction, VR Concept software, adaptive learning, machine learning.

Введение

Современные образовательные технологии стремительно развиваются в направлении создания интерактивных и адаптивных систем обучения. Виртуальная реальность (VR) становится одной из ключевых технологий, способных значительно повысить эффективность образовательных процессов, благодаря своей способности создавать иммерсивную среду, в которой учащиеся могут непосредственно взаимодействовать с объектами и моделями. Интеллектуальные системы обучения на основе технологий искусственного интеллекта (ИИ) и виртуальной реальности способны обеспечить индивидуализированный подход к каждому учащемуся, адаптируя учебные материалы и задания в зависимости от его прогресса и особенностей восприятия.

Актуальность исследования заключается в необходимости разработки эффективных моделей обучения, которые используют возможности виртуальной реальности и ИИ для улучшения качества образовательных программ на цифровых платформах.

Степень разработанности темы исследования. На международном уровне разработку интеллектуальных обучающих систем ведут учёные из Европы, Азии и США. В их работах освещаются вопросы адаптации учебных траекторий, предиктивной аналитики, автоматической генерации заданий, а также технические аспекты иммерсивных решений. Среди исследователей, внёсших вклад в развитие этой области, следует назвать таких авторов, как Ян Сяоли,

К. Ниаз, И. Ван, Ли Цзин, Х. Гао, Динг Цзюнь, Сон Юй, Чун, Али Альмальки, Б. Зуфар, А. Муин, М. Мафарджа, Р. Сидхарана, Г. Гопакумар, Б. Альнасян, Б. Сендофф, У. Хэмминки-Рейонен и М. Заффар. Их исследования касаются как алгоритмической базы систем машинного обучения, так и вопросов построения адаптивных образовательных сред с применением трёхмерных технологий.

Отдельное направление составляют исследования, посвящённые цифровой педагогике и гуманитарным аспектам использования виртуальных образовательных платформ. Здесь значимы работы таких учёных, как Х. Дифес-Дакс, Ф. Марбути, Э. Евангелиста, и К.С. Савита, где рассматриваются вопросы мотивации, вовлечённости и когнитивной нагрузки при использовании интеллектуальных систем.

Российская научная школа также активно развивается в этом направлении. Базу для исследований составили труды учёных, работающих в сфере цифрового образования, искусственного интеллекта и проектирования интерактивных обучающих систем.

Среди отечественных исследователей необходимо выделить О.Н. Ромашкову, Е.Д. Ромашкову, М.Г. Жабицкого, В.М. Мамедова, В.Е. Самойлова, И.П. Василюк, А.И. Каптерева, Л.А. Пономареву, Т.Н. Ермакову, Е.В. Орехову, Я.В. Захарова, Е.Н. Павличеву, В.А. Жильцова, Ф.О. Федина, С.В. Чискидова, А.Н. Белякову, В.С. Заболотникову, П.Ф. Кубрушко, Л.И. Назарову, А.С. Симана, Н.О. Рачеева, С.А. Кулака, А.С. Новикову, А.Ю. Шаманина, В.В. Конькова, А.С. Смирнова, К.А. Фадеева, Т.А. Аликовскую, А.В. Тумялиса, К.С. Голохваста, А.Б. Замчалова, С.Г. Бурлуцкого, Ю.Ф. Матасова и С. Хайкина.

Работы этих авторов охватывают широкий спектр задач — от построения цифровых платформ и систем управления обучением до разработки обучающих интерфейсов и анализа поведенческих данных обучающихся. Многие из них связаны с научной школой МГПУ, Института цифрового образования и активно участвуют в реализации прикладных проектов.

Несмотря на большой объём накопленных знаний, существует очевидный дефицит комплексных исследований, направленных на интеграцию алгоритмов машинного обучения с технологиями виртуальной реальности в рамках единой архитектуры. Настоящая работа восполняет этот пробел, формируя теоретические и практические основы создания адаптивной, интеллектуальной, визуально-насыщенной обучающей среды.

Целью исследования является повышение эффективности функционирования современных образовательных платформ при помощи создания функциональной модели интеллектуальной системы обучения, которая интегрирует технологии виртуальной реальности и искусственного интеллекта для образовательных платформ. Модель направлена на создание интерактивной обучающей среды, где преподаватели могут объяснять сложные технические объекты с помощью 3D-моделей, а студенты — взаимодействовать с ними в многопользовательском режиме, углубляя свои знания и навыки через активное участие в процессе.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующих образовательных систем, использующих виртуальную реальность и искусственный интеллект, для выявления их преимуществ и недостатков.
2. Разработать архитектуру функциональной модели интеллектуальной системы обучения с интеграцией веб-приложения, генерации 3D-моделей и их использования в виртуальной среде.
3. Определить ключевые функциональные модули системы, такие как генерация 3D-моделей, управление курсами и многопользовательское взаимодействие в VR Concept.
4. Реализовать механизм взаимодействия преподавателей и студентов в многопользовательской среде, позволяющий разбирать и изучать сложные объекты на основе 3D-моделей в реальном времени.
5. Провести тестирование разработанной системы на практике, оценить её эффективность в образовательных процессах и выявить возможные пути её оптимизации и дальнейшего развития.

Объектом исследования являются системные связи и закономерности функционирования образовательных платформ, информационные потоки и программное обеспечение, связанные с поддержкой процессов обучения.

Предметом исследования являются модели и алгоритмы внедрения интеллектуальных систем машинного обучения с применением технологии виртуальной реальности для повышения эффективности функционирования образовательных платформ.

Научная новизна работы состоит в предложении уникальной функциональной модели интеллектуальной системы обучения, которая объединяет технологии ИИ и VR для решения задач интерактивного и адаптивного обучения.

Практическая значимость исследования заключается в возможности внедрения разработанной системы в различные образовательные платформы, что позволит улучшить качество обучения в различных дисциплинах, включая инженерные, технические и медицинские науки.

Методы и принципы исследования

Рассмотрим существующие решения исследователей по разработке и применению систем виртуальной реальности в обучении.

В статье Имберта рассматривается расширение классической структуры интеллектуальных систем обучения для применения в виртуальной реальности [1]. Основное внимание уделено интеграции многоагентных систем, что позволяет создать модульную и адаптируемую систему для обучения, где использование VR способствует более эффективному взаимодействию и повышению гибкости образовательных платформ.

Работа Ю Инлун описывает модель, которая объединяет технологии искусственного интеллекта и виртуальной реальности для создания интерактивной образовательной среды [2]. В исследовании предложены способы использования этих технологий для поддержки персонализированного обучения и повышения цифровой грамотности студентов, что позволяет улучшить образовательные процессы на онлайн-платформах.

В статье Ян обсуждается разработка интерактивной платформы на базе виртуальной реальности для онлайн-обучения инженерной графике [3]. В ней раскрываются технические детали создания платформы и использование VR

для повышения качества визуализации и взаимодействия студентов с моделями, что способствует лучшему усвоению учебного материала.

Статья Хоуселла предлагает модель, позволяющую различать виртуальные среды для обучения и тренировки [4]. Это важно для точной реализации образовательных целей в 3D-средах, что помогает в оптимизации систем обучения и подготовки на базе виртуальной реальности для конкретных образовательных и профессиональных задач.

Исследование Ин описывает создание интерактивной модели дистанционного обучения на основе технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности [5]. В статье представлено применение этой модели в обучении с акцентом на повышение интерактивности, вовлеченности студентов и улучшение образовательного опыта в удаленных форматах.

Наряду с зарубежными исследованиями, всё больше внимания привлекают и отечественные работы, посвященные применению технологий виртуальной реальности в образовании. Так, в статье В.М. Мамедова рассматривается использование VR-тренажеров на базе отечественного программного обеспечения. Автор отмечает, что VR открывает широкие возможности для наглядного и иммерсивного взаимодействия студентов с цифровыми объектами, однако процесс внедрения требует методологической проработки и интеграции в существующие образовательные системы, в частности LMS, а также организации эффективных каналов обратной связи с обучающимися.

Проблемы проектирования и внедрения VR-тренажёров анализируются в работе М.Г. Жабицкого, С.А. Кулак и А.С. Новиковой. Авторы показывают, что виртуальные тренажёры способны существенно повысить эффективность подготовки специалистов и снизить производственные издержки. При этом подчеркивается необходимость учитывать эргономические и психофизиологические факторы, а также прорабатывать сценарии обучения, чтобы минимизировать когнитивную нагрузку и обеспечить надежную обратную связь с пользователем.

Другой подход предложен в статье Е.Н. Павличевой и В.А. Жильцова, где описывается использование VR-платформ и цифровых двойников в управлении образовательными процессами. Авторы показывают, что такие технологии позволяют формировать индивидуальные образовательные траектории, связывать учебный процесс с запросами работодателей и прогнозировать результаты обучения в долгосрочной перспективе.

Особое внимание в литературе уделяется вопросам безопасности применения VR. В статье А.С. Смирнова, К.А. Фадеева, Т.А. Аликовской, А.В. Тумялиса и К.С. Голохваста отмечается, что, несмотря на преимущества, использование VR может быть связано с рисками. Среди них — усталость, укачивание, дезориентация, а также методические проблемы, например перегрузка или чрезмерное упрощение учебного материала. Авторы приходят к выводу, что внедрение VR должно проходить комплексно, с учётом технических, психолого-педагогических и социальных факторов.

Компоненты подобных систем включают несколько ключевых элементов, которые обеспечивают её работу, начиная от веб-приложения и заканчивая взаимодействием в виртуальной среде через VR Concept. Системы построены на основе интеграции различных технологий для автоматизации и взаимодействия пользователей с 3D-моделями [6].

Основные результаты

Веб-приложение — это основной инструмент, с помощью которого преподаватели могут управлять учебными курсами, загружать и генерировать 3D-модели, а студенты — подключаться к занятиям и участвовать в обучении. Важная часть системы — регистрация пользователей и доступ к личному кабинету, где преподаватели могут создавать курсы и загружать модели, а студенты просматривать учебные материалы и участвовать в интерактивных занятиях [7].

Код (на языке программирования Python) для регистрации пользователей на веб-приложении:

```
@app.route('/register', methods=['POST'])
def register():
    username = request.form['username']
    password = request.form['password']
    role = request.form['role'] # student or teacher
    hashed_password = generate_password_hash(password)
    new_user = User(username=username, password=hashed_password, role=role)
    db.session.add(new_user)
    db.session.commit()
    return redirect(url_for('login'))
```

Данный код реализует простую регистрацию пользователей с ролями преподавателя и студента [8]. После регистрации пользователи могут войти в систему и получить доступ к функционалу в зависимости от их роли.

Основная функция веб-приложения — генерация и загрузка 3D-моделей, которые затем используются в VR Concept. Например, преподаватель может сгенерировать модель двигателя и экспортить её в виртуальную среду [9].

Код для генерации 3D-модели и её экспорта:

```
@app.route('/generate_model', methods=['POST'])
def generate_model():
    query = request.form['query'] # Example: 'engine model'
    model = generate_3d_model(query) # Function that generates a model based on the query
```

```
model_path = save_model(model) # Save the model to a file
export_to_vr_concept(model_path) # Function that exports the model to VR Concept
return render_template('model_generated.html', model=model)
```

Здесь `generate_3d_model` — функция, которая отвечает за создание 3D-модели на основе текстового запроса, а `export_to_vr_concept` автоматически отправляет модель в VR Concept для последующего использования в занятии.

Скрипты для автоматизации обеспечивают плавное взаимодействие между веб-приложением и VR Concept [10]. Они запускают виртуальную сцену, подключают пользователей и обеспечивают синхронизацию взаимодействий с 3D-моделями. Например, при создании новой сессии автоматически запускается VR Concept, и пользователи подключаются к одной сцене [11].

Код для автоматического запуска VR-сессии:

```
def start_vr_concept(model_path, session_id):
    command = f"vr_concept --load {model_path} --session {session_id}"
    subprocess.run(command, shell=True) # Запуск VR Concept с моделью и уникальной сессией
```

Данный скрипт инициирует запуск VR Concept с загруженной моделью и создаёт уникальную сессию для преподавателя и студентов, обеспечивая им возможность взаимодействовать в реальном времени с 3D-объектами [12].

VR Concept предоставляет возможность взаимодействия с 3D-моделями в виртуальной реальности. Студенты и преподаватели могут разбирать сложные объекты, перемещать их части и изучать детали.

Взаимодействие компонентов системы построено на интеграции веб-приложения, автоматизационных скриптов и VR Concept, что обеспечивает пользователям плавное и синхронизированное участие в образовательном процессе с использованием виртуальной реальности. Каждый компонент выполняет свою функцию, при этом взаимодействие между ними автоматизировано для обеспечения эффективной работы системы [13].

Процесс начинается с веб-приложения, где преподаватели могут создавать учебные материалы и загружать 3D-модели. Студенты, в свою очередь, регистрируются в системе, получают доступ к курсам и занятиям, а также к 3D-моделям, которые будут использоваться в виртуальной реальности. Пример рабочего процесса начинается с момента, когда преподаватель генерирует или загружает 3D-модель через интерфейс веб-приложения [14].

Код (Python) для взаимодействия преподавателя с системой через веб-приложение:

```
@app.route('/create_course', methods=['POST'])
def create_course():
    course_name = request.form['course_name']
    model_path = request.form['model_path']
    new_course = Course(name=course_name, model_path=model_path)
    db.session.add(new_course)
    db.session.commit()
    return redirect(url_for('course_details', course_id=new_course.id))
```

В этом процессе преподаватель создаёт курс с указанием пути к 3D-модели, которая будет использоваться в виртуальной реальности. После создания курса автоматически запускается подготовка к экспорту модели в VR Concept с помощью скрипта автоматизации [15].

Далее подключаются скрипты для автоматизации, которые обеспечивают связь между веб-приложением и VR Concept. Когда преподаватель завершает создание курса и загружает 3D-модель, скрипт инициирует экспорт модели в VR Concept и создание сессии для многопользовательского взаимодействия [16].

Код (Python) для автоматического экспорта 3D-модели в VR Concept:

```
def export_to_vr_concept(model_path, session_id):
    command = f"vr_concept --export {model_path} --session_id {session_id}"
    subprocess.run(command, shell=True)
```

Данный скрипт обеспечивает автоматическую передачу модели в VR Concept. После того как модель экспортирована, создаётся уникальная VR-сессия, к которой подключаются преподаватель и студенты [17].

Когда преподаватель и студенты подключаются к VR-сцене, начинается многопользовательская работа с 3D-моделями. VR Concept предоставляет всем участникам возможность взаимодействовать с моделью в реальном времени.

Код (python) для подключения студентов и преподавателя к VR-сессии:

```

@app.route('/join_vr_session', methods=['POST'])
def join_vr_session():
    session_id = request.form['session_id']
    user_role = request.form['user_role'] # 'teacher' или 'student'
    command = f"vr_concept --join_session {session_id} --role {user_role}"
    subprocess.run(command, shell=True)
    return redirect(url_for('vr_session', session_id=session_id))

```

Данный код позволяет студентам и преподавателю подключаться к созданной VR-сессии, обеспечивая их доступ к совместной работе с моделью. При этом система автоматически управляет синхронизацией действий всех участников [18].

Во время сессии преподаватель использует VR Concept для демонстрации устройства объекта, а студенты могут взаимодействовать с моделью в режиме реального времени, разбирая её на части, перемещая элементы и изучая их функции. Это достигается за счёт того, что все изменения с моделью, такие как разборка или перемещение деталей, мгновенно отображаются для всех участников [19].

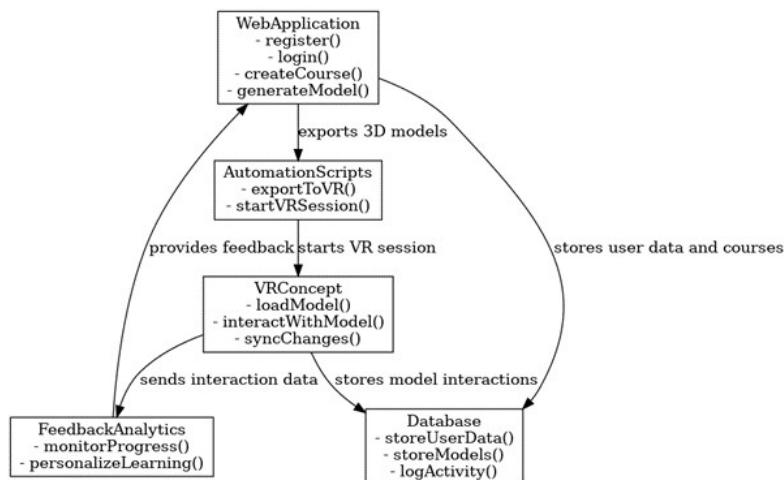


Рисунок 1 - Схема классов основных компонентов системы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.1>

WebApplication (веб-приложение) — отвечает за регистрацию пользователей, создание курсов и генерацию 3D-моделей [20].

AutomationScripts (скрипты автоматизации) — автоматизируют экспорт моделей в VR Concept и запуск сессий виртуальной реальности.

VRConcept (программное обеспечение VR Concept) — загружает 3D-модели, обеспечивает их взаимодействие и синхронизацию изменений между пользователями.

FeedbackAnalytics (аналитика и обратная связь) — анализирует прогресс студентов и персонализирует обучение.

Database (база данных) — хранит информацию о пользователях, курсах, 3D-моделях и взаимодействиях с моделями.

Скриншоты интерфейса веб-приложения представлены ниже.

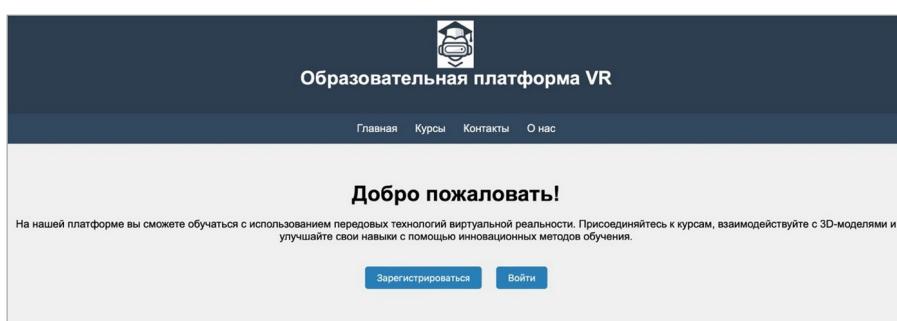


Рисунок 2 - Главная страница

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.2>

Регистрация

Имя

Фамилия

Логин

Пароль

Роль

Студент

Зарегистрироваться

Уже зарегистрированы?

Войти

Рисунок 3 - Страница регистрации/входа
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.3>

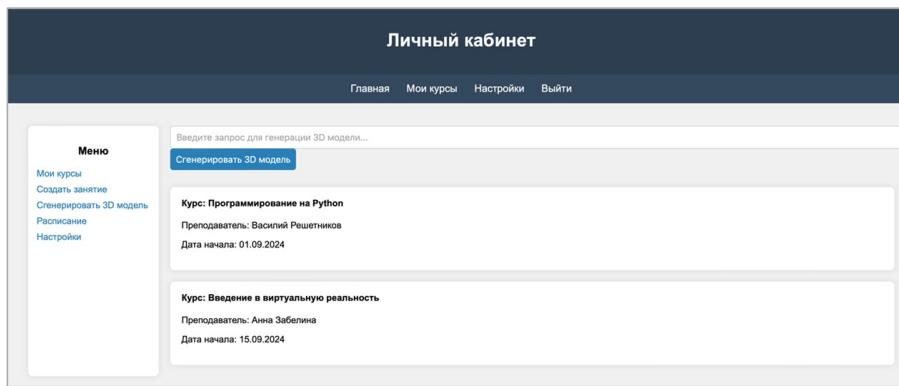


Рисунок 4 - Личный кабинет преподавателя
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.4>

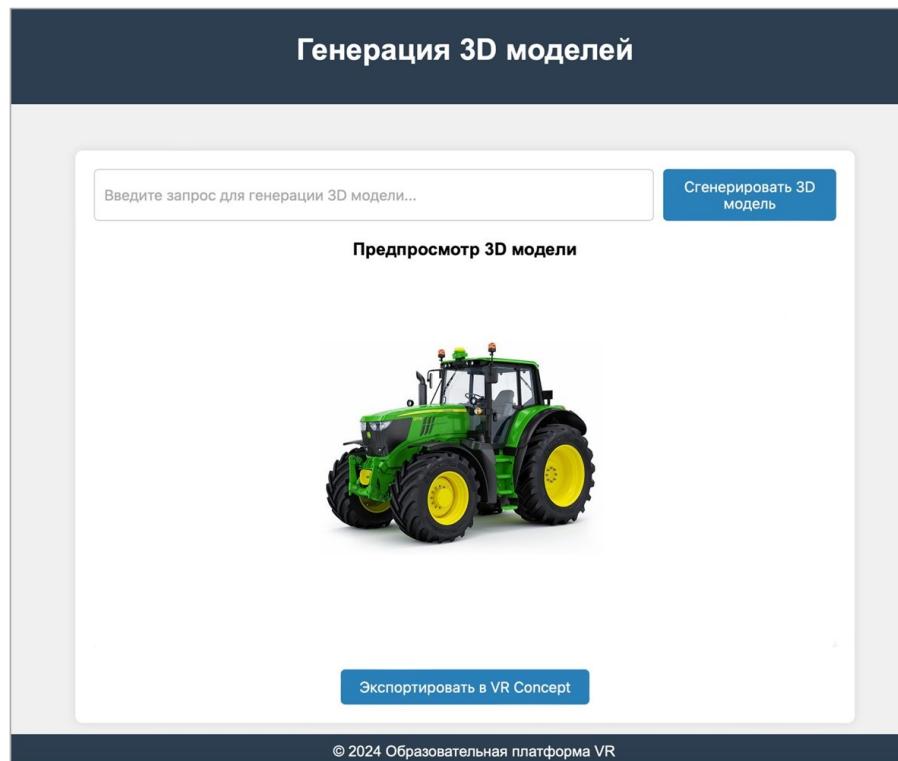


Рисунок 5 - Страница генерации 3D-моделей
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.5>

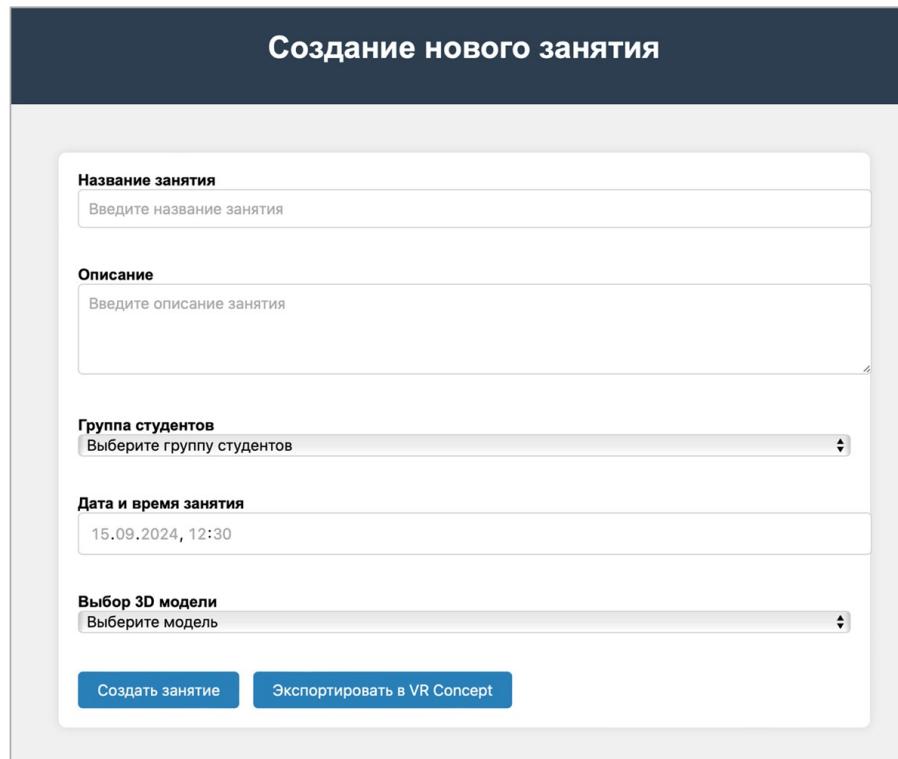


Рисунок 6 - Страница с занятиями (преподавательская версия)
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.6>

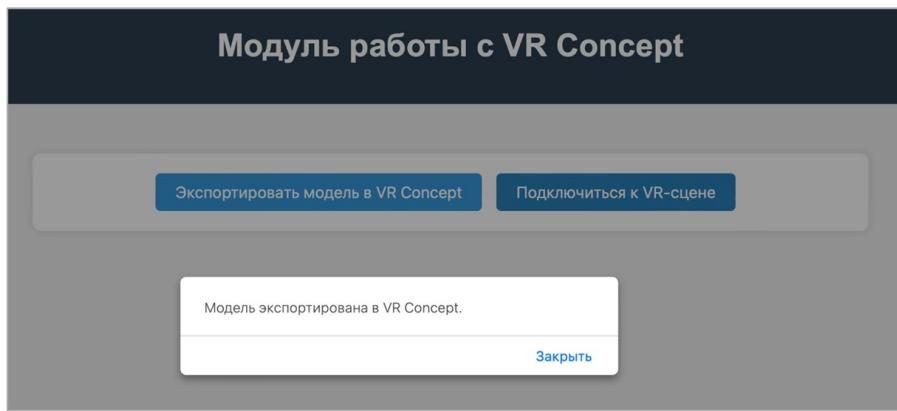


Рисунок 7 - Модуль работы с VR-Concept
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.130.7>

Обсуждение

Успешная генерация 3D-модели показала, что система способна быстро обрабатывать запросы и создавать модели высокой детализации для использования в образовательных целях. Это позволяет преподавателям эффективно подготавливать материалы для занятий, используя веб-приложение.

Экспорт модели в виртуальную среду VR Concept также прошёл успешно. Это свидетельствует о корректной работе скриптов автоматизации, которые обеспечивают передачу данных между веб-приложением и VR-платформой. Функциональность экспорта является ключевой для интеграции компонентов системы, так как именно через неё преподаватели и студенты получают доступ к интерактивным 3D-моделям в многопользовательской среде.

Тесты по подключению преподавателя и студентов к VR-сессии показали положительные результаты. Оба участника, студент и преподаватель, смогли подключиться к одной и той же сессии, что подтверждает функциональность многопользовательского режима. Возможность совместного взаимодействия с моделью в реальном времени является важной частью системы, так как это обеспечивает высокую степень вовлечённости студентов в процесс обучения.

Заключение

Разработанная функциональная модель интеллектуальной системы обучения с использованием технологии виртуальной реальности для образовательных платформ обладает высоким потенциалом для повышения качества образовательного процесса. В ходе работы удалось реализовать основные цели исследования, а именно создание системы, которая интегрирует веб-приложение для управления учебным процессом, автоматизированные скрипты для экспорта 3D-моделей в виртуальную реальность и VR-среду, обеспечивающую многопользовательское взаимодействие студентов и преподавателей.

В ходе тестирования система продемонстрировала успешную работу всех ключевых компонентов. Генерация 3D-моделей, их экспорт в VR-среду и подключение пользователей к общей сессии прошли успешно, что подтверждает возможность её практического применения в образовательных процессах.

В дальнейшем перспективы исследования могут включать расширение функциональных возможностей системы. Планируется улучшить персонализацию учебных траекторий с помощью более глубокого внедрения алгоритмов машинного обучения, что позволит ещё более точно адаптировать контент к потребностям студентов. Кроме того, дальнейшее развитие системы может включать поддержку большего количества форматов 3D-моделей, а также интеграцию с различными образовательными платформами для расширения её применения в других сферах образования.

Благодарности

Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), предоставивший финансирование в рамках программы поддержки научных проектов в области информационных технологий. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации в рамках программы «Приоритет-2030», направленной на развитие передовых образовательных технологий. Фонд «Сколково», поддерживающий инновационные проекты в сфере образования и цифровых технологий, включая VR и AI. Российская академия образования (РАО), предоставившая грантовую поддержку для исследований в области цифровизации образования.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The Russian Foundation for Basic Research (RFBR), which provided funding as part of a programme to support scientific projects in the field of information technology. The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, as part of the 'Priority-2030' programme, aimed at developing advanced educational technologies. The 'Skolkovo' Foundation, which supports innovative projects in the field of education and digital technologies, including VR and AI. The Russian Academy of Education (RAE), which provided grant support for research in the field of digitalisation of education.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Imbert R. A Multiagent Extension for Virtual Reality Based Intelligent Tutoring Systems / R. Imbert, L. Sánchez [et al.] // IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. — 2007. — DOI: 10.1109/ICALT.2007.23.
2. Yu Y. Informatization Growth Model of Artificial Intelligence Virtual Reality Technology Fusion Education / Y. Yinglong, T. Hao, H. Zhang [et al.] // International Conference on Artificial Intelligence of Things and Crowdsensing. — 2022. — DOI: 10.1109/AIoTCs58181.2022.00060.
3. Yang X. Research on the Application of Online Teaching Information Intelligent Interaction System Based on Virtual Reality Technology / X. Yang // International Conference on Computers, Information Processing and Advanced Education. — 2022. — DOI: 10.1109/CIPAE55637.2022.00076.
4. Housell M.D.S. A Model to Distinguish Between Educational and Training 3D Virtual Environments and its Application / M.D.S. Housell, E.L. Da Silva, M.R. Filho [et al.] // International Journal of Virtual Reality. — 2010. — URL: <https://ijvr.eu/article/download/2771/8829> (accessed: 15.09.2024).
5. Yin W. Artificial Intelligence Virtual Reality: Interactive Model for Distance Learning / W. Yin // Journal of Mathematics. — 2022. — URL: <https://downloads.hindawi.com/journals/jmath/2022/7099963.pdf> (accessed: 15.09.2024).
6. Agbo J. A UML Approach for Designing a VR-based Smart Learning Environment for Programming Education / J. Agbo, S. Oyelere, N. Bouali // IEEE Frontiers in Education Conference. — 2020. — DOI: 10.1109/FIE44824.2020.9273956.
7. Alpala L.O. Smart Factory Using Virtual Reality and Online Multi-User: Towards a Metaverse for Experimental Frameworks / L.O. Alpala, D.J. Quiroga-Parra, J. Torres [et al.] // Applied Sciences. — 2022. — Vol. 12, № 12. — DOI: 10.3390/app12126258.
8. Wen F. An OpenLab Platform with Virtual Experiment Learning System / F. Wen, D. Suo, M. Chen // IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content. — 2010. — DOI: 10.1109/ICNIDC.2010.5657990.
9. Qiu C. Design and Research of Distance Education Platform Based on Virtual Reality / C. Qiu, R. Yanfei // International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City. — 2015. — DOI: 10.1109/ICITBS.2015.78.
10. Housell M.D.S. A Model to Distinguish Between Educational and Training 3D Virtual Environments and its Application / M.D.S. Housell, E.L. Da Silva, M.R. Filho [et al.] // International Journal of Virtual Reality. — 2010. — Vol. 9, № 2. — DOI: 10.20870/ijvr.2010.9.2.2771.
11. Bhattacharjee D. An Immersive Learning Model Using Evolutionary Learning / D. Bhattacharjee, A. Paul, J. Kim // Computers and Electrical Engineering. — 2017. — DOI: 10.1016/j.compeleceng.2017.08.023.
12. Sanchez A. Design of Virtual Reality Systems for Education: A Cognitive Approach / A. Sanchez, J. Barreiro, V. Maojo // Education and Information Technologies. — 2000. — Vol. 5, № 4. — DOI: 10.1023/A:1012061809603.
13. Fang X. Learning and Control in Virtual Reality for Machine Intelligence / X. Fang, H. He, Z. Ni // International Conference on Intelligent Control and Information Processing. — 2012. — DOI: 10.1109/ICICIP.2012.6391478.
14. Lourdeaux D. Relevance of an Intelligent Tutorial Agent for Virtual Reality Training Systems / D. Lourdeaux, P. Fuchs, J.-M. Burkhardt // International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning. — 2002. — Vol. 12, № 5/6. — DOI: 10.1504/IJCEELL.2002.000430.
15. Sánchez L. Effective Student Assistance in Virtual Reality Based Intelligent Tutoring Systems / L. Sánchez, R. Imbert // IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. — 2007. — DOI: 10.1109/ICALT.2007.136.
16. Zhang X. A Framework of an Intelligent Education System for Higher Education Based on Deep Learning / X. Zhang, Z. Cao // International Journal of Emerging Technologies in Learning. — 2021. — Vol. 16, № 7. — DOI: 10.3991/ijet.v16i07.22123.
17. Wang Y. Design of a Virtual Reality-Based Learning System for Spoken English / Y. Wang, A. Mughaid // International Journal of Emerging Technologies in Learning. — 2022. — Vol. 17, № 24. — DOI: 10.3991/ijet.v17i24.35655.

18. Huang Y.-C. The Study of Virtual Reality Product Design in Education Learning / Y.-C. Huang, Y.-R. Chen // Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Technology in Education. — 2019. — DOI: 10.1145/3369199.3369207.
19. Zhang Q. Research of the Network Virtual Teaching Model Based on Agent Framework / Q. Zhang, Y. Yang, Z. Lin // International Conference on Education Technology and Computer. — 2010. — DOI: 10.1109/ICETC.2010.5529207.
20. Shen H. Development of an Educational Virtual Reality Training System for Marine Engineers / H. Shen, J.-d. Zhang, B. Yang // Computer Applications in Engineering Education. — 2019. — Vol. 27, № 3. — DOI: 10.1002/cae.22099.