

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной информатики

Выпускная квалификационная работа

На тему:

«Разработка распределённой системы "VREducation"»

Исполнитель

Белу
(подпись)

Беложенков А.А.
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

Яков
(подпись)

Яков Н.Н.
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

[подпись]
(подпись)

Т.А. Кизмазян
(фамилия, имя, отчество)

«03 06 2025» г.

Санкт-Петербург

2025

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Анализ предметной области	5
1.1 Основные бизнес-процессы VREducation	5
1.2 Анализ VREducation	9
1.3 Маркетинг	20
1.4 Схема бизнес-процессов	26
Глава 2. Практическая часть. Моделирование проектируемой информационной системы	30
2.1 Использование унифицированного языка моделирования при построении диаграмм	30
2.2 Диаграмма прецедентов	31
2.3 Сценарии вариантов использования	34
2.4 База данных	40
2.5 Диаграмма последовательности	44
2.6 Диаграмма компонентов	46
2.7 Диаграмма развертывания	49
2.8 Разработка части системы и макетов интерфейса	51
Заключение	62
Список литературы	63
Приложения	66

Введение

В современном мире наблюдается стремительное развитие VR-технологий, которое не обходит стороной и образовательную систему. Виртуальная реальность (VR) становится важной и неотъемлемой частью некоторых образовательных процессов. По мере роста значимости VR учебные заведения начинают внедрять систему виртуального образования в свои учебные программы, обогащая тем самым образовательный опыт учащихся и позволяя им глубже погружаться в процесс обучения. В данной работе представляется концепция и разработка распределенной системы “VREducation” - десктопного приложения, создаваемого на Unreal Engine 5 и предназначенного для иммерсивного обучения.

VREducation использует возможности виртуальной реальности и предоставляет пользователям возможность более глубокого погружения в процесс обучения, позволяя взаимодействовать с различными предметами, следить за изменением окружения по мере воздействия пользователями на мир, проводить многочисленные эксперименты, слушать интересные лекции и смотреть уникальные образовательные фильмы.

Система VREducation обладает рядом ключевых возможностей, которые включают в себя:

Проведение интерактивных экспериментов. Пользователи VREducation могут выбирать интересную для них дисциплину и проводить разнообразные опыты, взаимодействуя с разными предметами на локации: от смешивания различных химических веществ до симуляции поведения различных космических тел.

Визуализация истории и астрономии. Пользователи VREducation могут просматривать иммерсивные кинематографические фильмы, представляющие

собой как реконструкции реальных исторических событий, так и научно-фантастические сюжеты, с объектами которых можно взаимодействовать: просматривать интересующую информацию, выделять для более детального изучения и получать различные исторические справки как об одном объекте, так и обо всем фильме в целом

Главным аспектом при разработке системы VREducation остается активное коллективное взаимодействие учащихся и преподавателей, что способствует развитию творческих и коммуникативных навыков; а визуализация сложных для изучения наук делает их более понятными и увлекательными с первых минут обучения. VREducation призвана вывести систему образования на новый уровень, повышая эффективность обучения и стимулируя интерес к обучению как школьников, так и студентов.

Глава 1. Анализ предметной области

1.1 Основные бизнес-процессы VREducation

Система VREducation представляет собой решение, объединяющее технологии виртуальной реальности с образовательными целями. Ключевые бизнес-процессы VREducation:

- Создание и актуализация образовательного контента:
 - Процесс включает в себя разработку учебных материалов, включая визуальные элементы, моделирование экспериментов и разработку образовательных сценариев.

На входе мы получаем задания на создание нового контента, требования к его обновлению и обратную связь от пользователей.

Для обеспечения качества и эффективности процесса разработки контента используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны стандарты разработки контента, учебные планы и рекомендации по включению интерактивных элементов.

В результате мы получаем обновлённый образовательный контент.

Для работы над контентом используются специализированное оборудование, программное обеспечение и специалисты. Среди них - графические редакторы, инструменты для моделирования виртуальной среды, разработчики и иные лица, указанные в таблице 2.

- Поддержка разработки и развития приложения для виртуальной реальности:
 - Процесс включает в себя поддержку инфраструктуры для запуска приложения в виртуальной среде.

На входе мы получаем новые версии VREducation и обновления.

Для обеспечения качества и эффективности процесса разработки контента используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны технические спецификации, стандарты безопасности, процедуры обновления.

На выходе мы получаем обновленную и стабильно работающую версию приложения.

Для развития приложения используется оборудование, ПО и персонал, а именно ПК, VR-системы, серверы, системные администраторы, разработчики и тестировщики и иные лица, указанные в таблице 2.

- Наполнение контентом:
 - Процесс включает в себя внедрение учебного контента в систему и обеспечение совместимости и интерактивности.

На входе мы получаем готовый образовательный контент и требования к форматам и структуре данных.

Для обеспечения качества и эффективности процесса разработки контента используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны стандарты форматов данных и рекомендации по структурированию уроков.

На выходе мы получаем интегрированный и доступный для пользователя контент.

Для наполнения контентом приложения используется оборудование, ПО, персонал, а именно интеграционные инструменты (движок с полным доступом к системе), разработчики, тестировщики, дизайнеры и иные лица, указанные в таблице 2.

- Реализация маркетинговых стратегий и продвижение VREducation:
 - Процесс включает в себя продвижение системы VREducation среди образовательных учреждений, привлечение внимания к уникальным образовательным возможностям.

На входе мы получаем рекламные материалы и обратную связь от пользователей.

Для обеспечения качества и эффективности процесса разработки контента используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны маркетинговые стратегии, планы участия в мероприятиях, обратная связь и возможные для рассмотрения пути продвижения на рынке системы VREducation.

На выходе мы получаем увеличенное количество пользователей и интерес со стороны образовательных учреждений.

Для маркетинга и продвижения VREducation используется оборудование, ПО, персонал, а именно системы интеграции рекламы маркетологи, креативные агентства, аналитики и иные лица, указанные в таблице 2.

- Оказание технической поддержки:
 - Этот процесс включает в себя обеспечение технической поддержки пользователям системы.

На входе мы получаем запросы пользователей.

Для обеспечения качества и эффективности процесса оказания технической поддержки используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны скрипты для формирования быстрого ответа, стандарты обработки запросов и временные рамки реагирования на запросы пользователей.

На выходе мы получаем решенные проблемы и сформированные ответы на вопросы.

Для технической поддержки пользователей используется оборудование, ПО, персонал, а именно системы мониторинга и сотрудники технической поддержки.

- Составление аналитики и отчетности:

- Этот процесс включает в себя сбор данных об использовании пользователями системы и оценку ее эффективности.

На входе мы получаем данные о пользовательской активности и обратную связь.

Для обеспечения качества и эффективности процесса разработки контента используются регламентирующие документы, правила и процедуры. В них прописаны стандарты анализа данных и методики оценки эффективности.

На выходе мы получаем отчеты о популярности контента и рекомендации по улучшению.

Для составления аналитики и отчетности мы используем оборудование, ПО, персонал, а именно аналитические инструменты, аналитиков и тестировщиков.

1.2 Анализ VREducation

Система VREducation обладает рядом целей:

- Создание современного и инновационного образовательного пространства с использованием технологий виртуальной реальности для повышения вовлеченности учащихся в учебный процесс
- Повышение эффективности учебного процесса за счет предоставления учащимся доступа к иммерсивному погружению.
- Повышение и стимулирование интереса учащихся к учебному процессу за счет визуализации практических дисциплин, которые трудно понять теоретически.
- Создание среды, способствующей развитию креативности, критического мышления и коммуникативных навыков.
- Обеспечение эффективного взаимодействия между учащимися и преподавателями.
- Улучшение качества образования

Основными функциональными требованиями, предъявляемыми к системе VREducation являются:

1. Авторизация и регистрация - система должна позволять пользователям создавать учетные записи и входить в систему с использованием логина и пароля.
2. Выбор и запуск уроков, экспериментов и тестов - пользователь может выбирать уроки, эксперименты и тесты и запускать с заданными параметрами и условиями.
3. Визуализация и интерактивность - система должна обеспечивать высококачественную визуализацию процессов, происходящих на экране

пользователя, а пользователь должен иметь возможность взаимодействовать с объектами с помощью контроллеров.

4. Справочные материалы - система должна иметь возможность предоставить пользователю необходимую информацию для более детального изучения.
5. Система оценки и обратной связи - система должна иметь возможность выставлять оценки за пройденные тесты и принимать от пользователя отзывы об ошибках.
6. Совместное обучение - система должна иметь возможность проведения совместных уроков и экспериментов с несколькими пользователями одновременно.
7. Аналитика и статистика - система должна иметь возможность сбора данных об активности пользователя для заполнения журнала и предоставления статистики учащимся и преподавателям.
8. Техническая поддержка - система должна иметь возможность регистрировать обращения пользователей и предоставлять им ответ на возникшие вопросы и решение проблем

Основными нефункциональными требованиями, предъявляемыми к системе VREducation, являются:

1. Производительность - система должна обеспечивать высокую пропускную способность для обеспечения бесперебойного взаимодействия с виртуальной средой и минимизации задержек. Задержка между действием пользователя и ответом системы не должна превышать установленного предела (менее 100 миллисекунд).
2. Безопасность - система должна обеспечивать безопасность пользовательских данных. Персональные данные пользователей должны храниться и передаваться в зашифрованном виде.

3. Надежность - система должна обеспечивать высокую доступность (99,9% рабочего времени), сводя к минимуму периоды недоступности для пользователей. В случае сбоев система должна обеспечивать быстрое восстановление, сводя к минимуму потерю данных и время простоя.
4. Совместимость - система должна поддерживать основные системы виртуальной реальности (Oculus Rift, HTC Vive) и операционные системы (Windows, Linux, macOS). Система должна корректно работать в популярных веб-браузерах (Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, Яндекс браузер).
5. Простота использования - интерфейс должен быть интуитивно понятным даже для тех, кто впервые использует виртуальную реальность. Система должна корректно отображаться и функционировать на различных разрешениях экрана и устройствах.
6. Масштабируемость - система должна быть масштабируемой, чтобы справляться с растущим объемом данных, учитывая увеличение числа одновременных пользователей, также должна присутствовать возможность легкого внесения обновлений и добавления нового контента.
7. Системные ресурсы - система должна быть эффективной и стабильной на компьютере средней конфигурации, предназначенном для запуска проектов в VR. Система должна эффективно использовать оперативную память и минимизировать потребление ресурсов.
8. Техническая поддержка - система должна быть совместима с последними версиями технических компонентов и операционных систем. Должен быть предусмотрен механизм быстрого реагирования на запросы в службу технической поддержки и предоставления обновлений.

Основными заинтересованными лицами (стейкхолдерами) для системы VREducation являются:

1. Образовательные учреждения - преподавательский состав, обладающий возможностью проведения интерактивных уроков, лекций и экспериментов и администрация учебных заведений, заинтересованная в инновационных образовательных решениях, повышающих привлекательность образовательного процесса.
2. Учащиеся - школьники и студенты, получающие доступ к интерактивному образованию.
3. Разработчики и технический персонал - разработчики, создающие интересный и образовательный контент, инженеры и администраторы системы, обеспечивающие стабильную работу платформы и оказывающие техническую поддержку и иные лица технического персонала.
4. Маркетологи - маркетологи, разрабатывающие маркетинговые и рекламные стратегии для привлечения образовательных учреждений, продвигающие систему среди образовательных учреждений и взаимодействующие с потенциальными клиентами.
5. Родители и общество - родители, заинтересованные в инновационных методах обучения своих детей, и общество, заинтересованное в развитии технологий в сфере образования и поддержке инновационных образовательных подходов.
6. Технологические компании и партнеры - производители оборудования виртуальной реальности, увеличивающие прибыль за счет популяризации виртуальной реальности, и разработчики аналогичных технологий, сотрудничающие для создания совместимых и инновационных решений.
7. Государственные учреждения и образовательные ассоциации - министерство образования и науки, заинтересованное во внедрении современных технологий в образовательный процесс с целью подготовки высококвалифицированных кадров.

Сравнение функционала VREducation и её аналогов:

Функциональность	VREducation	AltspaceVR	ENGAGE
Виртуальные лекции и уроки	+	+	+
Виртуальные эксперименты	+	-	+
Совместные образовательные мероприятия	+	+	+
Визуализация учебного материала	+	+	+
Система оценок и обратной связи	+	-	+
Виртуальные обучающие модули	+	+	+
Система сохранения и обмена	+	-	+
Поддержка различных платформ VR	+	+	+
Адаптивность	+	+	+

интерфейса			
------------	--	--	--

Таблица 1 - Сравнение функционала VREducation и её аналогов

Перечень этапов работ по созданию VREducation и сроки их выполнения:

- Предпроектный анализ (13 дней):
 - Анализ предметной области
 - Анализ объекта исследования
 - Составление ТЗ
- Проектный анализ (67 дней):
 - Анализ функциональных блоков
 - Анализ способов реализации
- Проектирование (50 дней):
 - UML
 - IDEF0
 - ER
 - Концептуальная модель
- Реализация (1750 дней):
 - Программирование механик и ИБ
 - Программирование графического движка
 - Программирование ИИ
 - Дизайн
 - Программирование UI
 - Сетевое программирование
 - Саунд-дизайн
 - Локализация
- Отладка (30 дней):
 - Отладка кода модулей
- Тестирование (205 дней):

- Альфа тестирование
- Отчет по итогу альфа тестирования
- Ремонт
- Бета тестирование
- Отчет по итогам бета тестирования
- Подготовка к вводу в эксплуатацию (60 дней):
 - Маркетинг
- Оформление документации (60 дней):
 - Работа с документами
- Внедрение (365 дней):
 - Установка и настройка
 - Обучение персонала
 - Запуск в промышленную эксплуатацию
- Сопровождение и обновление:
 - Техническая поддержка: постоянно
 - Регулярные обновления: 1 раз в 3-6 месяцев

Ниже представлено приблизительное технико-экономическое обоснование разработки малой части системы VREducation, необходимой для выхода на рынок.

Список сокращений используемых в технико-экономическом обосновании:

- СА - Системный аналитик
- ПМ - Продакт менеджер
- РП - Руководитель проекта
- РОР - Руководитель отдела разработки
- Р - Разработчик
- РОД - Руководитель отдела дизайна
- ДУ - Дизайнер уровней

- РОД2D - Руководитель отдела дизайнеров 2D
- Д2D - Дизайнер 2D
- РОМ - Руководитель отдела моделлеров
- М - Моделлер
- РОА - Руководитель отдела аниматоров
- А - Аниматор
- СП - Саунд-продюссер
- К - Композитор
- СД - Саунд-дизайнер
- ЗР - Звукорежиссёр
- ЗО - Звукооператор
- АО - Актёр озвучивания
- Л - Локализатор
- РОТ - Руководитель отдела тестирования
- Т - Тестировщик
- ИКК - Инженер по контролю качества (QA)
- РОМ - Руководитель отдела маркетинга
- МК - Менеджер по маркетингу
- Ю - Юрист

№	Название этапа	Дата начала	Длит. (в д.)	Дата окончания	Кто	ЗП средняя (в день)	Итоги
1,0	Предпроектный анализ	9/1/2024	13	9/13/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	360 000,00р.
1,1	Анализ предметной области	9/1/2024	4	9/5/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	80 000,00р.
1,2	Анализ объекта исследования	9/6/2024	7	9/13/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	140 000,00р.
1,3	Составление ТЗ	9/14/2024	2	9/16/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	40 000,00р.
2,0	Проектный анализ	9/14/2024	67	11/24/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	1 340 000,00р.
2,1	Анализ функциональных блоков	9/17/2024	34	10/21/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	680 000,00р.
2,2	Анализ способов реализации	10/22/2024	33	11/24/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	660 000,00р.
3,0	Проектирование	11/25/2024	50	1/17/2025	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	1 000 000,00р.
3,1	UML	11/25/2024	10	12/5/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	200 000,00р.

3,2	IDEF0	12/6/2024	13	12/19/2024	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	260 000,00р.
3,3	ER	12/20/2024	12	1/1/2025	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	240 000,00р.
3,4	Концептуальная модель	1/2/2025	15	1/17/2025	СА+ПМ+РП	20 000,00р.	300 000,00р.
4,0	Реализация	1/18/2025	1750	3/30/2027	Отдел разработки	79 735,00р.	182 140 000,00р.
4,1	Программирование механик и ИБ	1/18/2025	550	7/22/2026	РОР+Р(9)	105 000,00р.	57 750 000,00р.
4,2	Программирование графического движка	7/23/2026	250	3/30/2027	РОР+Р(3)	45 000,00р.	11 250 000,00р.
4,3	Программирование ИИ	3/31/2027	150	8/28/2027	РОР+Р(3)	45 000,00р.	6 750 000,00р.
4,4	Дизайн	8/29/2027	350	8/13/2028	РОД+ДУ(6) +РОД2D+Д2 D(2)+РОМ+ М(3)+РОА+ А(3)	200 000,00р.	70 000 000,00р.
4,5	Программирование UI	8/14/2028	60	10/13/2028	РОР+Р(2)	35 000,00р.	2 100 000,00р.
4,6	Сетевое программирование	10/14/2028	150	3/13/2029	РОР+Р(4)	55 000,00р.	8 250 000,00р.
4,7	Саунд-дизайн	3/14/2029	180	9/10/2029	СП+К(3)+С Д(4)+ЗР+ЗО(2)+АО(20)	142 000,00р.	25 560 000,00р.
4,8	Локализация	9/11/2029	60	11/10/2029	Л(2)	8 000,00р.	480 000,00р.
5,0	Отладка	3/14/2029	30	12/11/2029	РОР+Р(2)	35 000,00р.	1 050 000,00р.
5,1	Отладка кода модулей	11/11/2029	30	12/11/2029	РОР+Р(2)	35 000,00р.	1 050 000,00р.
6,0	Тестирование	12/12/2029	205	7/9/2030	РОТ+Т+ИК К + Отдел разработки	33 000,00р.	8 307 000,00р.
6,1	Альфа тестирование	12/12/2029	45	1/26/2030	РОТ+Т(5)+И КК(2)	39 000,00р.	1 755 000,00р.
6,2	Отчёт по итогу альфа тестирования	1/27/2030	8	2/4/2030	РОТ+Т+ИК К	21 000,00р.	168 000,00р.
6,3	Исправление ошибок	2/5/2030	100	5/16/2030	РОР+Р(3)	45 000,00р.	4 500 000,00р.
6,4	Бета тестирование	5/17/2030	44	6/30/2030	РОТ+Т(5)+И КК(2)	39 000,00р.	1 716 000,00р.
6,5	Отчёт по итогам бета тестирования	7/1/2030	8	7/9/2030	РОТ+Т+ИК К	21 000,00р.	168 000,00р.
7,0	Подготовка к вводу в	7/10/2030	60	9/8/2030	РОМ + МК	35 000,00р.	44 600 000,00р.

	эксплуатацию						
7,1	Маркетинг	7/10/2030	60	9/8/2030	ПОМ + МК(5)	35 000,00р.	2 100 000,00р.
7.1.1	Цифровая реклама	7/10/2030	60	9/8/2030	ПОМ+МК(5)	-	10 000 000,00р.
7.1.2	Креативный контент	7/10/2030	60	9/8/2030	ПОМ+МК(5)	-	2 500 000,00р.
7.1.3	PR и сотрудничество	7/10/2030	60	9/8/2030	ПОМ+МК(5)	-	15 000 000,00р.
7.1.4	Офлайн реклама	7/10/2030	60	9/8/2030	ПОМ+МК(5)	-	15 000 000,00р.
8,0	Оформление документации	9/9/2030	60	11/8/2030	Ю	12 000,00р.	720 000,00р.
8,1	Работа с документами	9/9/2030	60	11/8/2030	Ю(3)	12 000,00р.	720 000,00р.
	Стоимость организации рабочего места						118 000 000,00р.
	Стоимость работы сотрудников						197 017 000,00р.
	Стоимость сопутствующих расходов на маркетинг						42 500 000,00 р.
	Примерная стоимость проекта	11/25/2024	2174	11/8/2030			357 517 000,00р.

Таблица 2 - Перечень этапов работ по созданию малой части системы VREducation,
необходимой для выхода на рынок, и сроки их выполнения

1.3 Маркетинг

Определение ключевых партнёров и поставщиков может зависеть от различных факторов, включая регион, целевую аудиторию и технологические требования. Однако, в общем виде, VREducation, может иметь следующих ключевых партнёров и поставщиков:

1. Производители оборудования виртуальной реальности (Oculus (Meta¹), HTC, Valve). Поставляют шлемы виртуальной реальности и контроллеры, обеспечивающие доступ к виртуальному пространству.
2. Разработчики контента виртуальной реальности (студии по разработке виртуальных приложений и образовательного контента). Создают интересный, образовательный и визуально привлекательный контент для образования.
3. Образовательные учреждения и платформы (университеты, школы, образовательные онлайн-платформы). Являются партнерами по внедрению системы VREducation в образовательный процесс, обеспечивают обратную связь и тестируют инновации.
4. Технологические компании (Google, Microsoft, Yandex). Являются партнерами по интеграции существующих технологий и платформ в систему образования, таких как Google Classroom или Microsoft Teams.
5. Разработчики сопутствующих технологий (компании, специализирующиеся на виртуальной реальности и искусственном интеллекте). Занимаются интеграцией инновационных технологий для улучшения функциональности и удобства пользователей.
6. Маркетологи и партнеры по продажам (маркетинговые агентства, торговые представители). Помогают в продвижении и маркетинге и занимаются поиском новых клиентов и партнеров.

¹ Компания Meta признана экстремистской организацией и запрещена в РФ

7. Образовательные ассоциации и фонды (ЮНЕСКО, образовательные фонды в сфере образования). Поддерживают, финансируют и участвуют в образовательных проектах и исследованиях.

Ключевые процессы для системы VREducation:

- Просмотр уроков - процесс, в ходе которого учащиеся активно взаимодействуют с виртуальными учебными материалами и проводят эксперименты. Состоит из:
 - Запуска виртуального урока или лаборатории.
 - Участия учащихся в интерактивных экспериментах и выполнении заданий.
 - Обратной связи и вопросов в режиме реального времени.
- Система оценки и обратной связи - процесс оценки успеваемости учащихся и предоставления обратной связи по результатам уроков и экспериментов. Состоит из:
 - Автоматического выставления оценок за выполненные задания.
 - Предоставления отзывов об успеваемости и достижениях.
 - Мониторинга активности и прогресса учащихся.
- Мониторинг и аналитика использования - процесс сбора данных о взаимодействии пользователей с системой с целью анализа и улучшения процесса обучения. Состоит из:
 - Сбора данных о посещаемости и активности пользователей.
 - Анализа эффективности образовательных материалов.
- Обновление контента - процесс поддержания актуальности контента в системе. Состоит из:
 - Регулярного добавления новых уроков, тестов и экспериментов.
 - Внесения изменений в существующий контент на основе отзывов.
 - Обновления системы для поддержки новых функций и технологий.

- Техническая поддержка - процесс предоставления технической поддержки пользователям системы. Состоит из:
 - Ответов на запросы о помощи и вопросы пользователей.
 - Решения технических проблем и ошибок.

Ключевые ресурсы для системы VREducation:

- Технологические ресурсы - предоставление доступа оборудованию для полноценного использования системы VREducation и использование ресурсов для хранения данных и обработки информации
- Человеческие ресурсы - найм специалистов для создания и поддержки актуальности контента и поддержки пользователей.
- Информационные ресурсы - создание виртуальных учебных материалов (уроков, тестов и экспериментов), систем сбора и анализа данных об использовании системы VREducation, успехах учащихся и эффективности образовательных модулей, сбор информации о новых версиях системы, создание документации для пользователей и разработчиков.
- Финансовые ресурсы - предоставление доступа к финансовым ресурсам для разработки, маркетинга и поддержки системы.
- Партнеры и заинтересованные стороны - сотрудничество с образовательными учреждениями для интеграции системы в учебный процесс, сотрудничество с производителями VR-оборудования, разработчиками технологий и партнерами по продвижению, а также взаимодействие с заинтересованными сторонами.

Клиентские отношения для системы VREducation:

- Обратная связь
- Техническая поддержка
- Прозрачность
- Социальное взаимодействие

- Мониторинг использования и аналитика
- Доступность и инклюзивность
- Гибкость и реакция на потребности рынка и образовательной среды

Каналы взаимодействия для системы VREducation:

- Официальный веб-сайт, где должна предоставляться подробная информация о VREducation и возможностях, которые предлагает система, также должен использоваться для привлечения новых пользователей.
- Электронная почта, с которой должны отправляться рассылки с письмами, содержащие в себе новости, обновления и приглашения на онлайн- и оффлайн-мероприятия.
- Социальные сети, где должны присутствовать регулярные публикации, обсуждения, розыгрыши призов и ответы на вопросы пользователей.
- Онлайн- и оффлайн-мероприятия, где представители команды VREducation должны демонстрировать новые функции системы, отвечать на вопросы пользователей и привлекать новых клиентов

Сегменты клиентов для системы VREducation:

- Образовательные учреждения - школы, колледжи, университеты и иные учебные заведения
- Педагоги - лица, работающие в сфере образования и обучающие иных лиц
- Учащиеся - лица, проходящие обучение в различных учебных заведениях

Издержки для системы VREducation:

- Разработка - разработка программного обеспечения, пользовательского интерфейса, функционала и других технологических компонентов, тестирование и отладка, обеспечение стабильности и безопасности системы.

- Маркетинг и продвижение - расходы на рекламные кампании, участие в мероприятиях, создание информационных материалов и рекламных ресурсов, расходы на проведение демонстраций продукции, переговоров с потенциальными клиентами, создание презентаций.
- Техническая поддержка - затраты на поддержку конечных пользователей, решение технических вопросов и неполадок.
- Обучение и поддержка преподавателей - затраты на обучение и переподготовку преподавателей.
- Инфраструктура - затраты на серверное оборудование и сетевую инфраструктуру.
- Административные расходы - аренда офиса, приобретение необходимого оборудования и инфраструктуры, затраты на оплату труда сотрудников.

Источники дохода для системы VREducation:

- Продажа подписки, которая предоставляет полный доступ к системе VREducation.
- Продажа контента и модулей, что предоставляет частичный доступ к системе VREducation.
- Интеграция, которая предоставляет доступ к инфраструктуре VREducation третьим лицам.
- Конференции и мероприятия, которые предоставляют возможность участия заинтересованных лиц и получении эксклюзивного контента.

1.4 Схема бизнес-процессов

Один из вариантов взаимодействия пользователя с системой VREducation:

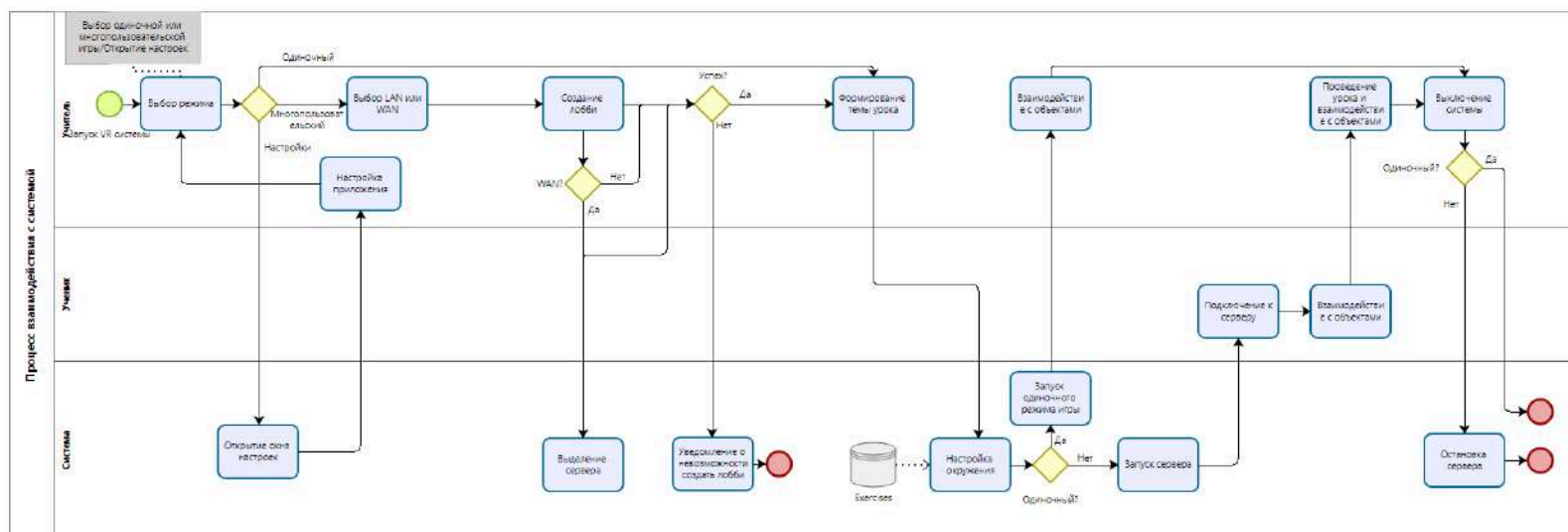


Рисунок 1 - Один из вариантов взаимодействия пользователя с системой VREducation

1. Запуск системы:

- Действие пользователя: запуск приложения "VREducation".
- Взаимодействие: пользователь взаимодействует использует ярлык приложения на рабочем столе или в меню.

2. Выбор между одиночной игрой, онлайн-игрой и настройками:

- Действие пользователя: пользователь видит главное меню и совершает выбор между "Одиночная игра", "Сетевая игра" и "Настройки".
- Взаимодействие: интерфейс главного меню используется для выбора соответствующей опции.

3. Открытие окна настроек:

- Действие пользователя: переход в раздел настроек.
- Взаимодействие: открытие вкладки или окна с настройками приложения.

4. Настройка приложения:

- a. Действие пользователя: изменение таких параметров, как графика, звук, элементы управления и другие.
 - b. Взаимодействие: использование элементов интерфейса в окне настроек для настройки приложения, применение выбранных значений.
5. Возврат к выбору режима:
- a. Действие пользователя: завершение настройки и возвращение в главное меню.
 - b. Взаимодействие: использование кнопки "Назад".
 - c. Выбор одиночной игры:
 - i. Действие пользователя: выбор режима "Одиночная игра".
 - ii. Взаимодействие: использование интерфейса для выбора заданного режима.
 - d. Выбор сетевой игры:
 - i. Действие пользователя: выбор режима "Сетевая игра".
 - ii. Взаимодействие: использование интерфейса для выбора заданного режима.
6. Выбор LAN или WAN:
- a. Действия пользователя: выбор между "LAN" (локальная сеть) и "WAN" (глобальная сеть).
 - b. Взаимодействие: использование интерфейса для выбора соответствующей опции.
7. Создание лобби:
- a. Действие пользователя: создание лобби для других игроков.
 - b. Взаимодействие: использование интерфейса для создания лобби и настройки параметров.
8. Выделение сервера:
- a. Действие пользователя: выбор доступного сервера из списка при подключении к "WAN".

- b. Взаимодействие: использование интерфейса для выбора сервера из списка, предоставленного приложением.
- 9. Уведомление о невозможности создания сервера (опционально):
 - a. Действие пользователя: получение уведомления, если создание сервера невозможно.
 - b. Взаимодействие: отображение информационного сообщения с указанием причины отсутствия возможности создания сервера.
- 10. Формирование темы урока:
 - a. Действие пользователя: выбор темы урока перед началом игры.
 - b. Взаимодействие: использование интерфейса для выбора темы, связанной с учебным материалом.
- 11. Настройка окружения:
 - a. Действие пользователя: изменение настроек окружения в соответствии с темой урока.
 - b. Взаимодействие: использование интерфейса для настройки параметров виртуальной среды.
- 12. Запуск сервера:
 - a. Действие пользователя: подтверждение создания лобби.
 - b. Взаимодействие: использование соответствующей кнопки или действия в интерфейсе.
- 13. Подключение к серверу другого игрока:
 - a. Действие пользователя: подключение к ранее созданному другим игроком серверу.
 - b. Взаимодействие: ввод IP-адреса или выбор из списка доступных серверов.
- 14. Взаимодействие с объектами:
 - a. Действие пользователя: использование виртуальных инструментов для взаимодействия с объектами в виртуальном пространстве.

- b. Взаимодействие: использование контроллеров для взаимодействия с объектами.

15.Проведение урока:

- a. Действия пользователя: организация и проведение урока в виртуальной среде с использованием доступных инструментов и объектов.
- b. Взаимодействие: виртуальное взаимодействие с объектами и структурами в учебной среде.

16.Завершение работы системы:

- a. Действие пользователя: завершение работы приложения.
- b. Взаимодействие: использование соответствующей опции в меню или принудительное закрытие приложения.

17.Остановка сервера:

- a. Действие системы: завершение работы сервера после завершения онлайн-игры.
- b. Взаимодействие: использование соответствующей опции API, относящемуся к управлению сервером.

Глава 2. Практическая часть. Моделирование проектируемой информационной системы

2.1 Использование унифицированного языка моделирования при построении диаграмм

Для проектирования распределенной системы VREducation был выбран UML по причине обеспечения им понятного представления архитектуры системы и предоставления возможности моделирования структуры игры, сценариев использования системы, последовательности действий пользователя и прецедентов с учетом разнообразных аспектов.

При разработке игры в VR использование UML для создания различных диаграмм позволяет ускорить процесс разработки и повысить уровень понимания разработчиками финального устройства системы за счет качественного представления возможного пользовательского опыта VREducation и учета возможных ошибок, что в свою очередь увеличивает качество конечного продукта, приводя к повышению узнаваемости продукта и интереса конечных потребителей.

Использование UML предполагает стандартизированный подход к документированию системы, что предоставляет разработчикам избыточную документацию для создания высококачественной системы. Кроме того, избыточная документация облегчает процесс коммуникации внутри команды, что способствует повышению общей производительности.

2.2 Диаграмма прецедентов

При использовании распределенной системы VREducation пользователи обладают рядом возможностей: от отправки сообщений в службу технической поддержки до просмотра обучающих уроков и прохождения тестов. Однако существует только 2 обязательных взаимодействия пользователя с системой, без которых дальнейшее пользование системой будет являться невозможным: регистрация (единоразово) и авторизация.

Учитывая изначальные цели и задачи, поставленные перед VREducation, для создания полноценной самостоятельной среды обучения необходима интеграция со сторонними сервисами - электронным дневником для получения и предоставления информации об успехах учащихся.

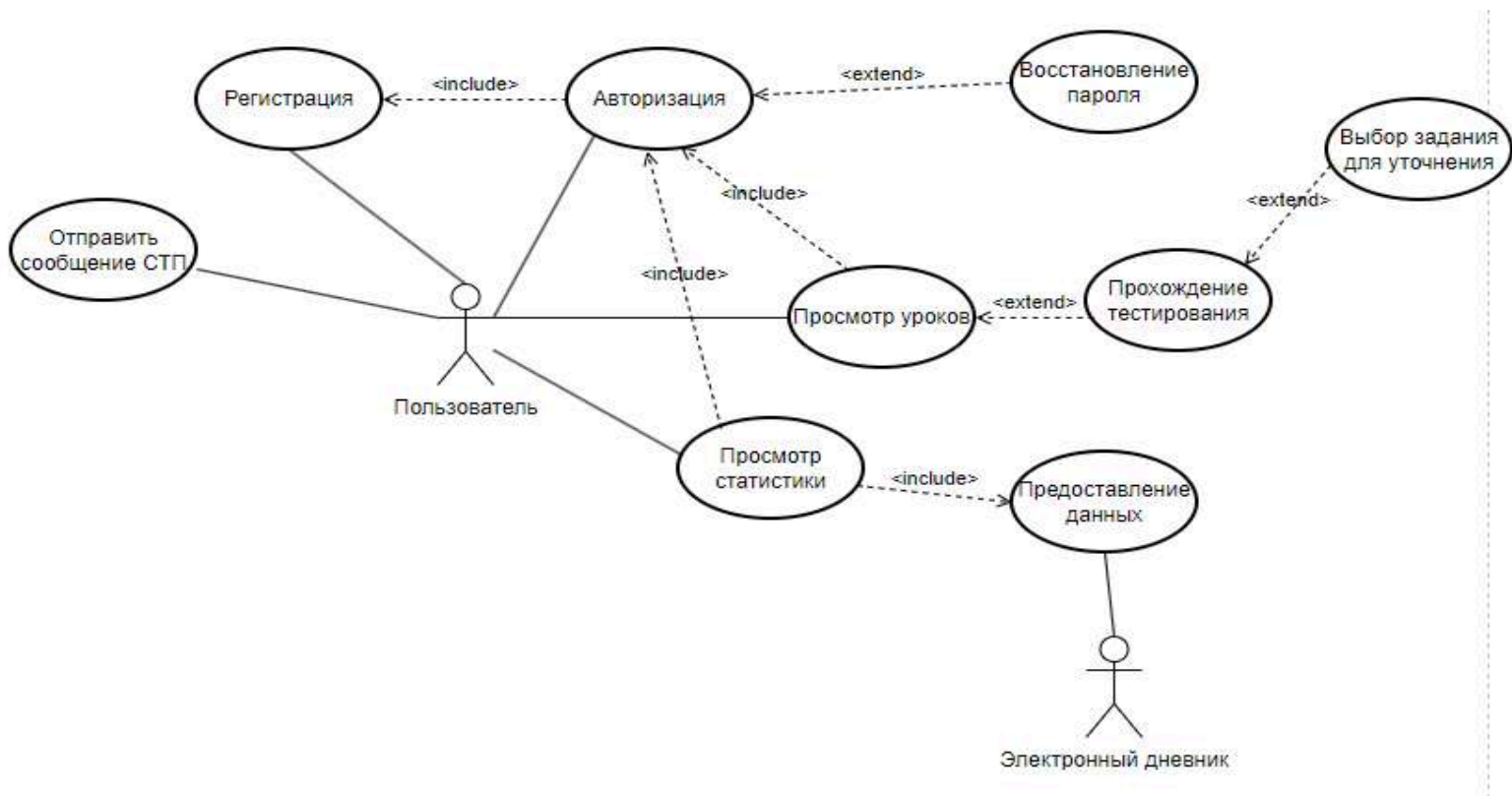


Рисунок 2 - Диаграмма прецедентов

Список действий, доступный пользователю:

- Отправить сообщение в службу технической поддержки.
- Зарегистрироваться.
- Авторизоваться.
- Просматривать статистику.
- Просматривать урок или участвовать в эксперименте.
- Восстановить пароль.
- Пройти тестирование.
- Выбрать задания для уточнения после окончания теста.

Список действий, доступный электронному дневнику:

- Предоставление данных по API.

2.3 Сценарии вариантов использования

При использовании VREducation пользователи могут совершать различные действия, и каждое такое действие пользователя должно быть корректно обработано.

Для получения информации о возможных действиях и последовательности действий пользователя составляются сценарии вариантов использования, благодаря которым командой разработки могут быть учтены все возможные ошибки и недостатки системы, также создание сценариев вариантов использования системы позволяет команде лучше понять потребности пользователей, что в свою очередь позволяет создать наиболее подходящий, понятный и удобный интерфейс.

Ниже представлены два сценария вариантов использования:

Сценарий использования "Регистрация":

Вариант использования	Регистрация
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Пользователь проходит процедуру регистрации
Цель	Создание нового аккаунта и получение доступа к VREducation
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Регистрация"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь заходит в VREducation	
	2. Система проверяет наличие у игрока лицензии VREducation

	исключение 1: отсутствие лицензии
	3. Система направляет пользователя на страницу авторизации
4. Пользователь нажимает кнопку "Создать аккаунт"	
	5. Система направляет пользователя на страницу регистрации
6. Пользователь вводит необходимые данные	
	7. Система проверяет валидность введенных данных
	исключение 2: введены недопустимые значения/данные
	исключение 3: нет ответа от БД
	8. Система отправляет письмо на почту пользователя с подтверждением регистрации
	исключение 4: невозможно отправить письмо на почту
9. Пользователь переходит в письмо и кликает на ссылку подтверждения	
	10. Система обращается к БД и создает новую запись в таблице users
	исключение 5: нет ответа от БД
	11. Система предоставляет доступ к VREducation
Исключения сценария выполнения варианта использования "Регистрация"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: отсутствие лицензии	
	2.1 Система уведомляет пользователя об отсутствии лицензии VREducation
	2.2 Система прекращает дальнейшее взаимодействие с пользователем
Исключение 2: введены недопустимые данные	
	7.1 Система отправляет запрос в БД, чтобы посмотреть не занят ли выбранный

	пользователем никнейм
	исключение 3: Нет ответа от БД
	7.2 Система находит несоответствие между допустимыми и введенными данными
	7.3 Система указывает пользователю на ошибку и просит внести изменения
7.4 Пользователь вводит измененные данные	
Исключение 4: невозможно отправить письмо на почту	
8.1 Пользователь нажимает кнопку "Заново отправить письмо"	
	8.2 Система снова отправляет письмо с подтверждением
Исключение 3, 5: нет ответа от БД	
	Система отправляет запрос в БД
	Система не получает ответа от БД
	Система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки

Таблица 3 - Сценарий использования "Регистрация"

Пользователь заходит в VREducation. Система проверяет наличие у пользователя лицензии VREducation. В случае отсутствия лицензии, система уведомляет пользователя об этом и прекращает дальнейшее взаимодействие с ним.

Пользователь нажимает кнопку "Создать аккаунт". Система направляет пользователя на страницу регистрации. Пользователь вводит необходимые данные. Система проверяет валидность введенных данных. В случае, если введены недопустимые значения или данные, система отправляет запрос в базу данных, чтобы проверить, не занят ли выбранный пользователем никнейм. Если нет ответа от базы данных или обнаружено несоответствие между допустимыми и введенными данными, система указывает пользователю на ошибку и просит внести изменения.

Пользователь вводит измененные данные. Система снова проверяет их на валидность. Если данные корректны, система отправляет письмо на почту пользователя с подтверждением регистрации. В случае проблем с отправкой письма, пользователь может нажать кнопку "Заново отправить письмо", после чего система повторно отправит письмо с подтверждением.

Пользователь переходит в письмо и кликает на ссылку подтверждения. Система обращается к базе данных и создает новую запись в таблице пользователей. В случае отсутствия ответа от базы данных, система отправляет запрос в БД снова. Если нет ответа от БД, система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки. После успешного завершения процесса регистрации, система предоставляет пользователю доступ к VREducation.

Сценарий использования "Прохождение тестирования":

Вариант использования	Прохождение тестирования
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Ученик выбрал предмет и урок, урок предусматривает прохождение теста по ранее пройденному материалу, пользователь может начать решение теста, отправить решение и узнать корректность решения
Цель	Прохождение тестирования
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяет: Проведение уроков Расширяется: Выбор задания для уточнения
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Прохождение тестирования"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь выбирает тест	
2. Пользователь даёт ответы на ряд задач в	

блоке тестирования	
3. Пользователь сохраняет ответ на задачи	
	4. Система принимает ответы пользователя
	5. Система сравнивает ответы пользователя с ответами, хранящимися в БД
	исключение 1: нет ответа от БД
	6. Система получает информацию о правильности ответов пользователя
	7. Система уведомляет пользователя о результате теста
	8. Система производит запись в БД о пройденном тестировании
	исключение 2: нет ответа от БД (запись)
9. Пользователь просматривает свои ответы и ответы, являющиеся правильными	
Исключения сценария выполнения варианта использования "Прохождение тестирования"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1, 3: нет ответа от БД	
	Система отправляет запрос в БД
	Система не получает ответа от БД
	Система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки
Исключение 2: нет ответа от БД (запись)	
	8.1 Система отправляет запрос в БД
	8.2 Система не получает ответа от БД, записи не произведена
	8.3 Система заносит запись в специальную очередь, из которой эта запись позже попадет в БД автоматически
	8.4 Система уведомляет пользователя о том, что при отправке запроса в БД возникла ошибка и ответ пользователя запишется позже

Таблица 4 - Сценарий использования "Прохождение тестирования"

Пользователь предоставляет ответы на ряд заданий в блоке тестирования, а после завершения ввода ответов сохраняет их. Система принимает ответы пользователя и сравнивает их с ответами, хранящимися в базе данных. В случае отсутствия ответа от базы данных, система информирует пользователя о временной недоступности сервиса и просит повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки.

Система получает информацию о правильности ответов пользователя и уведомляет его о результате тестирования. После завершения тестирования система заносит выполненный тест в базу данных. Если системе не удалось внести запись в базу данных из-за отсутствия ответа от сервера, система помещает запись в специальную очередь для последующей автоматической обработки. Пользователь может просмотреть правильные ответы для получения более подробной информации. Если при попытке записи в базу данных возникают проблемы, система уведомляет пользователя о том, что его ответ будет записан позже.

Сценарий использования "Прохождение тестирования" предоставляет пользователю возможность проходить тесты, а система может обрабатывать и сохранять результаты тестирования даже в случае временной недоступности базы данных.

2.4 База данных

База данных VREducation:

1. Таблица users (Пользователи)

Эта таблица является центральной и хранит основную информацию о пользователях системы. Она содержит:

- id - уникальный числовой идентификатор пользователя (первичный ключ)
- username - имя пользователя
- email - электронная почта
- password_hash - хешированный пароль
- created_at - дата и время регистрации
- updated_at - дата и время последнего обновления профиля
- user_token - токен пользователя для получения информации из электронного дневника
- token_expiration - дата и время истечения токена пользователя

Таблица users связана практически со всеми другими таблицами через поле id, которое является внешним ключом в связанных таблицах.

2. Таблица support_messages (Сообщения в поддержку)

Хранит обращения пользователей в службу поддержки:

- id - уникальный идентификатор сообщения (PK)
- user_id - ссылка на пользователя (FK к users.id)
- support_id - ссылка на сотрудника поддержки (FK к support_members.id)
- title - заголовок обращения
- message - текст сообщения (строка)
- created_at - дата и время создания обращения

- status - статус обращения ("открыто", "в работе", "решено")

Связана с users (через user_id), support_members (через support_id) и support_answers (через id).

3. Таблица support_answers (Ответы поддержки)

Содержит ответы сотрудников поддержки на обращения:

- id - уникальный идентификатор ответа (PK)
- support_id - ссылка на сотрудника (FK к support_members.id)
- message_id - ссылка на исходное сообщение (FK к support_messages.id)
- title - заголовок ответа
- support_answer - текст ответа
- created_at - дата и время ответа

4. Таблица support_members (Сотрудники поддержки)

Содержит информацию о работниках службы поддержки:

- id - уникальный идентификатор (PK)
- support_id - идентификатор сотрудника
- support_first_name - имя
- support_last_name - фамилия
- support middle name - отчество
- position - должность
- updated_at - дата и время обновления записи
- created_at - дата и время создания записи

Связана с support_messages и support_answers через support_id.

5. Таблицы статистики (tests_stats, lessons_stats, experiments_stats)

Эти три таблицы имеют схожую структуру и хранят данные о прогрессе пользователей:

- id - уникальный идентификатор записи (PK)
- user_id - ссылка на пользователя (FK к users.id)
- subject - название предмета
- *_name - название теста/урока/эксперимента
- mark/hours_spent/attempts - результат (оценка/часы/попытки)
- percent_of_completed - процент завершенности урока
- *_id - идентификатор теста/урока/эксперимента
- updated_at - дата и время обновления статистики
- completed_at - дата и время завершения

6. Таблица last_activity (Последняя активность)

Фиксирует данные о последних действиях пользователей:

- id - уникальный идентификатор (PK)
- user_id - ссылка на пользователя (FK к users.id)
- last_login - дата последнего входа
- last_logout - дата последнего выхода

7. Таблица user_journal (Журнал пользователя)

Содержит дополнительные данные о деятельности пользователей:

- id - уникальный идентификатор (PK)
- user_id - ссылка на пользователя (FK к users.id)
- journal_cloud_id - идентификатор для связи с другими записями
- subject - название предмета

- mark - оценка по предмету
- mark_date - дата и время установки оценки в электронный дневник
- is_test - является ли оценкой за контрольную работу
- created_at - дата и время создания записи

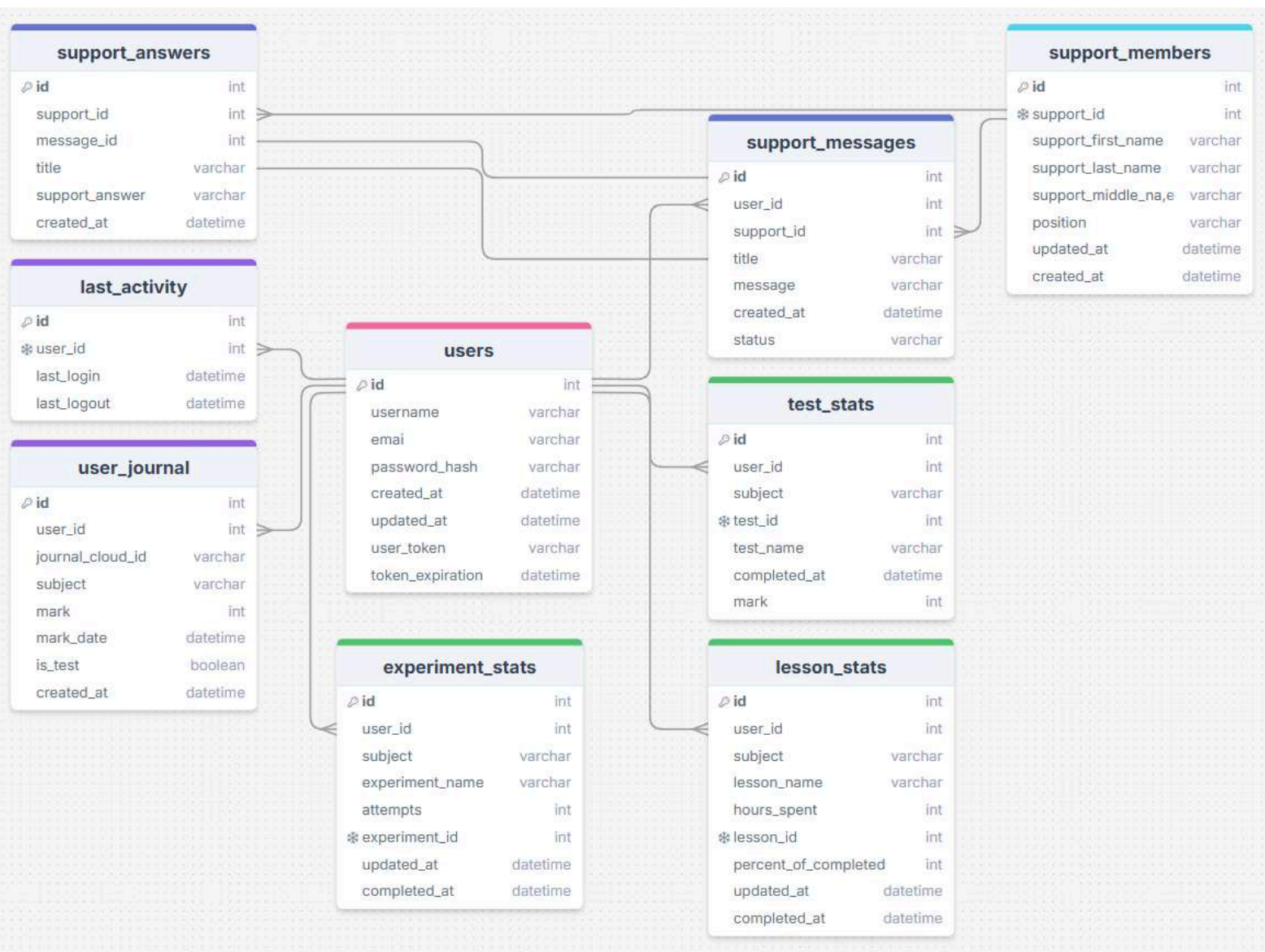


Рисунок 3 - Структура базы данных VREducation

2.5 Диаграмма последовательности

Диаграмма последовательности “Прохождение тестирования”: учитель (хост) и ученик (клиент) взаимодействуют с тремя основными объектами: теоретический материал, контрольно-измерительный материал и результаты контроля знаний.

- Выбор предмета и темы:
 - Учитель выбирает предмет в блоке теоретического материала, а затем выбирает тему из этого предмета.
 - Ученик изучает выбранную тему в блоке теоретического материала.
- Прохождение теста:
 - Учитель выбирает предмет и тему в блоке контрольно-измерительного материала.
 - Ученик проходит тест, связанный с выбранной темой, в этом блоке.
- Сохранение результатов:
 - После изучения материала и/или прохождения теста учеником информация сохраняется в базе данных.
- Просмотр результатов:
 - Ученик и учитель могут просматривать результаты изучения материала и прохождения тестов в блоке результатов контроля знаний.

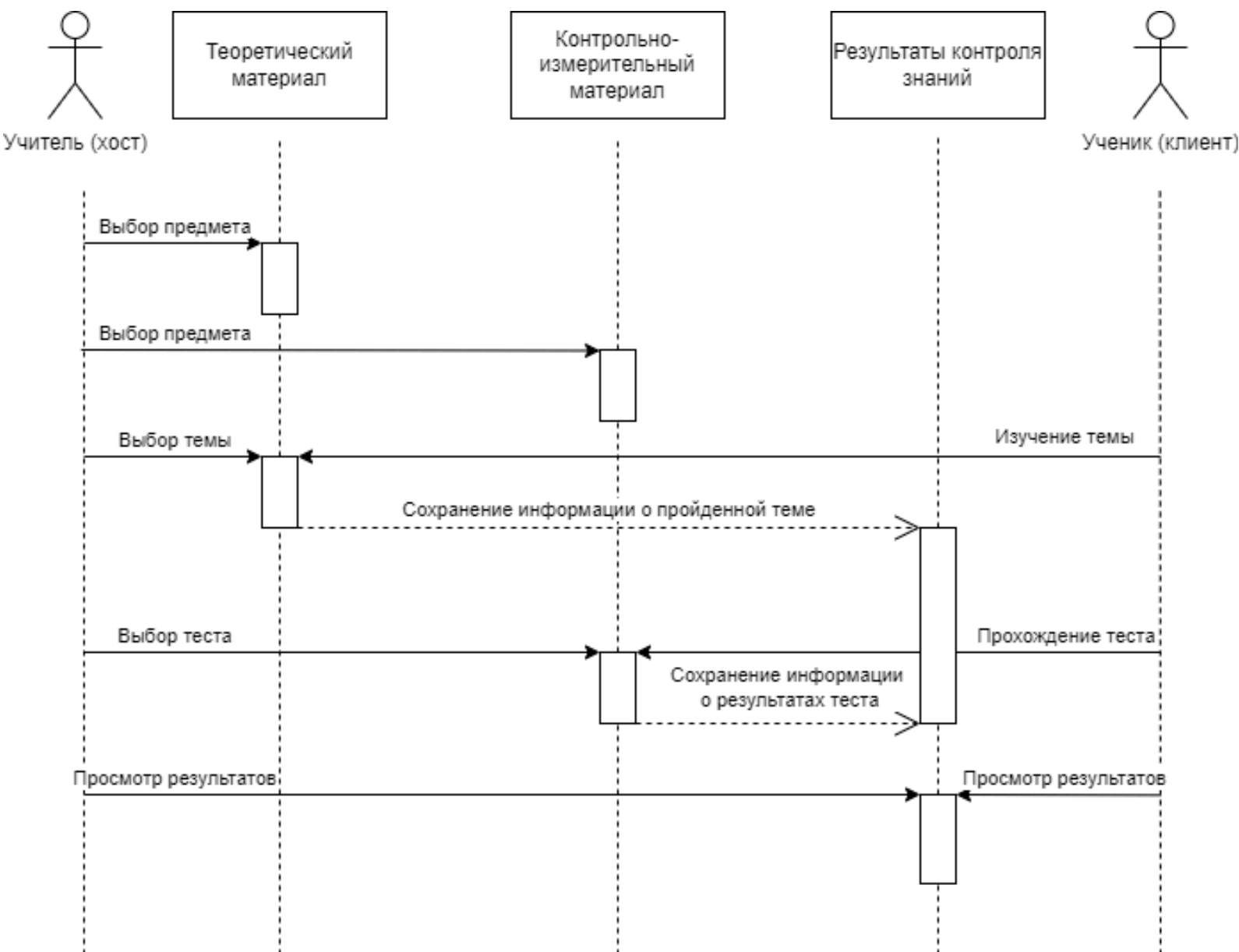


Рисунок 4 - Диаграмма последовательности “Прохождение тестирования”

2.6 Диаграмма компонентов

В диаграмме компонентов VREducation присутствуют четыре основных блока: UI, Компоненты, Бизнес-логика и БД.

В блоке “UI” содержатся основные интерфейсные компоненты, необходимые для корректной работы приложения, такие как экраны регистрации, главный экран, экран настроек, экран статистики и экран поддержки:

- registration_screen
- main_screen
- settings_screen
- stats_screen
- support_screen

Блок компонентов содержит файлы расширения .cpp, которые реализуют функционал UI компонентов. Эти компоненты включают в себя реализации активностей и функций обработки событий для каждого интерфейсного элемента, такие как активности регистрации, восстановления пароля, входа в систему, главной активности, активности настроек, активности просмотра статистики, активности создания и просмотра обращений в службу технической поддержки:

- RegistrationActivity.cpp
- PassRecovery.cpp
- LoginActivity.cpp
- MainActivity.cpp
- SettingsActivity.cpp
- ViewStatActivity.cpp
- CreateSupportActivity.cpp
- ViewSupportActivity.cpp

В блоке “Бизнес-логика” содержатся компоненты, объединяющие файлы расширения .cpp, которые создают модули приложения. Эти компоненты включают в себя менеджеры аутентификации, обработчики запросов, менеджеры настроек, менеджеры статистики, менеджеры поддержки и менеджеры данных:

- AuthManager.cpp
- QueryProcessor.cpp
- SettingsManager.cpp
- StatManager.cpp
- SupportManager.cpp
- DataManager.cpp

В блоке БД находятся таблицы, которые необходимы для корректной работы системы, которые включают в себя информацию о пользователях, статистике, электронном дневнике, обращениях в службу технической поддержки, последней активности пользователей, ответах сотрудников службы технической поддержки и о самих сотрудниках технической поддержки:

- Пользователи.table
- Статистика тестов.table
- Статистика уроков.table
- Статистика экспериментов.table
- Электронный дневник.table
- Обращения в СТП.table
- Последняя активность.table
- Ответы сотрудников СТП.table
- Сотрудники СТП.table

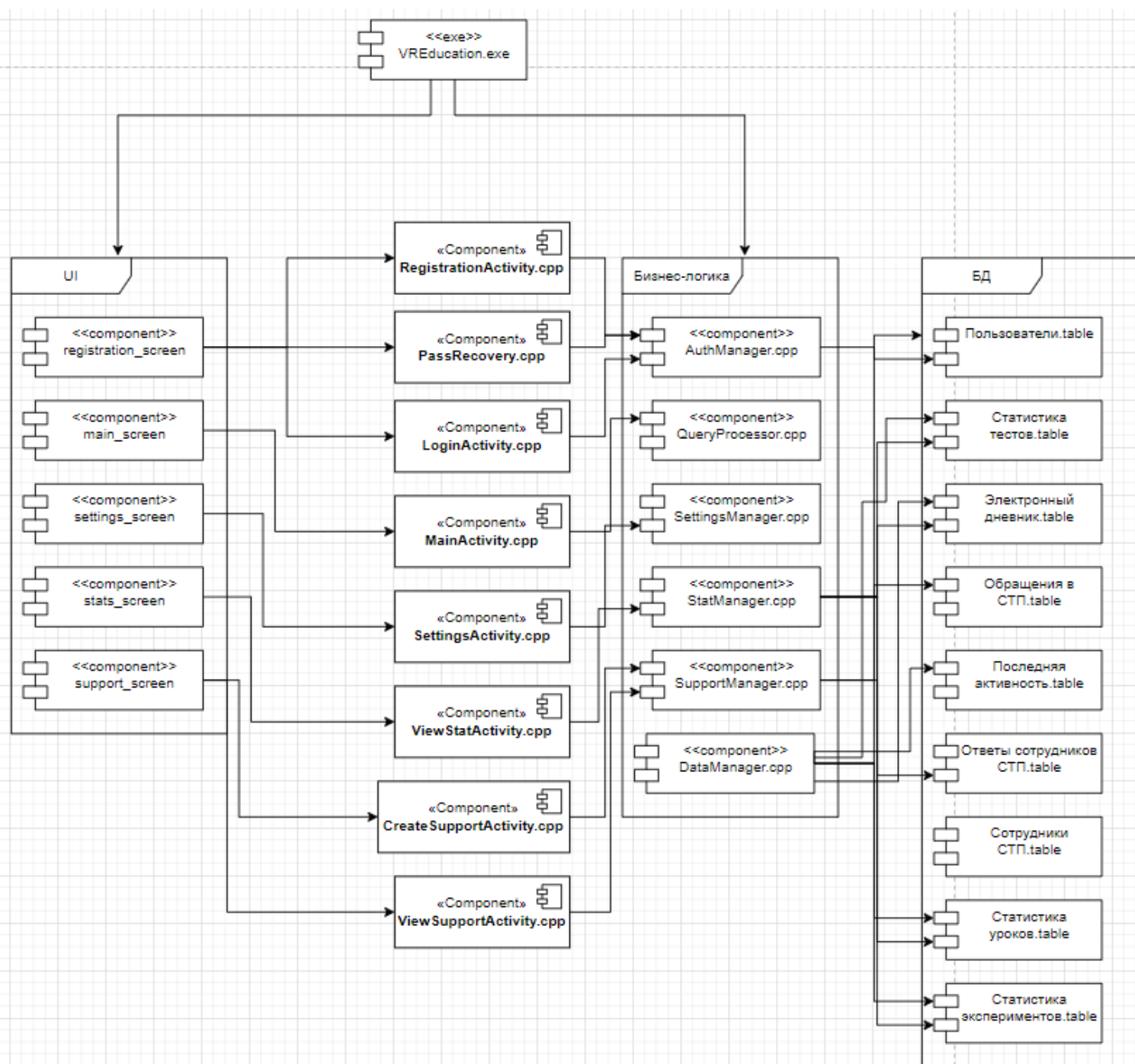


Рисунок 5 - диаграмма компонентов

2.7 Диаграмма развертывания

На диаграмме развертывания VREducation представлены 4 узла, необходимо для корректной работы VREducation:

- VREducation.exe (приложение)
 - Развертывается на персональном компьютере пользователя. Приложение предоставляет пользователю доступ к функционалу системы VREducation.
- Электронный дневник (сторонняя информационная система):
 - Представляет собой внешнюю систему, к которой периодически направляются запросы по API. Электронный дневник предоставляет информацию об оценках ученика и другие необходимые образовательные данные.
- База данных:
 - Содержит таблицы, необходимые для хранения данных системы VREducation, включая информацию о пользователях, статистику, обращения в службу технической поддержки, последнюю активность пользователей, ответы сотрудников службы технической поддержки и информацию о сотрудниках службы технической поддержки.
- Интернет:
 - Представляет собой узел, связующий все части системы между собой.

Связь между узлами осуществляется по протоколу TCP/IP, который обеспечивает передачу данных между узлами в сети Интернет. TCP/IP используется для установления соединения и обмена данными между VREducation.exe и электронным дневником, а также между VREducation.exe и базой данных.

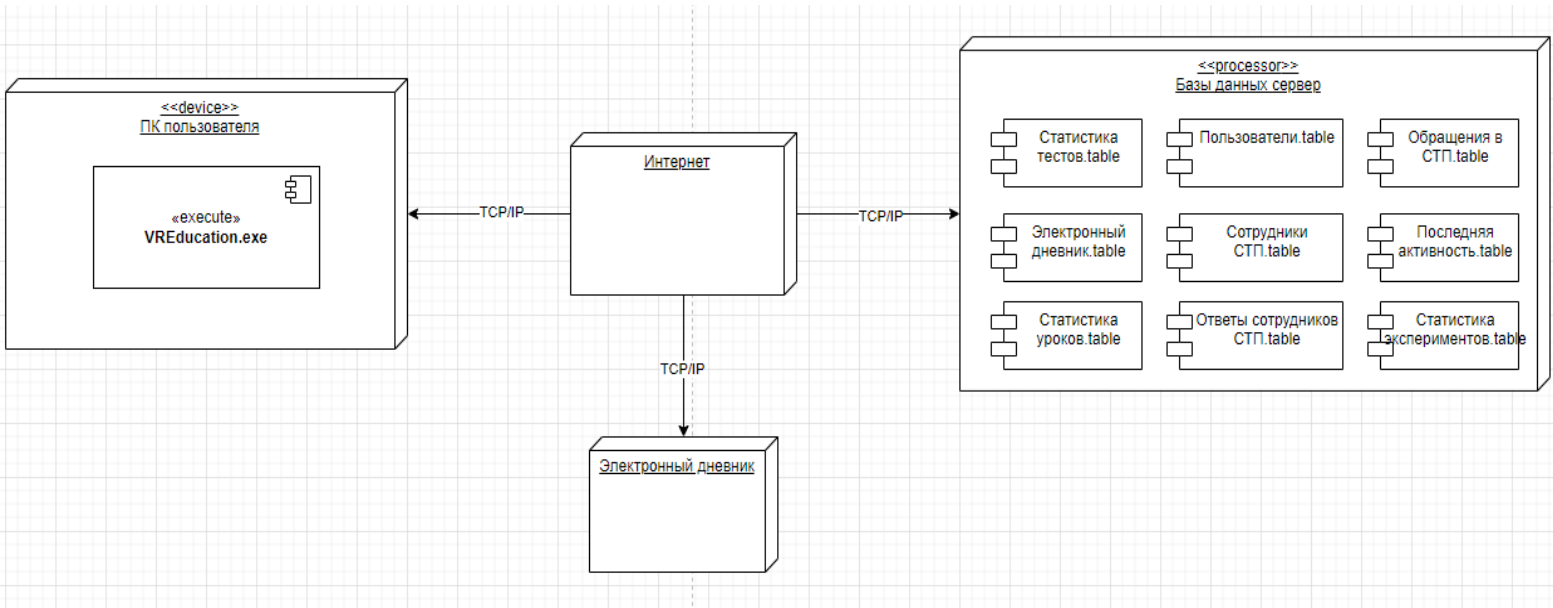


Рисунок 6 - Диаграмма развертывания

2.8 Разработка части системы и макетов интерфейса

При создании VREducation, как игры в VR, критически важно обеспечить высокий уровень визуального качества, стабильную производительность и комфортный пользовательский опыт. Unreal Engine 5 (UE5) является одним из самых передовых игровых движков, предоставляющим мощные инструменты для реализации иммерсивных проектов. Основными причинами, по которым UE5 был выбран для разработки VREducation, являются:

1. Передовые технологии рендеринга: Lumen и Nanite

Lumen - это технология, в реальном времени рассчитывающая освещение, отражения и затенение. В VR это особенно важно, так как игрок находится внутри виртуального мира, и любые визуальные артефакты могут разрушить погружение. Lumen позволяет добиться кинематографического качества графики без необходимости ручной настройки света для каждого кадра.

Nanite - виртуализированная геометрия, которая позволяет автоматически создавать уровни детализации объектов (LOD). В VR, где важна детализация окружения, Nanite обеспечивает высокий уровень реализма, автоматически адаптируя уровень детализации (LOD) в зависимости от расстояния до объекта.

2. Оптимизация под VR

UE5 поддерживает Foveated Rendering - технология рендеринга, при которой используется eye tracker, интегрированный с гарнитурой виртуальной реальности, для снижения нагрузки на рендеринг за счет значительного снижения качества изображения при периферийном зрении и DLSS/FSR - алгоритмы апскейлинга для повышения FPS без потери качества.

Движок позволяет гибко настраивать рендеринг под разные VR-устройства (Meta Quest², Valve Index, PSVR2 и др.), что важно для кросс-платформенной разработки.

Также UE5 имеет встроенные системы для трекинга движений, физических взаимодействий и тактильной обратной связи, что упрощает разработку иммерсивного геймплея.

3. Удобство разработки и поддержка VR

UE5 поддерживает возможность быстрого прототипирования игровой логики с помощью визуального скриптинга (Blueprint) и при необходимости переходить на C++ для оптимизации.

В UE5 присутствуют встроенные инструменты для создания реалистичных персонажей, также UE5 предоставляет поддержку OpenXR, SteamVR, Oculus SDK⁴ и других VR-стандартов.

Далее будут показаны картинки возможных сцен, объектов и blueprint:

² Принадлежит компании Meta, признанной экстремистской и запрещённой на территории РФ

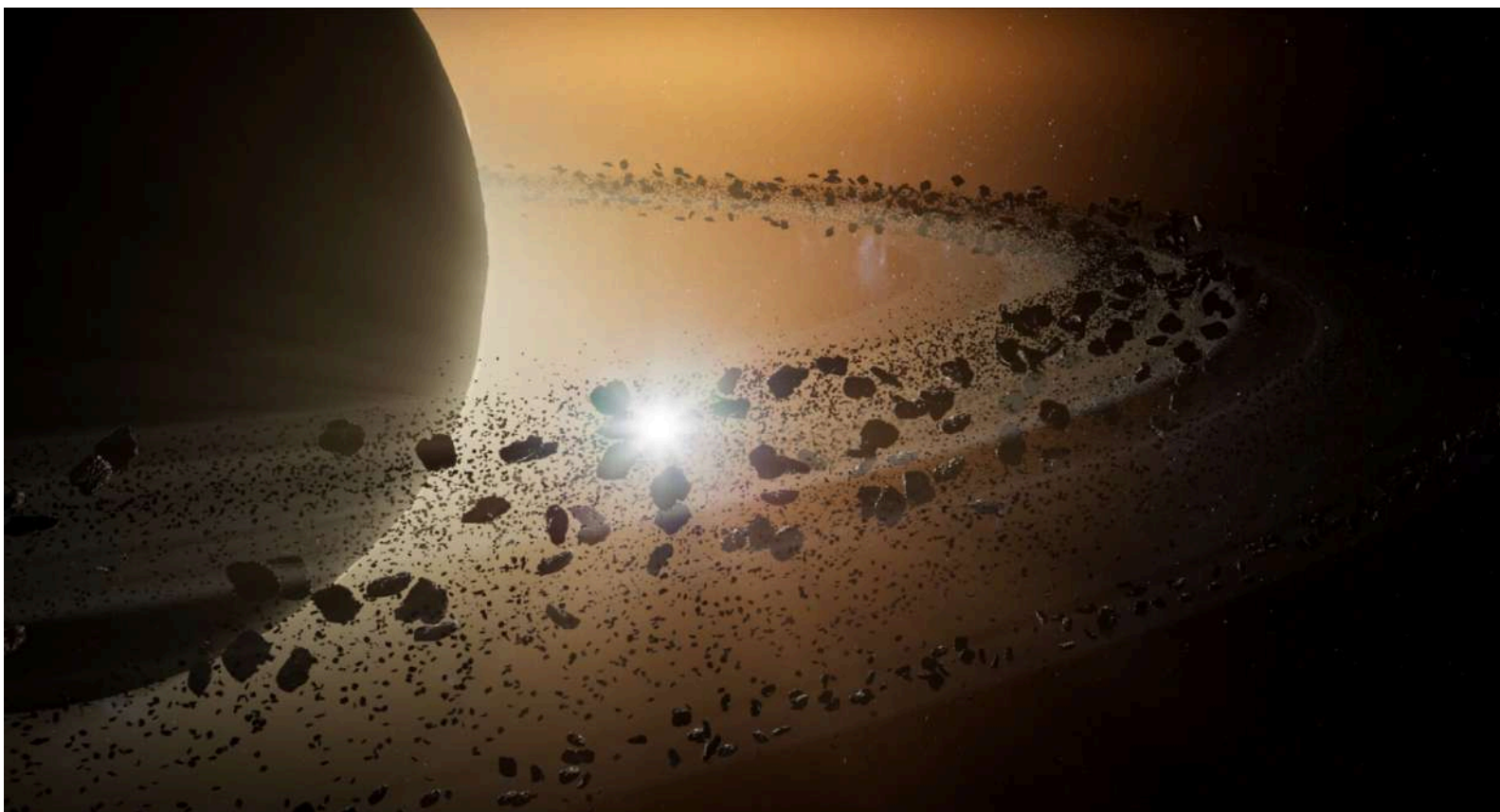


Рисунок 7.1 - макет сцены для урока астрономии

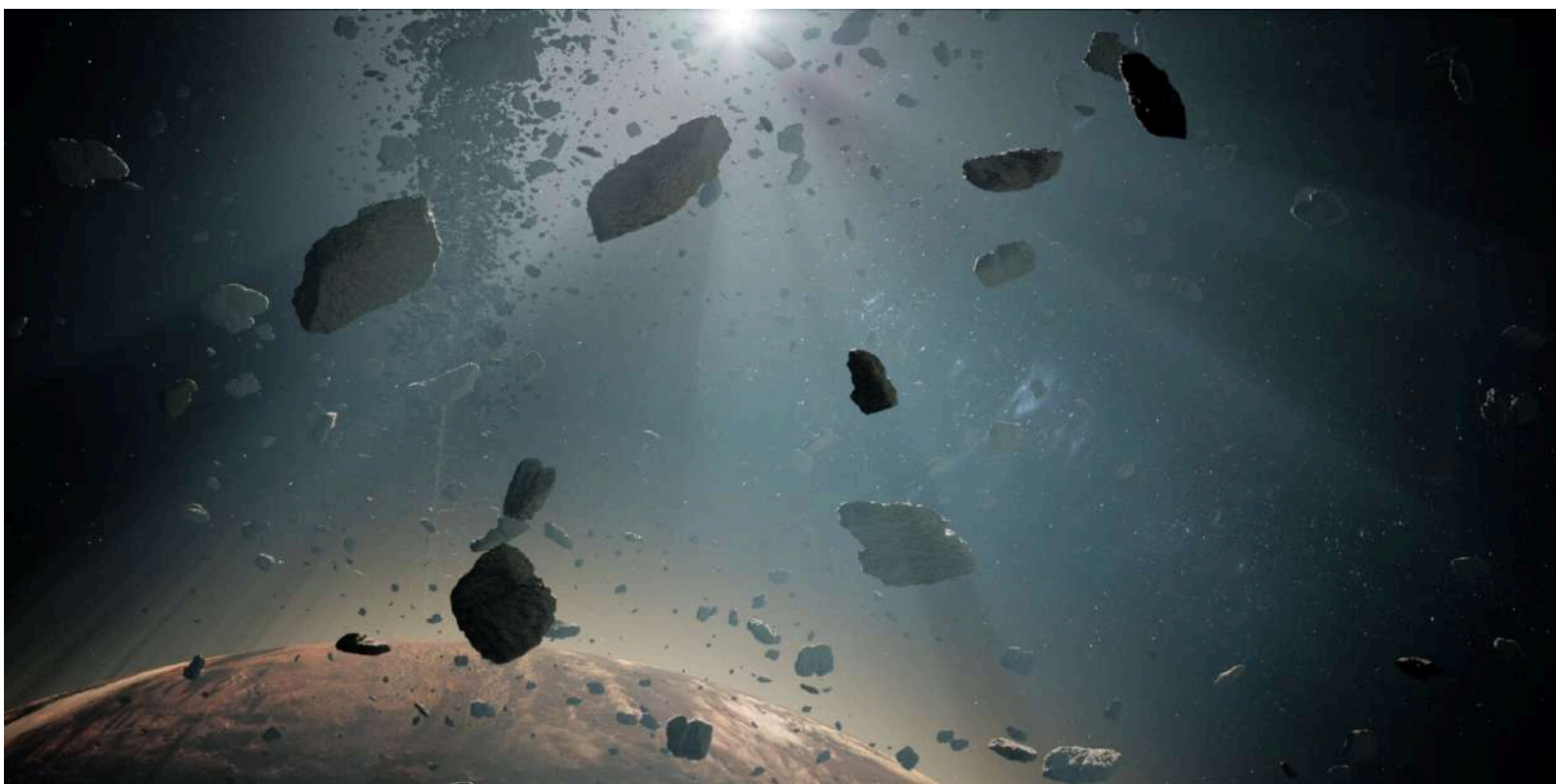


Рисунок 7.2 - макет сцены для урока астрономии



Рисунок 8.1 - макет сцены парка



Рисунок 8.2 - макет сцены парка



Рисунок 9.1 - макет сцены для урока истории



Рисунок 9.2 - макет сцены для урока истории

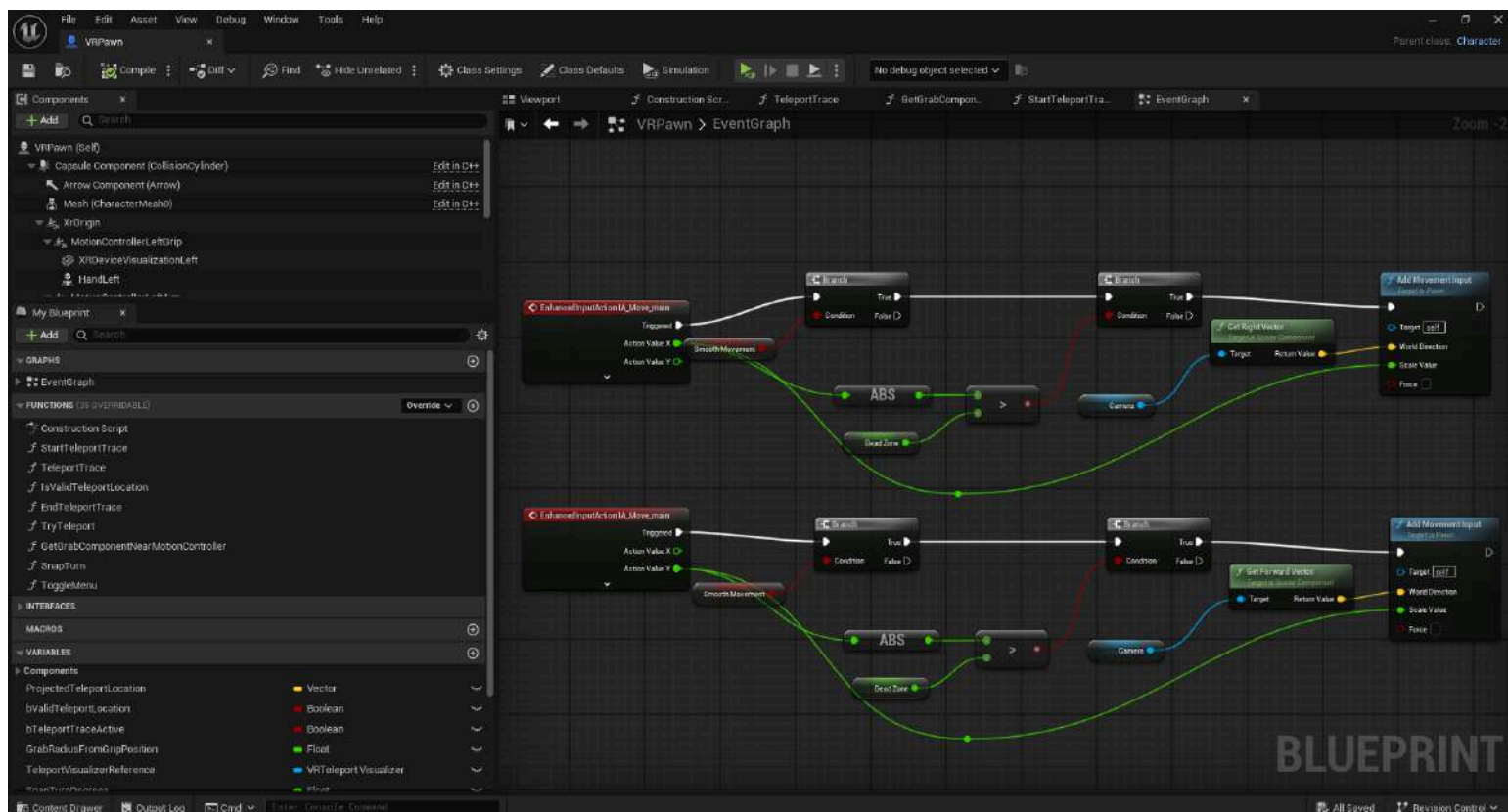


Рисунок 10.1 - blueprint с логикой передвижения, часть 1

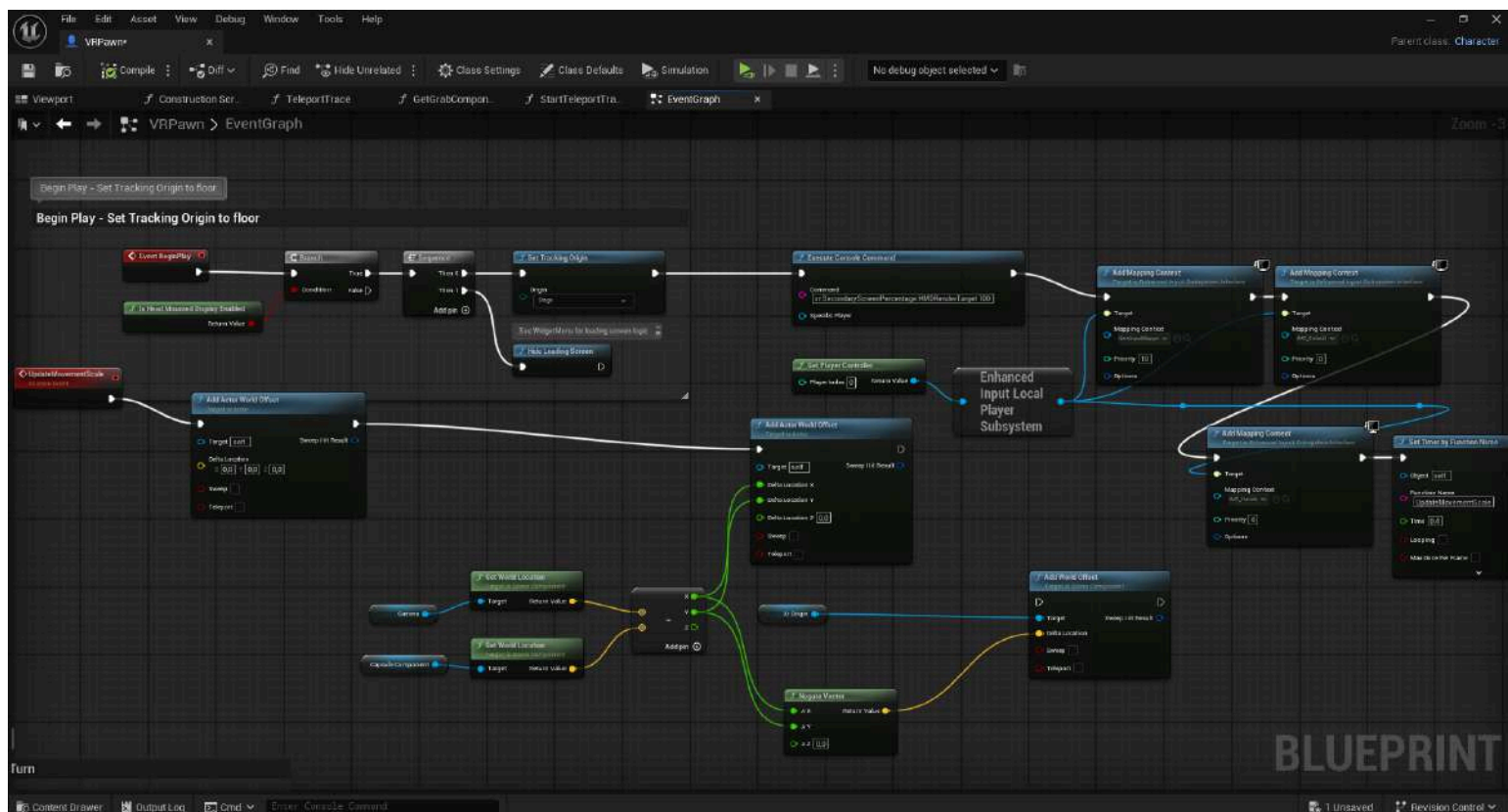


Рисунок 10.2 - blueprint с логикой передвижения, часть 2

Create an account

Full name

Email

example.email@gmail.com

Password

Enter at least 8+ characters



Sign in

Or sign in with



Рисунок 11.1 - Макет страницы создания аккаунта

Sign in

Email

example.email@gmail.com

Password

Enter at least 8+ characters



☒ Remember me [Forgot password?](#)

Sign in

Or sign in



Рисунок 11.2 - Макет страницы авторизации

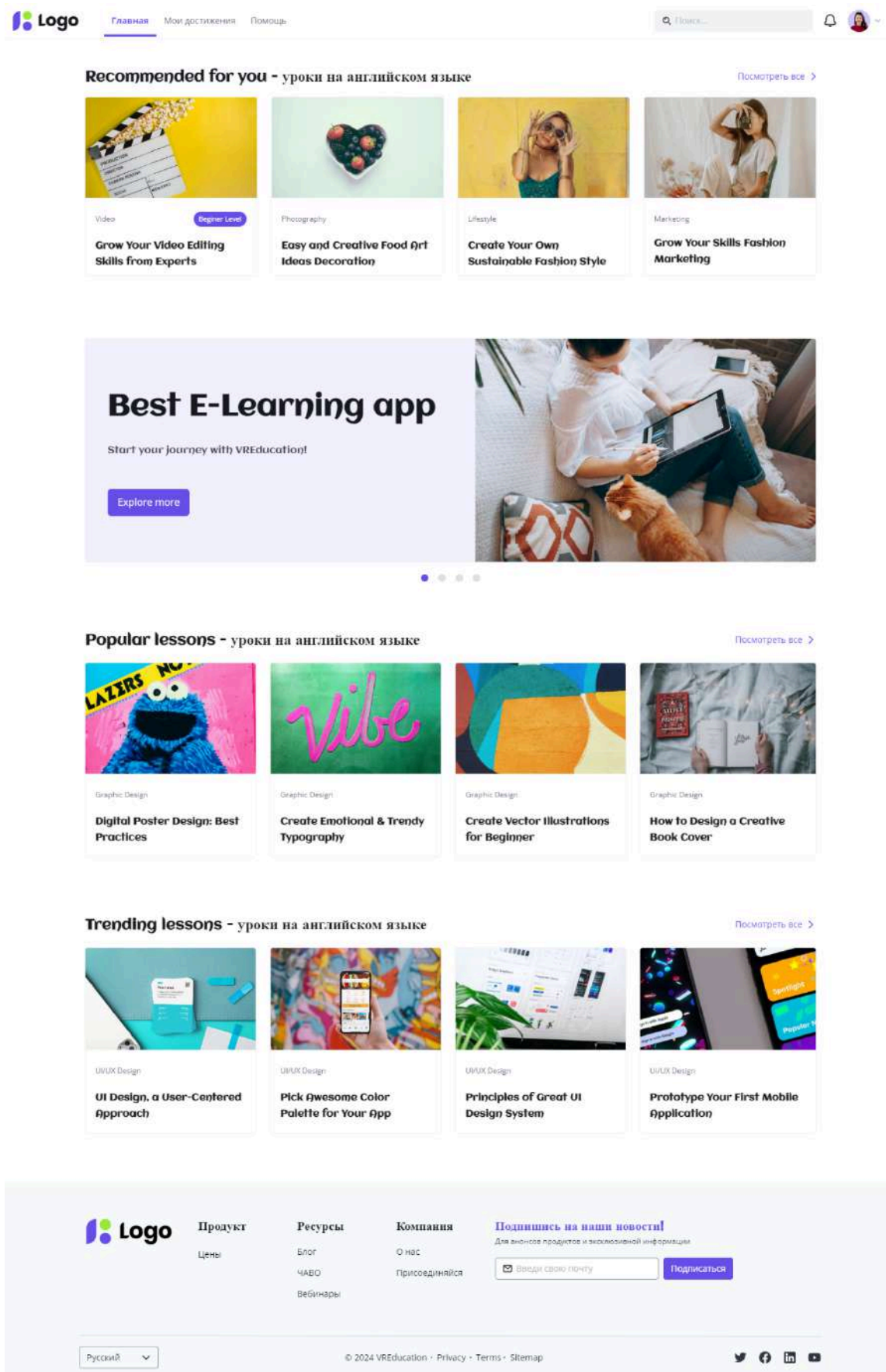


Рисунок 11.3 - Макет главной страницы сайта VREducation

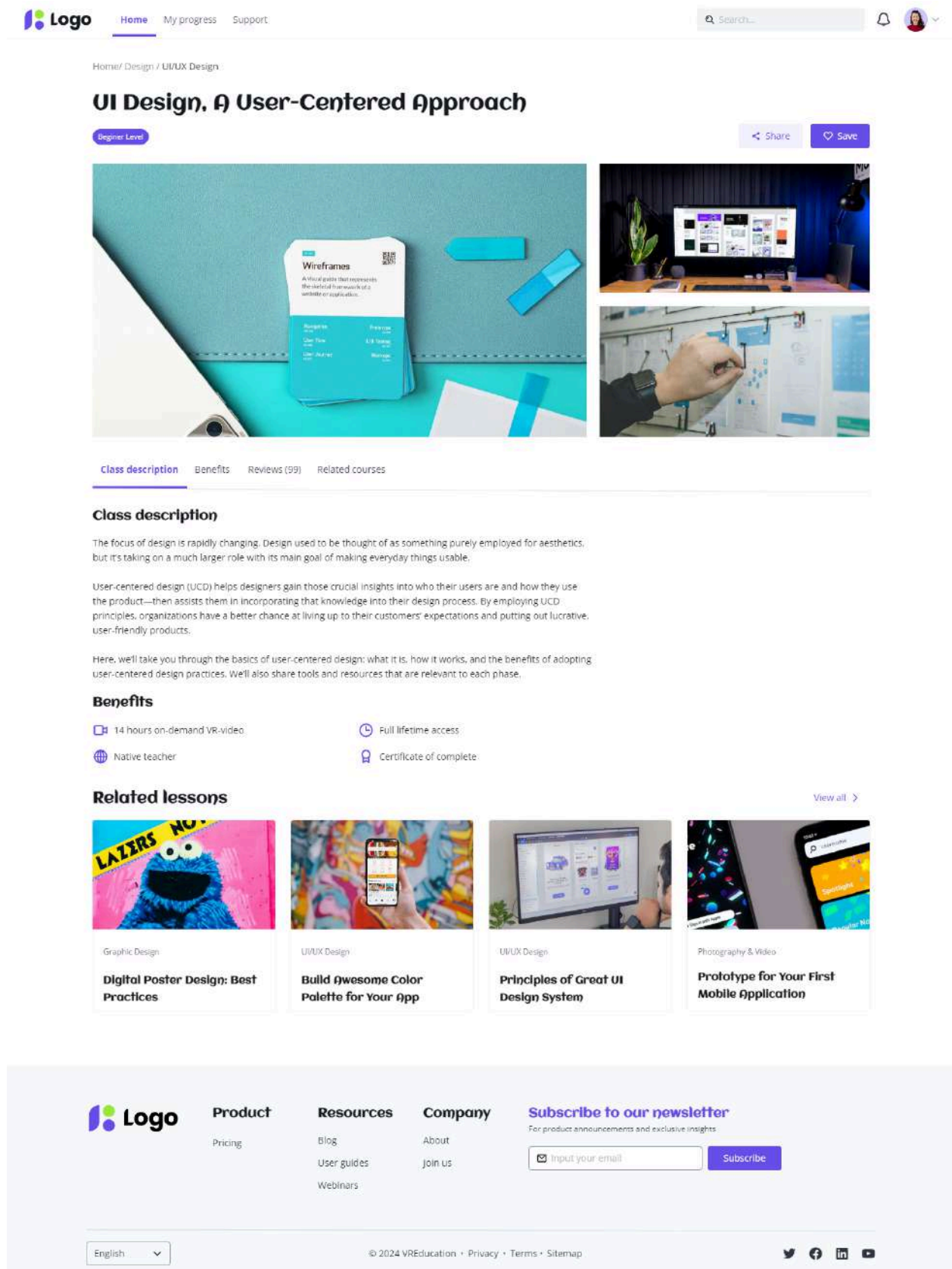


Рисунок 11.4 - Макет страницы сайта VREducation

Заключение

Создание виртуальной образовательной среды VREducation представляет собой перспективное и инновационное решение для современной образовательной сферы. Сам проект обладает рядом ключевых преимуществ и возможностей для масштабирования, что делает VREducation уникальным и востребованным продуктом в сфере образования.

Реализация VREducation позволит повысить вовлеченность учащихся в образовательный процесс, стимулировать интерес и мотивацию учащихся к изучению новых, ранее не интересовавших их наук и дисциплин, а также предоставит возможность практического обучения для каждого учащегося в независимости от его местонахождения.

Разработка VREducation включает в себя не только программную сторону, но и тщательное изучение образовательных методик и возможное их дополнение, что поможет создать полноценный продукт, призванный повысить образовательную ценность и стать частью общего образовательного процесса.

Список литературы

1. "Виртуальная реальность и обучение" под редакцией А. В. Кузнецова и В. Ф. Лукьянова.
2. "Информационные технологии в образовании" под редакцией А. Л. Кузнецова и А. И. Шпагина.
3. "Цифровые образовательные ресурсы в университетском образовании" под редакцией В. И. Жуковского и И. Л. Моисеева.
4. "Образовательные технологии в цифровую эпоху: тенденции, исследования, практики" под редакцией О. В. Мартыновой и С. В. Кривенкова.
5. "Виртуальные миры в образовании" под редакцией В. Ф. Лукьянова и А. А. Петрова.
6. "Образовательные технологии: Модели, методы, опыт" под редакцией Ю. К. Бабанского и Н. В. Летуновского.
7. "Образование в виртуальной реальности: новые парадигмы и технологии" под редакцией С. В. Кривенкова и В. Ф. Лукьянова.
8. "Virtual Reality: Concepts and Technologies" by Philippe Fuchs, Olivier Hugues, and Guillaume Moreau.
9. "Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile" by Tony Parisi.
10. "Educational Technology: A Definition with Commentary" by Alan Januszewski and Michael Molenda.
11. "Design for How People Learn" by Julie Dirksen.
12. "VR Education: A History" by Hanna Wirman.
13. "Handbook of Research on Educational Communications and Technology" edited by J. Michael Spector.
14. "The Theory and Practice of Online Learning" by Terry Anderson.

- 15.ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания [Текст] – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 10 с.
- 16.ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения [Текст] – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 14 с.
- 17.ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
- 18.ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств.
- 19.ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.
- 20.ГОСТ 7.32-2001. Научно-исследовательская работа. Структура и правила оформления – Взамен ГОСТ 7.32-91; введ. 2002-07-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 2001. – 16 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
- 21.ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82; введ. 2004-07-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 2004. – 166 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
- 22.ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления – Введ. вперв. 2002-07-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии

и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 2001. – 23 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

Приложения

Приложение 1

Сценарий использования "Авторизация":

Вариант использования	Авторизация
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Ранее зарегистрированный пользователь выполняет вход в VREducation
Цель	Получение доступа к содержимому игры
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяется: Восстановление пароля
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Авторизация"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь заходит в VREducation	
	2. Система проверяет наличие у игрока лицензии VREducation
	исключение 1: отсутствие лицензии
	3. Система направляет пользователя на страницу авторизации
4. Пользователь вводит логин/пароль и нажимает "Войти"	
	5. Система сравнивает данные пользователя с введенными
	исключение 2: неверные логин/пароль
	исключение 2.1: восстановление пароля
	исключение 3: Нет ответа от БД
	6. Система предоставляет доступ к VREducation

Исключения сценария выполнения варианта использования "Авторизация"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: отсутствие лицензии	
	2.1 Система уведомляет пользователя об отсутствии лицензии VREducation
	2.2 Система прекращает дальнейшее взаимодействие с пользователем
Исключение 2: неверные логин/пароль	
	5.1 Просит повторить попытку
5.2 Пользователь заново вводит пароль/логин	
	5.3 Система сравнивает данные пользователя с введенными
	исключение 2.1: восстановление пароля
	5.4 Система предоставляет доступ к VREducation
Исключение 2.1 восстановление пароля	
	5.4 Система предлагает пройти процедуру по восстановлению пароля
5.5 Пользователь соглашается	
исключение 2.2: Пользователь отказывается от восстановления пароля	
	5.6 Система направляет пользователя на вкладку восстановления пароля
Исключение 2.2: Пользователь отказывается от восстановления пароля	
5.5 Пользователь отказывается от процедуры восстановления пароля	
	5.6 Система направляет пользователя на вкладку авторизации
Исключение 3: Нет ответа от БД	
	5.1 Система не получает ответа от БД или получает ошибку
	5.2 Система уведомляет пользователя об ошибке и предлагает обратиться в тех. поддержку или попробовать повторить запрос

Таблица 5 - Сценарий использования "Авторизация":

Приложение 2

Сценарий использования "Просмотр уроков":

Вариант использования	Просмотр уроков
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Пользователь работает со списком доступных задач
Цель	Получить список предметов и уроков с экспериментами по ним, выбрать предмет и урок/эксперимент, перейти к описанию урока/эксперимента
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяется: Прохождение тестирования
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Просмотр уроков"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь, передвигаясь по лобби, выбирает дверь с названием предмета	
	2. Система подгружает набор доступных уроков и экспериментов в рамках предмета
	3. Система предоставляет пользователю список доступных уроков и экспериментов и их краткое описание
4. Пользователь выбирает урок или эксперимент (например, предмет: астрономия, урок: "Строение Солнечной системы")	
исключение 1: пользователь отказывается от выбора урока или эксперимента	
	5. Система запускает blueprint (код) для получения данных о задаче
	6. Система загружает пользователя в окружение урока, куда уже подгрузились данные с помощью blueprint

Исключения сценария выполнения варианта использования "Просмотр уроков"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: пользователь отказывается от выбора урока	
4. Пользователь закрывает окно выбора урока/эксперимента	
	4.1 Система выгружает набор доступных уроков/экспериментов в рамках ранее выбранного предмета
	4.2 Система возвращает игрока в лобби для выбора предмета

Таблица 6 - Сценарий использования "Просмотр уроков"

Приложение 3

Сценарий использования "Просмотр статистики":

Вариант использования	Просмотр статистики
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Пользователь переходит в раздел статистики и может увидеть основные достижения и результаты
Цель	Просмотреть статистику, получить необходимую информацию
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Просмотр статистики"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь переходит в раздел статистики	
	2. Система получает необходимую информации о пользователе
	исключение 1: Нет ответа от БД
	3. Система отправляет игрока в раздел лобби, отведенный под статистические данные пользователя
	4. Система отображает пользователю его статистику
Исключения сценария выполнения варианта использования "Просмотр статистики"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: Нет ответа от БД	
	2.1 Система не получает ответа от БД

	2.2 Система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки
--	---

Таблица 8 - Сценарий использования "Просмотр статистики"

Приложение 4

Сценарий использования "Отправить сообщение СТП":

Вариант использования	Отправить сообщение СТП
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Сообщить тех.поддержке о возникшей проблеме и получить консультацию или решение проблемы
Цель	Решить возникшую тех. проблему
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Отправить сообщение СТП"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь переходит в раздел чата с тех. поддержкой	
	2. Система открывает окно чата с тех. поддержкой
3. Пользователь пишет сообщение в чат	
	4. Система считывает сообщение и отправляет информацию в бд
	исключение 1: Нет ответа то БД
	5. Система назначает сотрудника технической поддержки, ответственного за обращение
	6. Система отправляет уведомление сотруднику технической поддержки
	7. Система получает сообщение от сотрудника технической поддержки и записывает его в БД
	исключение 2: Нет ответа то БД
	8. Система ожидает сообщения пользователя для повторения итерации

Исключения сценария выполнения варианта использования "Отправить сообщение СТП"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1, 2: Нет ответа от БД	
	Система не получает ответа от БД
	Система просит пользователя повторить попытку позже

Таблица 9 - Сценарий использования "Отправить сообщение СТП"

Приложение 5

Сценарий использования "Восстановление пароля":

Вариант использования	Восстановление пароля
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Пользователь забыл пароль от аккаунта и пытается его восстановить
Цель	Восстановить пароль
Тип	Зависимый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяет: Авторизация
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Восстановление пароля"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь заполняет форму для смены пароля	
	2. Система проверяет корректность заполненных данных
	исключение 1: данные не являются корректными
	3. Система отправляет письмо с подтверждением на почту
	исключение 2: невозможно отправить письмо на почту
4. Пользователь переходит в почту и подтверждает смену пароля	
	5. Система отправляет запрос в БД на смену пароля
	исключение 3: нет ответа от БД
Исключения сценария выполнения варианта использования "Восстановление пароля"	

Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: данные не являются корректными	
	2.1 Система отправляет запрос в БД, чтобы посмотреть не занят ли выбранный пользователем никнейм
	исключение 3: Нет ответа от БД
	2.2 Система находит несоответствие между допустимыми и введенными данными
	2.3 Система указывает пользователю на ошибку и просит внести изменения
2.4 Пользователь вводит измененные данные	
Исключение 2: невозможно отправить письмо на почту	
3.1 Пользователь нажимает кнопку "Заново отправить письмо"	
	3.2 Система снова отправляет письмо с подтверждением
Исключение 3: нет ответа от БД	
	5.1 Система не получает ответа от БД
	5.2 Система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки

Таблица 10 - Сценарий использования "Восстановление пароля"

Приложение 6

Сценарий использования "Предоставление данных":

Вариант использования	Предоставление данных
Актеры	Электронный дневник
Краткое описание	Предоставление необходимых данных с помощью API электронного дневника
Цель	Получить данные для их отображения в VREducation
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Предоставление данных"	
Действия системы	Отклик электронного дневника
1. Система делает запросы на предоставление информации каждый день в 00:00	
	2. Электронный дневник с помощью API предоставляет информацию
3. Система проверяет очередь на наличие предоставляемых данных	
4. Система проверяет корректность предоставляемых данных	
исключение 1: данные не являются корректными	
5. Система вносит в базу данных всю информацию	
исключение 2: нет ответа от БД	
6. Система отправляет AckRequest о получении данных	
Исключения сценария выполнения варианта использования "Предоставление данных"	

Действия системы	Отклик электронного дневника
Исключение 1: данные не являются корректными	
4.1 Система проверяет предоставляемые данные на отсутствие ошибочных (лишних) данных (предоставляются только те данные, которые были запрошены)	
исключение 2: Нет ответа от БД	
4.2 Система находит несоответствие между допустимыми и предоставляемыми данными	
4.3 Система забирает необходимые данные	
4.4 Система регистрирует инцидент с передачей ошибочных данных	
Исключение 2: нет ответа от БД	
5.1 Система не получает ответа от БД	
5.2 Система не забирает получаемые данные и оставляет их в очереди сообщений	

Таблица 11 - Сценарий использования "Предоставление данных"

Приложение 7

Сценарий использования "Выбор задания для уточнения":

Вариант использования	Выбор задания для уточнения
Актеры	Пользователь
Краткое описание	Ученик выбрал предмет и урок, урок предусматривает прохождение теста по ранее пройденному материалу, пользователь прошёл тест и выбрал задание для более детального объяснения
Цель	Выбор задания для уточнения
Тип	Базовый
Ссылки на другие варианты использования	Расширяет: Прохождение тестирования
Типичный ход событий сценария выполнения варианта использования "Выбор задания для уточнения"	
Действия актера	Отклик системы
1. Пользователь выбирает одну из задач блока тестирования и открывает более подробную информацию о ней	
	2. Система обращается к БД и подгружает информацию о решении данной задачи
	исключение 1: нет ответа от БД
	3. Система показывает пользователю правильное решение и объяснение
Исключения сценария выполнения варианта использования "Выбор задания для уточнения"	
Действия актеров	Отклик системы
Исключение 1: нет ответа от БД	
	2.1 Система отправляет запрос в БД
	2.2 Система не получает ответа от БД

	2.3 Система просит пользователя повторить попытку позже или обратиться в службу технической поддержки
--	---

Таблица 12 - Сценарий использования "Выбор задания для уточнения"

Приложение 8

Диаграмма последовательности "Просмотр уроков":

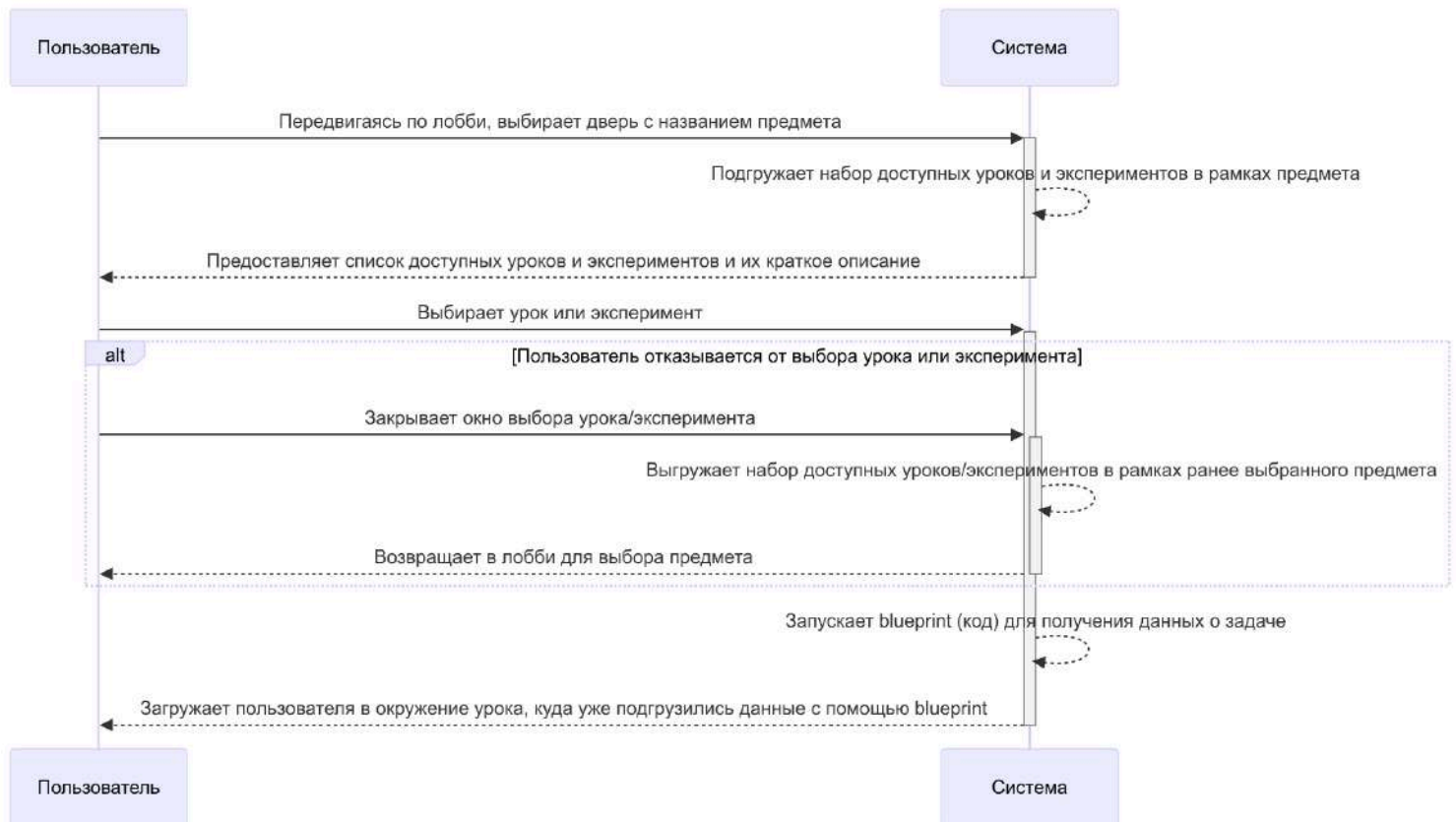


Рисунок 12 - Диаграмма последовательности "Просмотр уроков"

Приложение 9

Диаграмма последовательности "Выбор задания для уточнения":

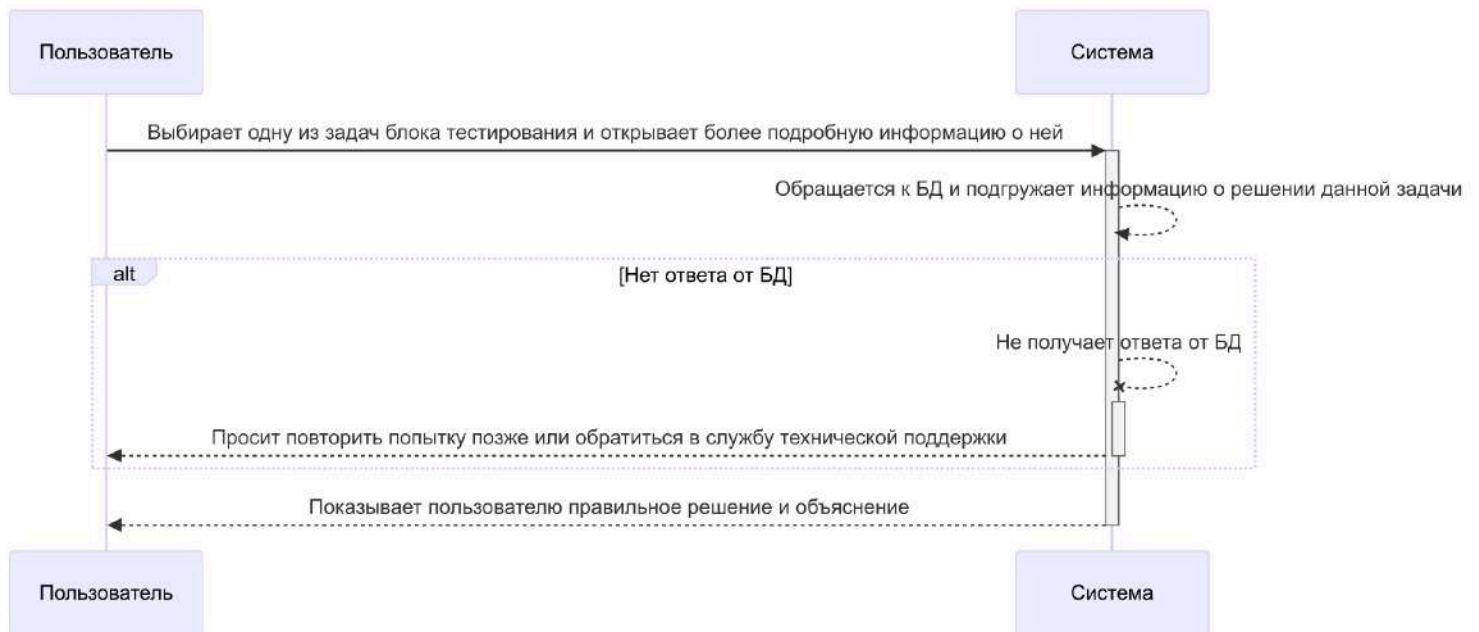


Рисунок 13 - Диаграмма последовательности "Выбор задания для уточнения"

Приложение 10

Диаграмма последовательности "Просмотр статистики":

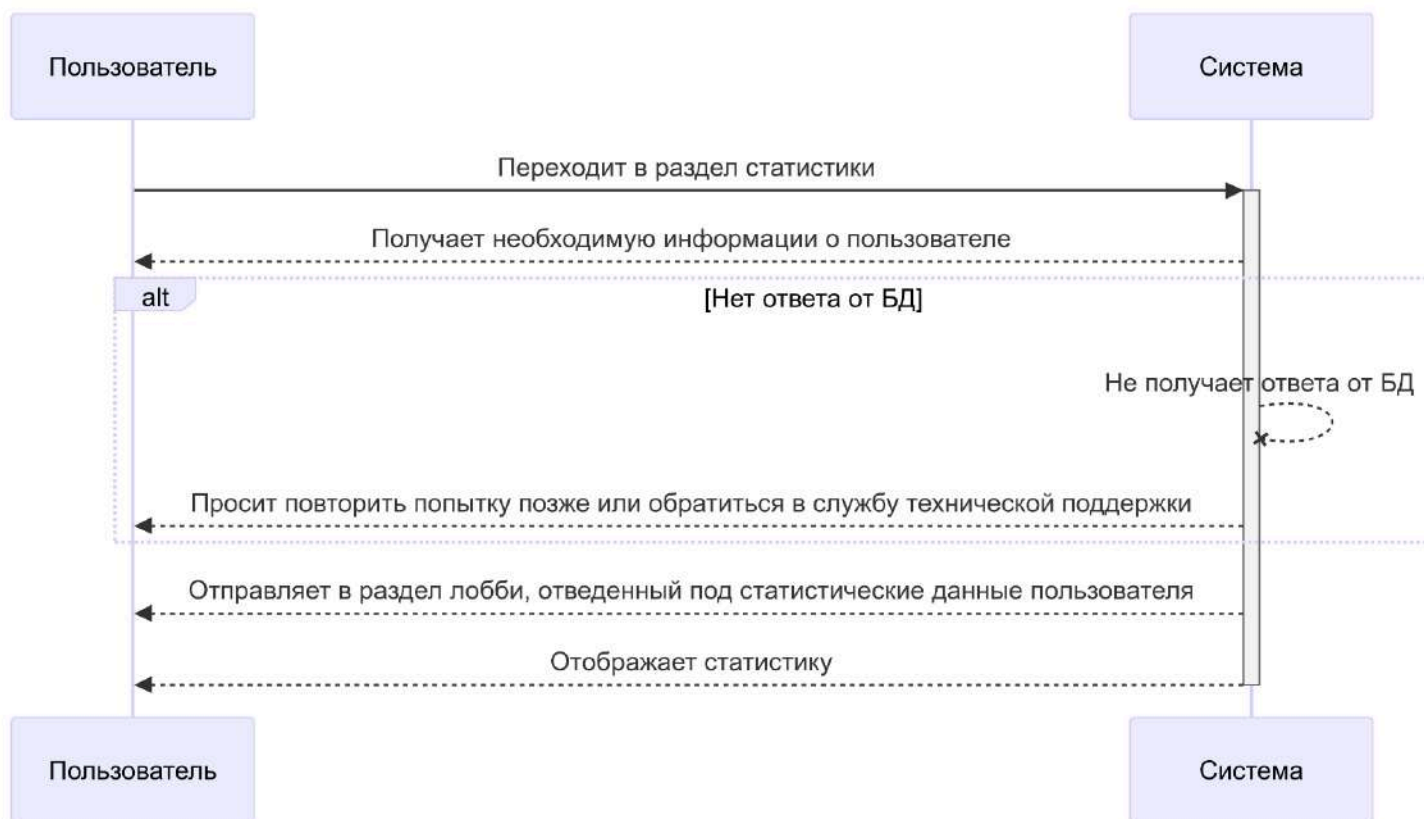


Рисунок 14 - Диаграмма последовательности "Просмотр статистики"

Приложение 11

Диаграмма последовательности "Отправить сообщение тех.поддержке":

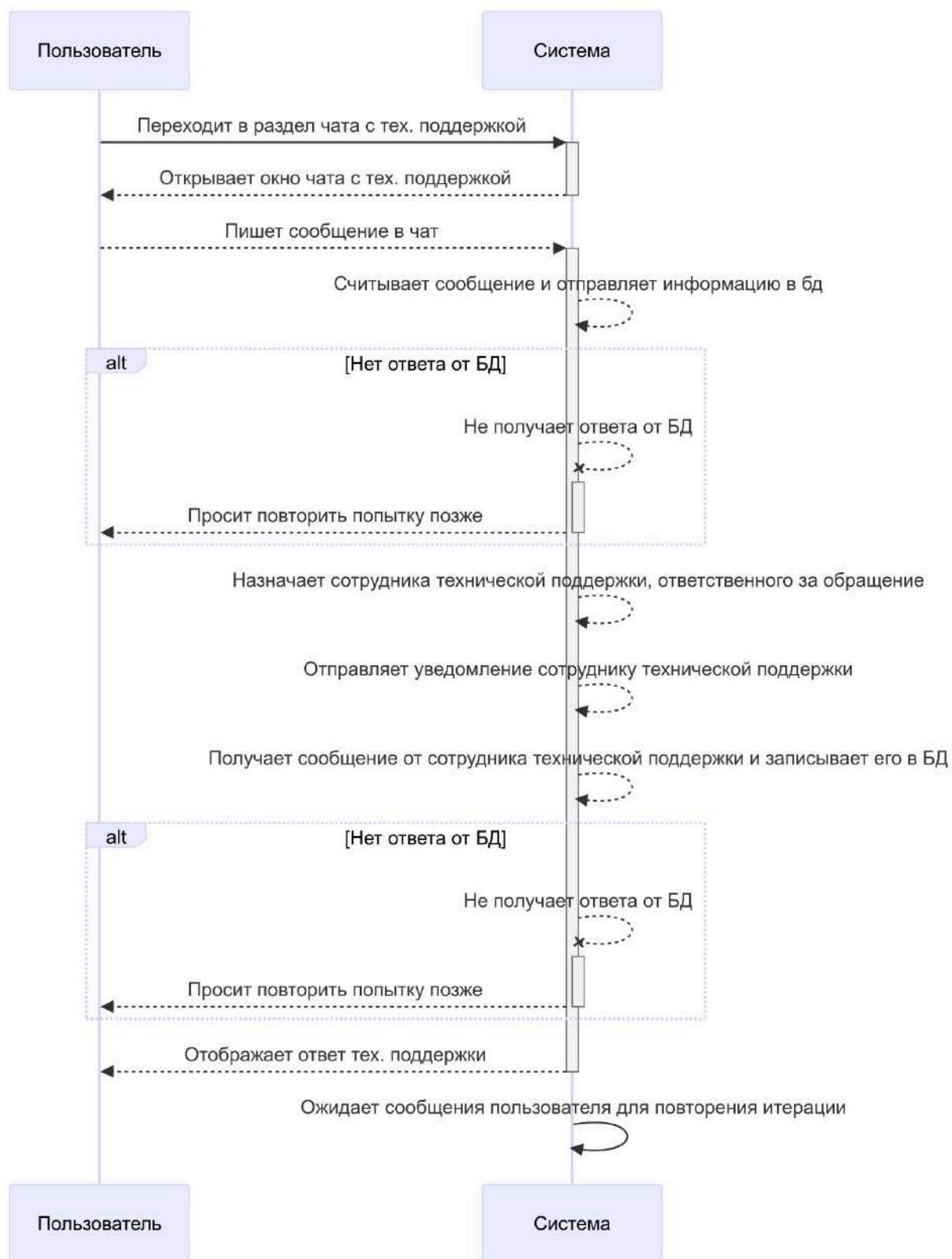


Рисунок 15 - Диаграмма последовательности "Отправить сообщение тех.поддержке"

Приложение 12

Диаграмма последовательности "Восстановление пароля":

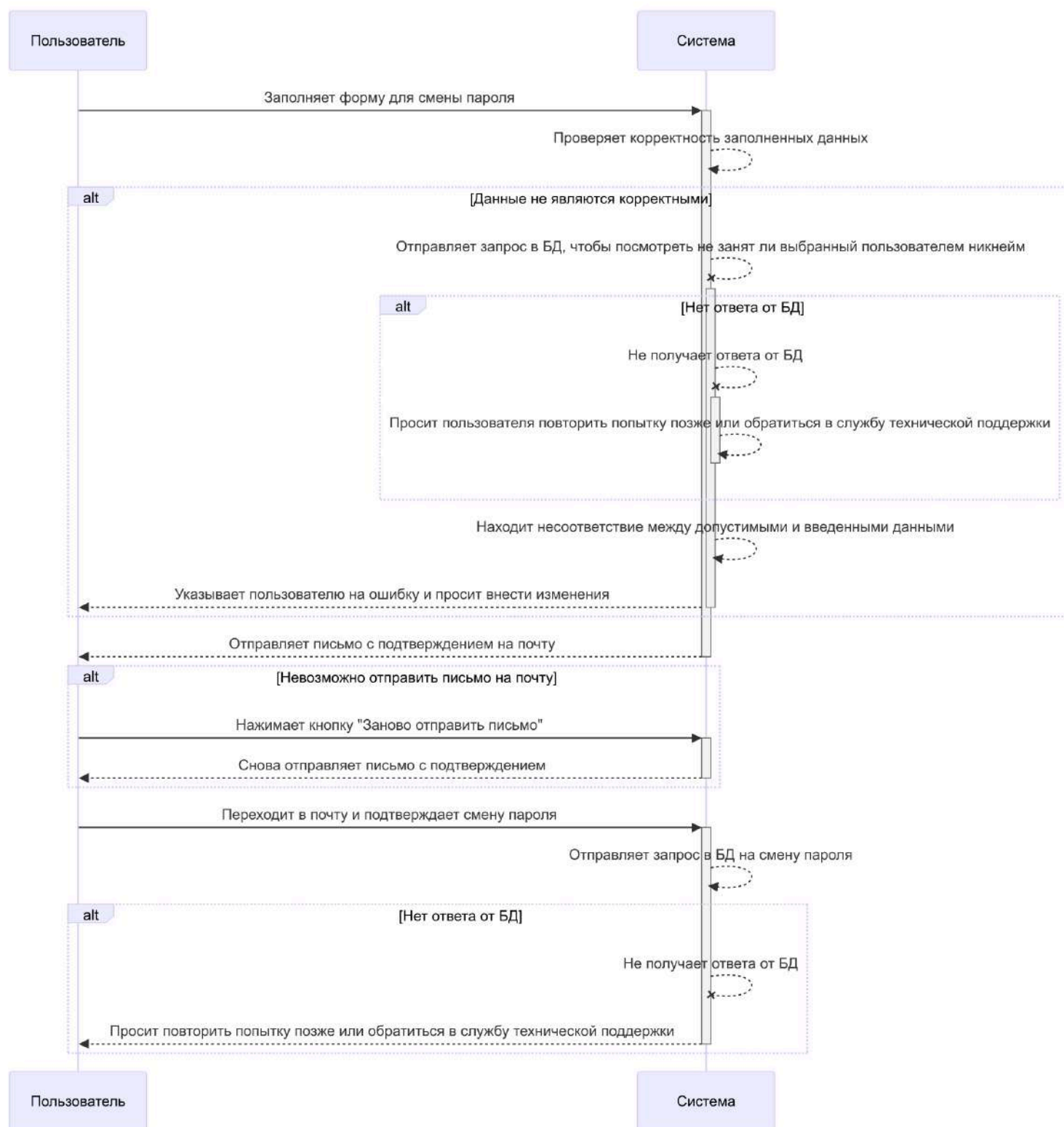


Рисунок 16 - Диаграмма последовательности "Восстановление пароля"

Приложение 13

Диаграмма последовательности "Предоставление данных":

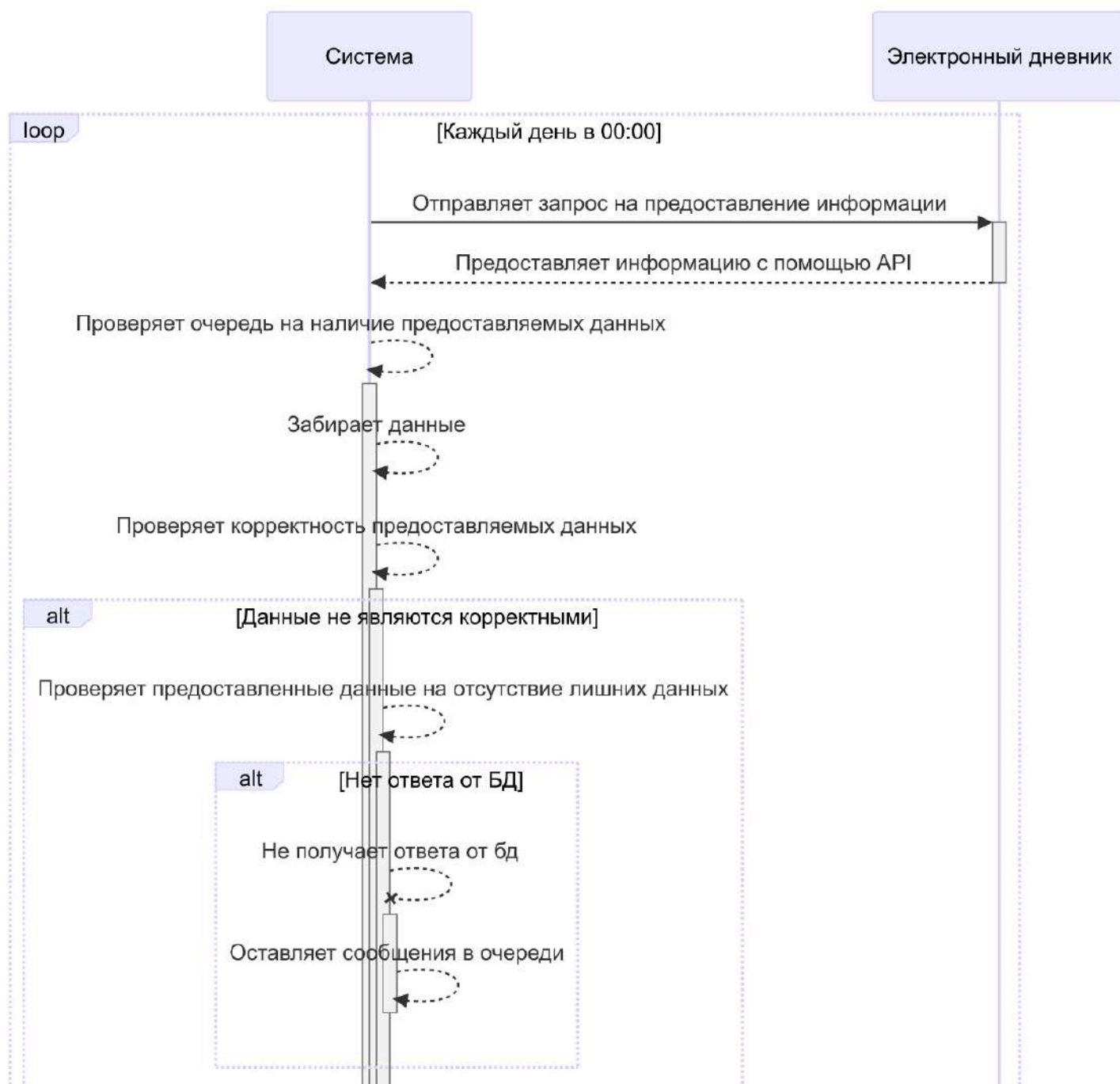


Рисунок 17.1 - Диаграмма последовательности "Предоставление данных", часть 1

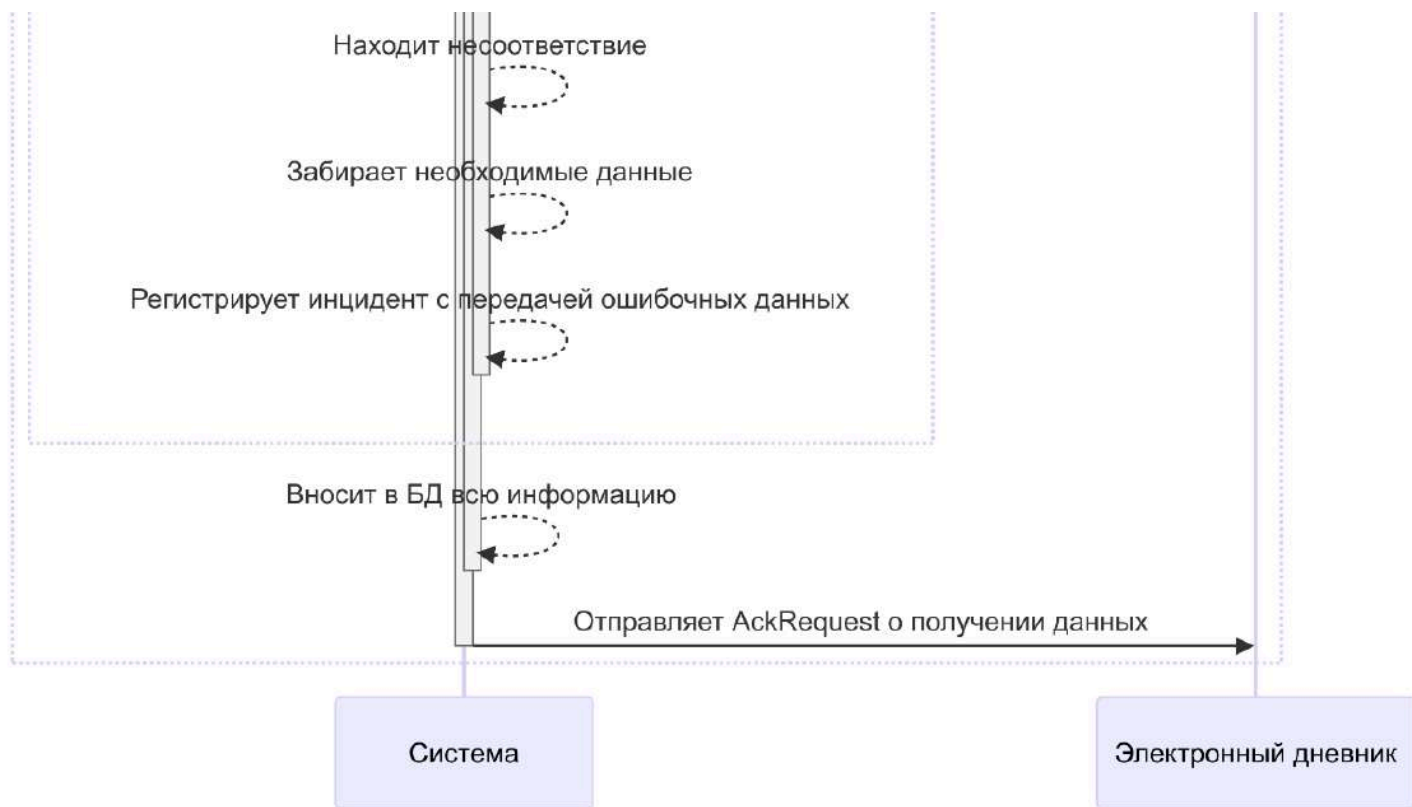


Рисунок 17.2 - Диаграмма последовательности "Предоставление данных", часть 2

Приложение 14

Диаграмма последовательности "Регистрация":

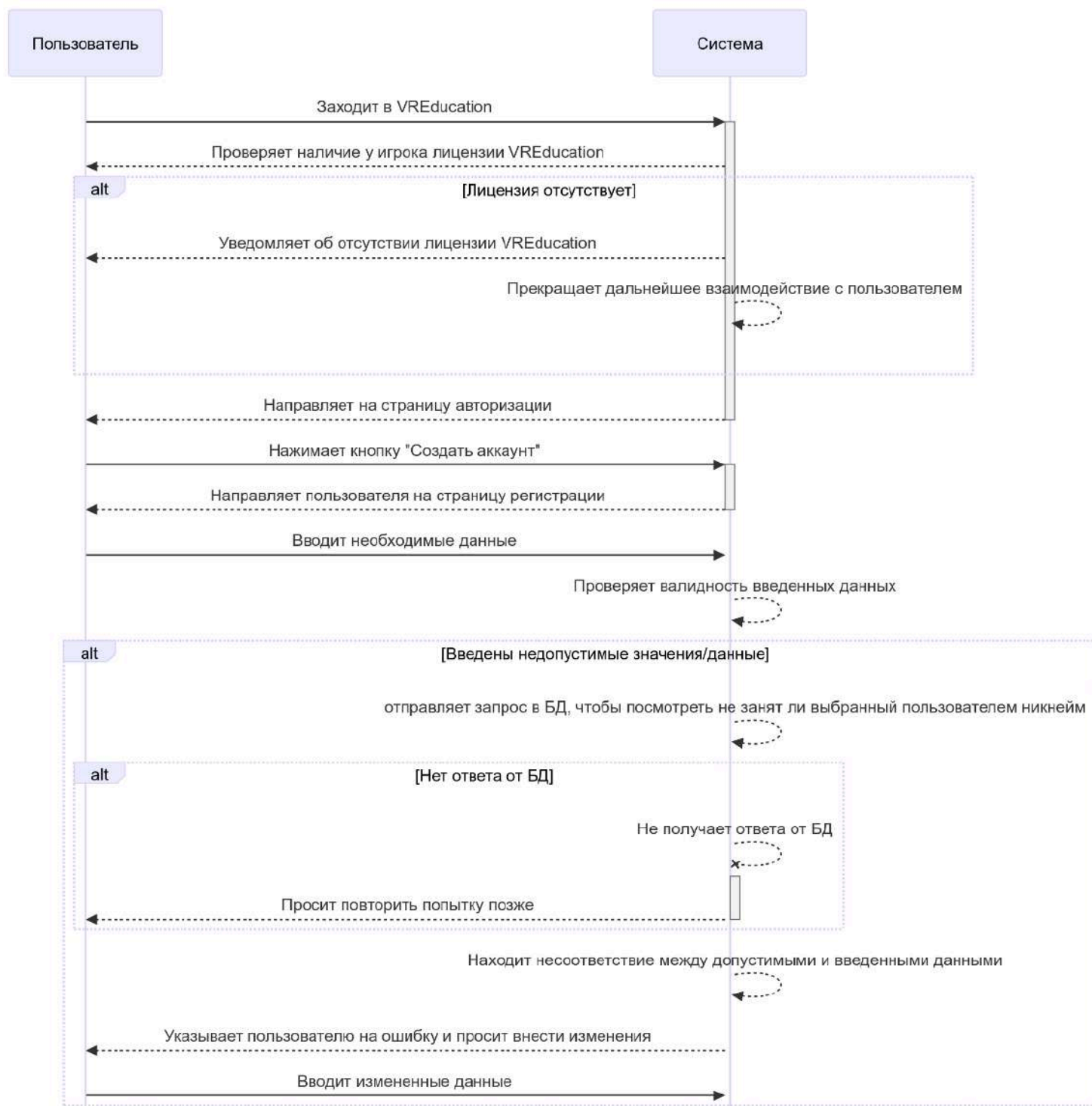


Рисунок 18.1 - Первая часть диаграммы последовательности "Регистрация"

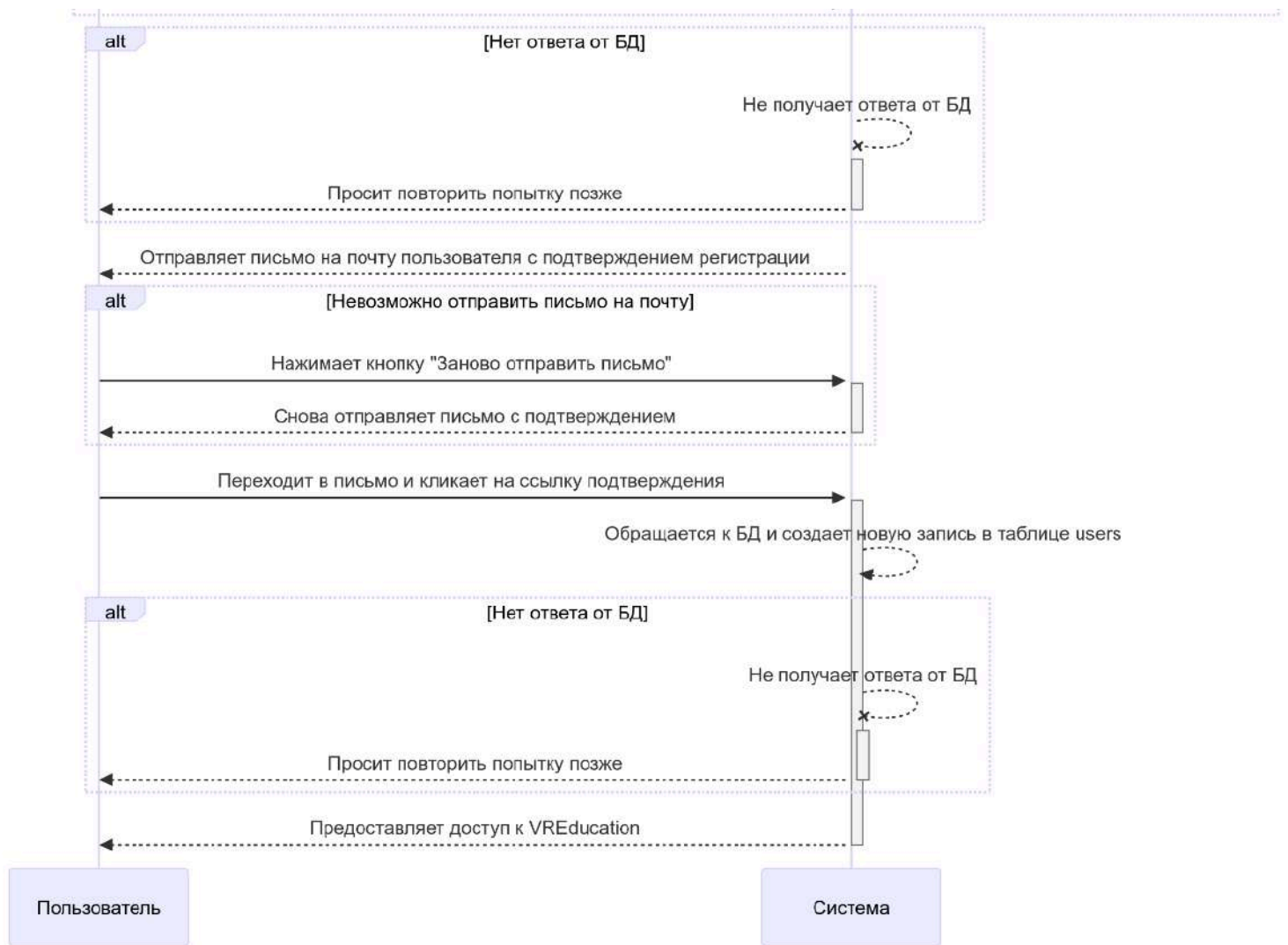


Рисунок 18.2 - Вторая часть диаграммы последовательности "Регистрация"

Приложение 15

Диаграмма последовательности "Авторизация":

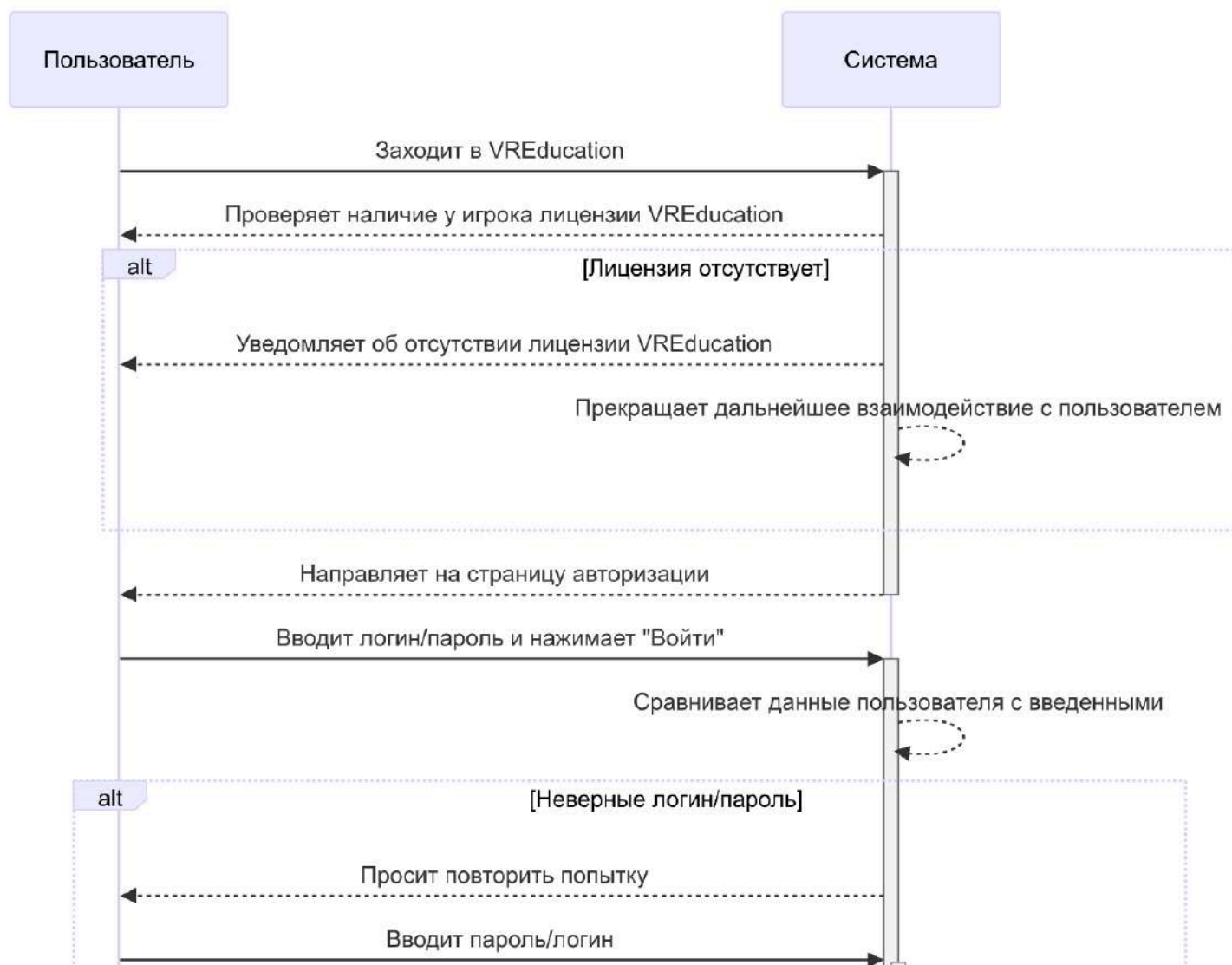


Рисунок 19.1 - Диаграмма последовательности "Авторизация", часть 1

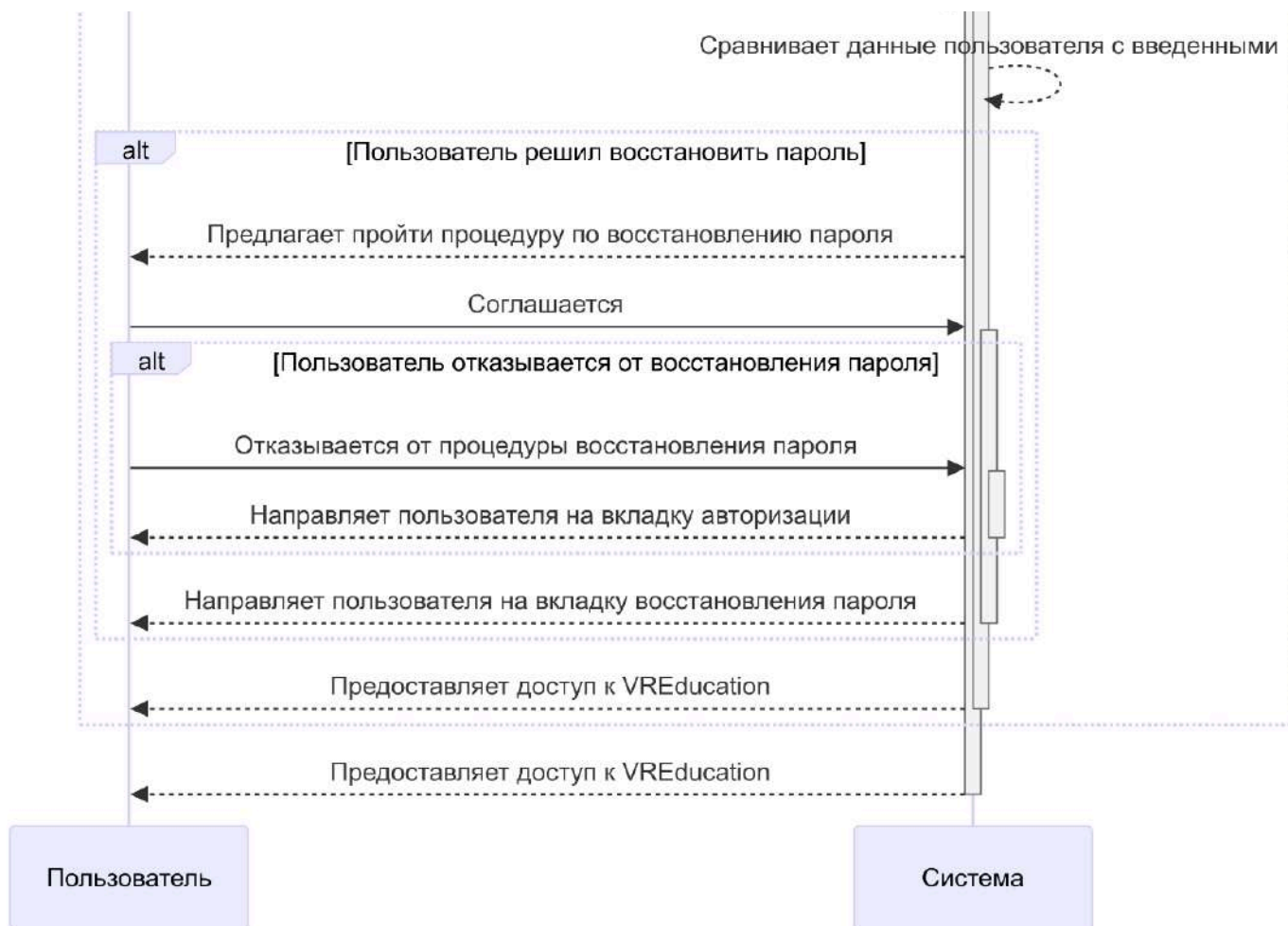


Рисунок 19.2 - Диаграмма последовательности "Авторизация", часть 2