

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Гуманитарный институт
Кафедра информационных технологий
в креативных и культурных индустриях

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой

_____ М. А. Лаптева

«_____» _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

3D визуализация интерактивного тренажёра "Метаместорождение" для
Института нефти и газа

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование программы: 09.03.03.30 Прикладная информатика

Руководитель проф., д-р филос. наук Р. П. Мусат

Выпускник С. А. Колесников

Нормоконтролер И. Р. Нигматуллин

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | |
| Глава 1. Теоретические основы интерактивности и применение интерактивных тренажеров..... | |
| §1 Интерактивность и основные концепции взаимодействия человека с компьютером..... | 8 |
| §2 Обзор и классификация интерактивных тренажеров..... | 9 |
| §3 Роль виртуальной реальности в создании интерактивных тренажеров и применение в разных областях деятельности..... | 18 |
| Глава 2. Технологии и программное обеспечение для разработки VR-тренажера "Метаместорождение" | |
| §1. Технологии 3D-визуализации и их применение в VR-тренажерах | |
| §2. Сравнение и выбор программного обеспечения для разработки VR-тренажера | |
| §3. Ограничения и специфика работы на VR устройствах..... | |
| Глава 3. Процесс создания 3D-визуализации для VR-тренажера "Метаместорождение" | |
| §1. Моделирование объектов с низким полигональным разрешением в Blender | |
| §2. Создание UV-развертки объектов | |
| §3. Текстурирование моделей..... | |
| §4. Работа в Unity | |
| Заключение | |
| Приложение А | |
| Список использованных источников | |

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современной нефтегазовой индустрии обучение высококвалифицированных специалистов является одной из самых актуальных проблем, в связи с тем что обучение на реальном оборудовании может быть опасным, трудоемким и дорогостоящим процессом. В данном контексте, разработка эффективных тренажеров на базе виртуальной реальности становится наиболее перспективным и инновационным решением.

Большинство специалистов, работающих в нефтегазовой отрасли, особенно на нефтегазовых месторождениях, сталкиваются с множеством сложных и ответственных задач. Они должны иметь обширные знания и навыки, чтобы эффективно и безопасно выполнять свою работу. Однако обучение и тренировка этих специалистов представляют собой значительную проблему. Традиционные методы обучения, такие как лекции, семинары и даже практические занятия на учебных стендах или макетах оборудования, не всегда обеспечивают необходимую степень погружения и практического опыта.

Большая часть работы на месторождении требует от специалистов применения конкретных навыков и знаний на практике, и часто эти навыки сложно получить вне реальной рабочей среды. Однако обучение в реальной рабочей среде чревато рисками, связанными как с безопасностью специалистов, так и с возможностью повреждения дорогостоящего оборудования. Поэтому возникает необходимость в обучении, которое бы предоставляло специалистам возможность тренироваться и улучшать свои навыки в безопасной и контролируемой среде, где ошибки не приведут к серьезным последствиям.

Объектом исследования является виртуальные тренажеры на базе сцены с 3D-визуализацией, состоящий из большого количества интерактивных моделей, механик и процессов. Основным предметом

исследования будут являться методы и подходы к созданию 3D-моделей, а также их оптимизация, и правильная интеграция с механиками, которые необходимы в рамках работы VR-тренажера.

Целью данной дипломной работы является разработка и оптимизация 3D сцены для интерактивного VR-тренажера "Метаместорождение", обеспечивающего эффективное обучение студентов и профессионалов в области нефти и газа. Для достижения этой цели ставятся следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы интерактивности и способы применения интерактивных тренажеров.

2. Проанализировать технологии и виды программного обеспечения для разработки VR-тренажера "Метаместорождение".

3. Разработать 3D-визуализацию для VR-тренажера "Метаместорождение"

В качестве методологии исследования для решения поставленных задач используются теоретические и практические подходы, включая анализ существующих работ, связанных с VR-тренажерами в области нефти и газа, а также методы компьютерной графики, 3D-моделирования, программирования и оптимизации производительности.

Структура данной дипломной работы состоит из введения, основных глав, заключения и списка литературы. В основных главах рассматриваются теоретические аспекты необходимые для понимания что такое интерактивность и интерактивный тренажер в общем, виды интерактивных тренажеров, методы создания 3D-моделей и анимаций, реализация механик взаимодействия, оптимизация производительности сцены, тестирование и оценка эффективности VR-тренажера.

В результате выполнения данной работы ожидается разработка интерактивного VR-тренажера "Метаместорождение", способствующего обучению студентов и профессионалов в области нефти и газа. Созданный VR-тренажер предлагает уникальные возможности для изучения и освоения

процессов, связанных с работой на месторождениях, в безопасной и контролируемой среде. Ожидается, что результаты данной работы будут полезными для преподавателей, студентов и специалистов в области нефти и газа, а также смогут быть адаптированы для других областей применения VR-технологий.

Таким образом, успешное выполнение данной работы позволит значительно расширить возможности обучения и подготовки специалистов в нефтегазовой отрасли, снизив риски и затраты, связанные с обучением на реальном оборудовании, и предоставить практические навыки и знания, необходимые для успешного выполнения профессиональных задач.

Глава 1. Теоретические основы интерактивности и применение интерактивных тренажеров

§1 Интерактивность и основные концепции взаимодействия человека с компьютером

Интерактивность является ключевым аспектом современных компьютерных технологий, обеспечивающим эффективное взаимодействие человека с компьютером. В общем смысле, интерактивность можно определить как процесс двустороннего обмена информацией и действий между двумя сторонами - в данном контексте, между пользователем и компьютером.

Одним из основных подходов к определению интерактивности является классификация типов взаимодействия, которая включает следующие категории: непосредственное взаимодействие, манипуляция объектами, навигация, ввод текста и обработка команд. В рамках каждой категории выделяются определенные принципы и методы взаимодействия, которые могут быть адаптированы для различных видов пользовательских интерфейсов и приложений.

Важным аспектом взаимодействия человека с компьютером является также принцип обратной связи, который предполагает получение пользователем информации о результатах своих действий в компьютерной системе. Обратная связь может быть представлена в виде визуальных, аудио или тактильных сигналов, которые помогают пользователю осознавать состояние системы и корректировать свои действия в соответствии с полученными данными.

В рамках исследования интерактивности и взаимодействия человека с компьютером выделяются также различные модели пользовательских интерфейсов, которые определяют принципы и методы работы с компьютерными системами. К таким моделям относятся, например, модель

прямой манипуляции (Direct Manipulation), модель метафоры рабочего стола (Desktop Metaphor) и модель командной строки (Command Line Interface).

В контексте разработки интерактивных тренажеров особое значение приобретают методы и подходы, связанные с виртуальной реальностью (VR) и дополненной реальностью (AR). Такие технологии позволяют создавать иммерсивные и реалистичные среды обучения, в которых пользователи могут взаимодействовать с виртуальными объектами и процессами, имитирующими реальные условия и задачи.

Основными принципами взаимодействия в виртуальной и дополненной реальности являются непосредственность, интуитивность и естественность использования. Это позволяет пользователям легко и быстро осваивать новые навыки, а также лучше запоминать полученную информацию благодаря вовлеченности и эмоциональной связи с процессом обучения.

Однако использование интерактивных технологий также ставит перед разработчиками и исследователями ряд проблем и вызовов. К таким проблемам относятся, например, необходимость разработки удобных и понятных пользовательских интерфейсов, а также вопросы доступности и универсальности решений для различных групп пользователей.

Интерактивность и взаимодействие человека с компьютером, являются важными аспектами современных информационных технологий, включая разработку интерактивных тренажеров. Основные концепции в этой области включают классификацию типов взаимодействия, принципы обратной связи, модели пользовательских интерфейсов, а также использование VR и AR технологий для создания иммерсивных и реалистичных сред обучения.

В рамках интерактивности и основных концепций взаимодействия человека с компьютером, основное внимание уделяется следующим аспектам: обратная связь, управление, привлекательность и простота использования.

Привлекательность и простота использования определяются дизайном интерфейса и тем, насколько оно удобно для пользователя. Универсальный дизайн интерфейсов подразумевает разработку системы, которая будет удобна для максимально возможного числа пользователей, независимо от их возраста, опыта, способностей и предпочтений. Важными составляющими универсального дизайна являются доступность, интуитивность, адаптивность и гибкость.

Адаптивность и гибкость интерфейса означают его способность изменяться в соответствии с потребностями и предпочтениями пользователей, а также обеспечивать возможность легкого масштабирования и модификации.

Особое внимание в гуманно-компьютерном взаимодействии уделяется обратной связи. Она может быть представлена в виде звуковых сигналов, вибраций, визуальных эффектов или комбинации этих средств. Эффективная обратная связь позволяет пользователю понимать результаты своих действий и корректировать их в случае необходимости.

В последнее время все больше внимания уделяется внедрению технологий виртуальной и дополненной реальности в обучение. Такие технологии предоставляют возможность создания более реалистичных и иммерсивных сред взаимодействия, обеспечивая пользователю более высокий уровень погружения и активного участия в процессе обучения.

Современные интерактивные образовательные технологии включают в себя различные инструменты и методы, такие как геймификация, использование мультимедийных ресурсов, виртуальных и дополненных реальностей, а также облачные технологии и мобильные приложения. Эти инструменты позволяют разнообразить и оптимизировать процесс обучения, делая его более интересным, мотивирующим и эффективным для студентов.

Одним из ключевых элементов успешного интерактивного взаимодействия является учет индивидуальных особенностей и предпочтений

пользователей. Адаптивные обучающие системы, например, могут анализировать поведение и успехи пользователя, а затем предлагать индивидуализированные рекомендации и задания для оптимального развития его навыков и знаний.

Важной составляющей интерактивного обучения является сотрудничество и коммуникация между участниками образовательного процесса. Современные технологии предоставляют возможности для создания виртуальных команд и сообществ, совместного выполнения заданий и проектов, а также обмена опытом и знаниями.

В целом, основные концепции взаимодействия человека с компьютером и интерактивности в обучении направлены на создание условий для активного участия пользователя в процессе обучения, обеспечение эффективной обратной связи и адаптации материалов и методов в соответствии с потребностями и предпочтениями каждого отдельного студента.

Также стоит обратить внимание на такой аспект взаимодействия человека с компьютером, как пользовательский интерфейс. Пользовательский интерфейс (UI) - это средство, с помощью которого пользователи взаимодействуют с компьютерной системой или программным обеспечением. Он включает в себя различные элементы, такие как меню, кнопки, текстовые поля, графические элементы и другие, которые предоставляют возможность пользователю осуществлять ввод и получать обратную связь от системы.

Разработка пользовательских интерфейсов с учетом удобства использования и эффективности взаимодействия с пользователем является критически важной для успешной реализации интерактивных систем. В этом контексте, наиболее распространенными подходами к проектированию UI являются принципы юзабилити (usability) и пользовательского опыта (user experience, UX).

Юзабилити ориентирован на создание интерфейсов, которые легко понять, использовать и находить информацию, а также предоставляют быстрый доступ к необходимым функциям. В свою очередь, UX фокусируется на эмоциональном и эстетическом удовлетворении пользователя при взаимодействии с системой, учитывая такие аспекты, как эмоциональный отклик, ощущения комфорта и удовольствие от использования.

Одним из ключевых моментов в процессе взаимодействия человека с компьютером является обратная связь, которая позволяет пользователю понимать, что их действия были зарегистрированы системой и имели определенные последствия. Обратная связь может быть представлена в различных формах, таких как визуальные, аудио или тактильные сигналы, и имеет большое значение для обучения и адаптации пользователя к системе.

В контексте виртуальной реальности (VR) и интерактивных тренажеров, основные концепции взаимодействия человека с компьютером становятся еще более важными. Во-первых, требуется разработка интуитивных и эффективных пользовательских интерфейсов, которые позволяют пользователю быстро и легко выполнять необходимые действия в виртуальной среде. Во-вторых, обратная связь должна быть особенно четкой и информативной, поскольку пользователи могут не иметь предыдущего опыта работы с аналогичными системами или оборудованием, что делает обучение критически важным.

Также стоит отметить, что VR-технологии предлагают уникальные возможности для взаимодействия человека с компьютером. Например, имитация реального мира в VR-среде позволяет создать более естественные и интуитивные интерфейсы, используя такие методы, как жесты, движения тела или голосовые команды для управления виртуальными объектами и инструментами[1].

Кроме того, VR-технологии предоставляют возможность для создания более погружающихся и эмоционально вовлекающих опытов для пользователей, что может способствовать повышению мотивации и удовлетворения от обучения. Таким образом, основные концепции взаимодействия человека с компьютером играют важную роль в разработке и успешной реализации интерактивных VR-тренажеров, а понимание основных концепций взаимодействия человека с компьютером, таких как интерактивность, пользовательский интерфейс, юзабилити, UX и обратная связь, является важным для создания эффективных и удобных в использовании интерактивных систем и тренажеров на базе виртуальной реальности.

В свете вышеизложенного, можно утверждать, что для успешной разработки и реализации интерактивных систем и тренажеров на базе виртуальной реальности, необходимо уделить особое внимание основным концепциям взаимодействия человека с компьютером. Они включают в себя такие аспекты, как интуитивность и легкость использования интерфейсов, обеспечение качественной обратной связи для обучения и адаптации пользователей, а также создание эмоционально вовлекающих и погружающихся опытов.

С учетом быстрого развития технологий виртуальной реальности и постоянного расширения их областей применения, знание и применение данных концепций становится все более актуальным и важным для специалистов, занимающихся разработкой интерактивных систем, тренажеров и приложений на базе VR.

§2 Обзор и классификация интерактивных тренажеров

Интерактивные тренажеры являются средством обучения, которое предоставляет пользователю возможность активного участия в процессе

обучения, позволяя освоить навыки и знания путем прямого взаимодействия с обучающей системой. В этом параграфе будет представлен обзор и классификация различных видов интерактивных тренажеров с примерами их применения в различных отраслях.

1. Симуляторы: Симуляторы представляют собой программное обеспечение или аппаратные средства, предназначенные для моделирования реальных процессов, систем или объектов, с целью обучения или анализа. Симуляторы обеспечивают возможность изучения и освоения процессов без непосредственного воздействия на реальные объекты или системы, что снижает риски и издержки обучения. Примеры симуляторов: авиационные симуляторы, симуляторы автомобильного вождения, симуляторы хирургических операций. Пример симулятора можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 - Автомобильный симулятор

2. Игровые тренажеры: Игровые тренажеры являются специальными видами симуляторов, которые используют принципы и механики игр для обучения пользователей определенным навыкам или знаниям. Они могут быть основаны на различных технологиях, включая компьютерные игры,

мобильные приложения и т.д. Такой тренажер можно наблюдать на рисунке 2.

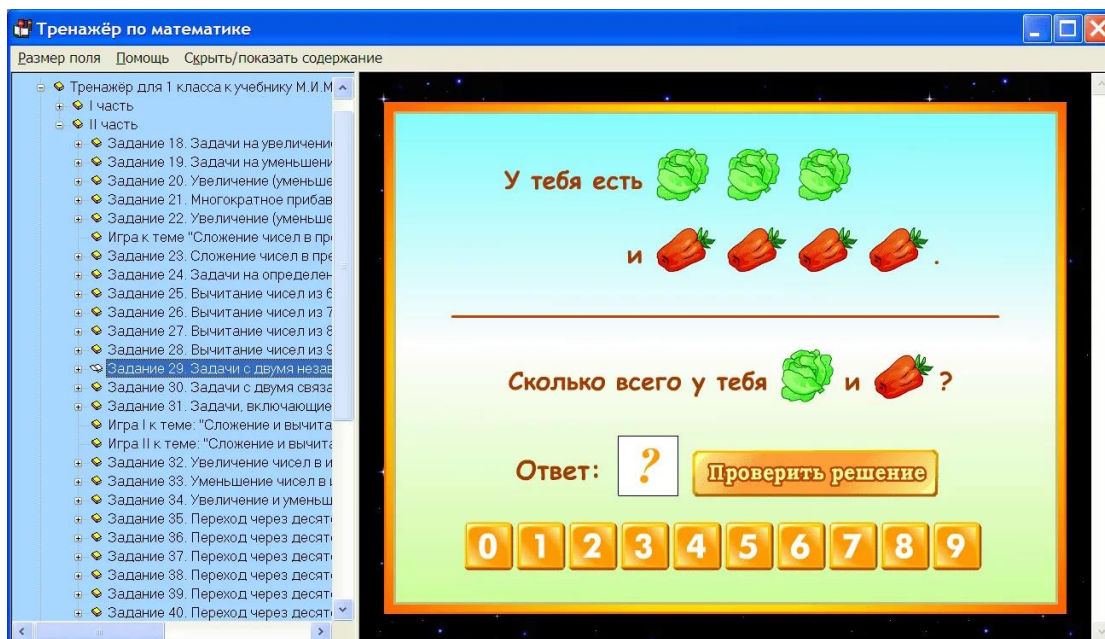


Рисунок 2 - Игровой тренажер

3. Виртуальные лаборатории: Виртуальные лаборатории представляют собой интерактивные обучающие среды, которые позволяют пользователям проводить эксперименты и исследования в виртуальной среде, имитирующей реальные лабораторные условия. Виртуальные лаборатории могут быть использованы для обучения студентов и специалистов в различных научных и технических дисциплинах, таких как химия, физика, биология, электротроника и других. Виртуальные лаборатории обеспечивают безопасное и доступное средство для изучения сложных научных и технических концепций без необходимости использования дорогостоящего оборудования или химических реактивов. Пример виртуальной лаборатории изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Виртуальная лаборатория

4. Виртуальные тренажеры с применением дополненной реальности (AR): Дополненная реальность представляет собой технологию, которая позволяет наложить виртуальные объекты или информацию на изображение реального мира, видимое через камеру или специальные очки. Виртуальные тренажеры на базе AR могут быть использованы для обучения пользователей в различных областях, включая медицину, техническое обслуживание и ремонт, строительство и дизайн. Пример такого тренажера изображен на рисунке 4.



Рисунок 4 - AR тренажер

5. Виртуальные тренажеры на основе виртуальной реальности (VR): Виртуальная реальность является технологией, которая погружает пользователя в полностью виртуальную среду с помощью специальных очков или гарнитуры. Виртуальные тренажеры на основе VR могут быть использованы для обучения пользователей в различных областях, включая нефтегазовую промышленность, авиацию, медицину, пожарную безопасность и других. Пример VR тренажера изображен на рисунке 5.



Рисунок 5 - VR тренажер

6. Мобильные тренажеры: Мобильные тренажеры представляют собой обучающие приложения, разработанные для использования на смартфонах и планшетах. Они позволяют пользователям получать доступ к обучающим материалам и интерактивным упражнениям в любое время и в любом месте. Мобильные тренажеры могут быть использованы для обучения в различных областях, включая языковое обучение, математику, науку и других. Пример мобильного тренажера изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Мобильный тренажер

Классификация интерактивных тренажеров может быть основана на различных критериях, таких как технология, область применения, уровень сложности и тип обучения. Некоторые из этих категорий могут пересекаться, и один и тот же тренажер может соответствовать нескольким категориям одновременно. Важно отметить, что разработка и внедрение интерактивных тренажеров должны быть адаптированы к конкретным потребностям и образовательным целям пользователей, чтобы обеспечить эффективность обучения.

Технологический аспект: Интерактивные тренажеры могут быть основаны на различных технологиях, таких как мультимедиа, виртуальная и дополненная реальность, мобильные приложения, симуляция и прочее. Выбор технологии зависит от специфики обучающих задач, доступности ресурсов и предпочтений пользователей.

Область применения: Интерактивные тренажеры могут быть разработаны для обучения в различных областях, таких как медицина, авиация, образование, наука, техническое обслуживание, пожарная безопасность, языковое обучение и др. Определение области применения тренажера помогает определить его целевую аудиторию и специфические требования к обучению[3].

Уровень сложности: Интерактивные тренажеры могут быть разработаны для обучения начинающих, среднего уровня или продвинутых пользователей. Уровень сложности определяет структуру обучающих материалов, виды упражнений и задач, а также обеспечивает адекватный уровень поддержки и обратной связи для пользователей.

Тип обучения: Интерактивные тренажеры могут быть разработаны для различных типов обучения, таких как самообучение, групповое обучение, обучение с преподавателем или дистанционное обучение. Выбор типа обучения зависит от целей обучения, доступности ресурсов и предпочтений пользователей.

В заключение, интерактивные тренажеры являются мощным инструментом для обучения и развития навыков в различных областях. Они обеспечивают активное взаимодействие пользователей с обучающим контентом, что способствует лучшему усвоению материала и развитию практических навыков. Классификация и выбор подходящего типа интерактивного тренажера зависят от ряда факторов, таких как область применения, технология, уровень сложности и тип обучения. Разработка и внедрение эффективных интерактивных тренажеров требует учета специфических потребностей и образовательных целей пользователей, а также интеграции с существующими образовательными методами и ресурсами[4].

Ключевые преимущества использования интерактивных тренажеров включают:

- Повышение мотивации и вовлеченности пользователей в процесс обучения.
- Более эффективное усвоение знаний и навыков благодаря активному взаимодействию с обучающим материалом.
- Безопасность обучения, особенно в случае опасных или сложных процессов, которые могут быть моделированы в виртуальной среде.
- Экономия времени и ресурсов, так как многие интерактивные тренажеры могут быть использованы для обучения в любое время и в любом месте.
- Гибкость и адаптивность обучения, позволяющая пользователям изучать материал в своем собственном темпе и с учетом индивидуальных предпочтений.

В целом, интерактивные тренажеры представляют собой важный инструмент в современном образовательном процессе, позволяющий улучшить качество обучения и привлечь больше пользователей к активному освоению новых знаний и навыков.

§3 Роль виртуальной реальности в создании интерактивных тренажеров и применение в разных областях деятельности

Виртуальная реальность (VR) является технологией, которая позволяет создавать искусственные окружения и сценарии, с которыми пользователи могут взаимодействовать с помощью специальных гарнитур и контроллеров. VR-технологии играют ключевую роль в создании интерактивных тренажеров, так как они предлагают ряд преимуществ и возможностей, которые делают их привлекательным инструментом обучения в различных областях деятельности.

VR-технологии обеспечивают глубокое погружение пользователей в виртуальные среды, создавая ощущение реального присутствия и позволяя

им взаимодействовать с объектами и элементами окружения. Это позволяет пользователям активно участвовать в обучении, а не быть просто пассивными наблюдателями, что способствует лучшему усвоению информации и развитию навыков[5].

Также, VR-технологии предоставляют возможность безопасного обучения в условиях, которые могут быть опасными, трудоемкими или дорогостоящими в реальной жизни. Это особенно важно в областях, где обучение на реальном оборудовании или в реальных условиях может представлять риск для здоровья и безопасности пользователей, таких как нефтегазовая промышленность, авиация или медицина.

VR-тренажеры обеспечивают гибкость и масштабируемость обучения, позволяя пользователям обучаться в своем собственном темпе и в соответствии с их индивидуальными потребностями. Таким образом, они могут быть адаптированы для различных групп пользователей, включая студентов, профессионалов и людей с ограниченными возможностями[6].

Применение VR-технологий в создании интерактивных тренажеров распространяется на множество областей деятельности, включая:

1. Медицина: VR-тренажеры используются для обучения медицинских профессионалов различным навыкам, таким как выполнение хирургических операций, реанимация, диагностика и лечение различных заболеваний. Виртуальная реальность позволяет студентам и врачам тренироваться в условиях, которые имитируют реальные клинические ситуации, без риска для пациентов.

2. Образование: Виртуальная реальность используется для создания интерактивных учебных материалов, которые позволяют студентам изучать различные предметы и дисциплины в захватывающей и интерактивной форме. VR-технологии могут использоваться для виртуальных экскурсий, имитации экспериментов и моделирования сложных процессов, которые трудно представить в рамках обычного класса.

3. Военное дело: Военные организации активно применяют VR-технологии для обучения своего персонала различным навыкам, включая тактику, стрельбу, навигацию и координацию действий в боевых условиях. Виртуальные тренажеры позволяют военнослужащим тренироваться в безопасных условиях, имитируя реальные боевые ситуации.

4. Авиация и космонавтика: VR-тренажеры используются для обучения пилотов и космонавтов навыкам управления различными видами воздушных и космических судов, а также для тренировки действий в экстремальных и непредсказуемых ситуациях. Виртуальные симуляторы позволяют им тренироваться в условиях, максимально приближенных к реальным, но без риска для жизни и здоровья.

5. Промышленность и производство: VR-технологии могут быть использованы для обучения рабочих и инженеров навыкам работы с различными видами оборудования, машин и технологических процессов. Виртуальные тренажеры позволяют им прокачивать свои навыки и знания без риска для оборудования и окружающей среды.

6. Спорт: VR-тренажеры используются для обучения спортсменов различным видам спорта и повышения их уровня мастерства. Виртуальная реальность позволяет им тренироваться в разнообразных условиях, анализировать свои движения и стратегии, а также сравнивать свои результаты с прошлыми тренировками и другими спортсменами.

7. Архитектура и строительство: VR-технологии используются для визуализации архитектурных проектов и моделей зданий, а также для обучения специалистов в области строительства. Виртуальные модели позволяют архитекторам и строителям наглядно представить, как будет выглядеть будущее здание, определить возможные проблемы и изменить проект при необходимости.

8. Пожарная безопасность и спасательные операции: VR-тренажеры используются для обучения пожарных и спасателей навыкам тушения

пожаров, ликвидации аварий и проведения спасательных операций. Виртуальная реальность позволяет им тренироваться в условиях, имитирующих реальные чрезвычайные ситуации, без риска для своей жизни и здоровья.

9. Экология и устойчивое развитие: VR-технологии могут использоваться для обучения специалистов в области экологии и устойчивого развития, а также для демонстрации различных экологических сценариев и моделей устойчивого развития. Виртуальная реальность позволяет пользователям визуализировать и оценить различные стратегии и подходы к сохранению окружающей среды и устойчивому использованию природных ресурсов.

10. Искусство и дизайн: VR-технологии предлагают новые возможности для художников, дизайнеров и кураторов, позволяя им создавать интерактивные произведения искусства и виртуальные выставки. Виртуальная реальность также может быть использована для обучения студентов и профессионалов в области искусства и дизайна, позволяя им экспериментировать с новыми идеями и техниками в захватывающей виртуальной среде.

11. Юриспруденция и правоприменение: VR-технологии могут быть использованы для обучения юристов, следователей и сотрудников правоохранительных органов навыкам сбора доказательств, проведения допросов и реконструкции происшествий. Виртуальная реальность позволяет им тренироваться в условиях, имитирующих реальные юридические ситуации, что может способствовать развитию профессиональных навыков и улучшению качества правоприменения.

12. Туризм и гостеприимство: VR-технологии предлагают новые возможности для туристической индустрии, позволяя посетителям "путешествовать" в различные страны и достопримечательности без необходимости физического перемещения. Виртуальные экскурсии и

интерактивные туристические опыты могут привлекать новых клиентов и расширять горизонты традиционного туризма.

13. Развлечения и игровая индустрия: VR-технологии активно используются для создания захватывающих и погружающих игровых опытов, позволяя игрокам стать частью виртуальных миров и взаимодействовать с их жителями. Виртуальная реальность также предлагает новые формы развлечений, такие как виртуальные концерты, спортивные события и кинопоказы, доступные для широкой аудитории.

Также стоит отметить что интерактивные VR-тренажеры предлагают ряд ключевых преимуществ и особенностей по сравнению с другими видами тренажеров:

1. Погружение в виртуальную среду: VR-тренажеры создают уникальную виртуальную среду, которая обеспечивает глубокое погружение пользователей в обучающий процесс. Пользователи могут взаимодействовать с виртуальным миром и объектами, что делает обучение более реалистичным и захватывающим.

2. Безопасность: VR-тренажеры позволяют пользователям изучать опасные или сложные процессы и ситуации без риска для их безопасности. Это особенно важно в таких областях, как нефтегазовая промышленность, авиация, медицина и т.д.

3. Гибкость и персонализация: VR-тренажеры позволяют пользователям обучаться в своем собственном темпе и в соответствии с их индивидуальными потребностями. Это облегчает адаптацию обучения для каждого пользователя и учитывает различные стили обучения.

4. Социальное взаимодействие: Некоторые VR-тренажеры предоставляют возможность совместного обучения, когда пользователи могут взаимодействовать друг с другом в виртуальной среде. Это способствует командной работе и обмену знаниями между пользователями.

5. Экономия времени и ресурсов: VR-тренажеры могут быть использованы в любое время и в любом месте, что снижает затраты на организацию обучения. Кроме того, VR-тренажеры обычно не требуют физического присутствия инструктора, что также экономит время и ресурсы.

6. Масштабируемость: VR-тренажеры легко масштабируются и могут быть использованы для обучения большого количества пользователей одновременно. Это делает их идеальным инструментом для организаций, которые хотят обучить большое количество сотрудников или студентов.

7. Оценка и анализ: VR-тренажеры позволяют собирать данные о действиях и успехах пользователей во время обучения. Это дает возможность проводить анализ и оценку процесса обучения, а также определять области, в которых пользователи могут нуждаться в дополнительной поддержке или тренировке.

8. Удержание информации: Из-за вовлеченности и погружения в виртуальную среду пользователи, как правило, лучше усваивают и запоминают полученную информацию. Это делает VR-тренажеры более эффективными с точки зрения долгосрочного обучения и развития навыков.

9. Универсальность: VR-тренажеры могут быть адаптированы для широкого спектра областей и отраслей, от обучения профессионалов в области нефти и газа до медицинского обучения и обучения проектированию. Это делает их универсальным инструментом для различных видов обучения.

Изучение и анализ возможностей виртуальной реальности в разных областях деятельности позволяет заключить, что технология VR обладает большим потенциалом для создания интерактивных тренажеров, обучающих программ, продуктов развлечений и решений для множества профессий. Применение VR в интерактивных тренажерах и других областях позволяет обеспечить высокую степень реалистичности, гибкость обучения и возможность применения в разнообразных сферах жизни[7]. В целом, интерактивные VR-тренажеры предлагают ряд преимуществ и особенностей,

которые делают их привлекательным инструментом обучения по сравнению с другими видами тренажеров. Они обеспечивают глубокое погружение, безопасность, гибкость, социальное взаимодействие, экономию времени и ресурсов, масштабируемость, инновации, оценку и анализ, удержание информации и универсальность в различных областях и отраслях.

Глава 2. Технологии и программное обеспечение для разработки VR-тренажера "Метаместорождение"

§1. Технологии 3D-визуализации и их применение в VR-тренажерах

Рендеринг - это процесс создания изображения на основе 3D-моделей, текстур и света. В контексте VR-тренажеров, рендеринг позволяет создать реалистичную и иммерсивную виртуальную среду, в которой пользователи могут взаимодействовать с объектами и выполнять задачи, связанные с обучением[8].

Основными технологиями для рендеринга в VR являются графические движки, такие как Unity и Unreal Engine. Они предоставляют разработчикам инструменты для создания трехмерных сцен, обработки графики и оптимизации производительности на различных VR-устройствах, включая Oculus Quest 2 и Pico 4.

Текстурирование - это процесс применения текстур (изображений) к 3D-моделям, чтобы придать им реалистичный и детализированный вид. В VR-тренажерах, текстурирование играет важную роль в создании визуально привлекательной и убедительной среды для обучения.

Существуют различные методы текстурирования, такие как процедурное, ручное и PBR (Physically Based Rendering) текстурирование. Программы, такие как Substance Painter, Photoshop и Quixel Mixer, предоставляют инструменты для создания и редактирования текстур, которые могут быть использованы в разработке VR-тренажера.

Анимация - это процесс придания движения и жизни 3D-моделям и объектам в сцене. В VR-тренажерах, анимация может использоваться для демонстрации различных процедур и операций, а также для создания интерактивных элементов, таких как кнопки и рычаги[10].

Анимация в VR может быть разделена на два основных типа: ключевая (keyframe) анимация и процедурная анимация. Ключевая анимация основана

на создании последовательности ключевых кадров, которые определяют движение объекта во времени. Процедурная анимация генерируется автоматически на основе математических алгоритмов и может использоваться для создания более сложных и реалистичных движений.

Моделирование - это процесс создания 3D-моделей объектов, которые будут использоваться в виртуальной среде тренажера. Это может включать в себя различные элементы, такие как здания, машины, оборудование, инструменты и персонажи. Существует множество инструментов для создания 3D-моделей, таких как Blender, 3ds Max, Maya и других.

Сценография относится к расположению и организации объектов в виртуальной среде для создания реалистичной и функциональной обучающей площадки. Это включает в себя размещение объектов, таких как машины, оборудование и инструменты, а также создание путей для передвижения пользователей внутри среды.

Освещение играет важную роль в создании реалистичной и убедительной виртуальной среды. Оно влияет на то, как пользователь воспринимает объекты и пространство вокруг него, а также может повысить качество и детализацию изображения. В графических движках, таких как Unity и Unreal Engine, освещение может быть настроено с использованием различных источников света, таких как направленный свет, точечный свет и прожекторы[11].

Дополнительно к статическому освещению, разработчики могут использовать технологии, такие как глобальное освещение и отражения, для создания более реалистичного освещения, которое учитывает взаимодействие света с поверхностями и окружающими объектами.

Оптимизация производительности является критически важным аспектом разработки VR-тренажеров, особенно для автономных устройств, таких как Oculus Quest 2 и Pico 4. Поскольку VR-устройства требуют высокого уровня кадров в секунду (обычно 72-90 кадров/сек) для

комфортного и беспроблемного использования, разработчики должны оптимизировать свои проекты, чтобы снизить нагрузку на аппаратные ресурсы и обеспечить стабильную производительность.

Оптимизация может включать в себя такие методы, как уменьшение количества полигонов в 3D-моделях, использование уровней детализации (LOD), оптимизация текстур и материалов, а также кулинг (отсечение невидимых объектов). В Unity и Unreal Engine предоставляются инструменты и настройки для оптимизации производительности, которые могут быть настроены в соответствии с требованиями каждого проекта[12].

Интерактивность и физика являются ключевыми компонентами VR-тренажеров, так как они обеспечивают реалистичное взаимодействие пользователей с объектами и средой. Интерактивность может включать в себя манипуляцию объектами, нажатие кнопок, переключение рычагов и другие действия, которые требуют физического взаимодействия.

Физические движки, такие как PhysX (для Unity) и Chaos (для Unreal Engine), предоставляют функции для имитации реалистичного поведения объектов и сил в виртуальной среде. Это позволяет создать динамические объекты, которые могут сталкиваться, падать, катиться и взаимодействовать друг с другом в соответствии с законами физики.

Звуковое сопровождение является важным элементом VR-тренажеров, так как оно добавляет атмосферу, поддерживает иммерсию и помогает пользователю ориентироваться в виртуальной среде. Звуки могут быть использованы для передачи информации о состоянии объектов и систем, а также для создания обратной связи при взаимодействии с элементами интерфейса.

В Unity и Unreal Engine предоставляются инструменты для создания и редактирования звуковых эффектов и музыкального сопровождения, а также для управления их воспроизведением. Разработчики могут использовать эти

инструменты для создания реалистичных звуковых сцен, которые адаптируются к действиям пользователя и его перемещению в пространстве.

В заключение параграфа 2.1 можно сказать, что различные технологии для 3D-визуализации, анимации, физики и звукового сопровождения играют важную роль в создании реалистичных и эффективных VR-тренажеров для обучения специалистов в нефтегазовой отрасли. Они обеспечивают иммерсивную и вовлекающую виртуальную среду, в которой пользователи могут безопасно практиковать свои навыки и знания, прежде чем применять их на реальных объектах и проектах. Использование этих технологий позволяет создать обучающие тренажеры, которые значительно повышают качество подготовки и уровень компетенции специалистов, снижая риски, связанные с ошибками и несчастными случаями на рабочем месте.

§2. Сравнение и выбор программного обеспечения для разработки VR-тренажера

Для создания VR-тренажера требуется подбор подходящего программного обеспечения, которое должно соответствовать определенным критериям, таким как возможности, производительность, стоимость и поддержка. В этом параграфе будет рассмотрено сравнение нескольких популярных программных решений для разработки VR-тренажеров, таких как Unity, Unreal Engine, Blender и Substance Painter.

1. Unity

Unity - это одна из самых популярных платформ для разработки игр и виртуальной реальности. Она предлагает широкий набор инструментов и возможностей для разработки VR-тренажеров, включая поддержку разных платформ, мощный рендеринг и интуитивный интерфейс[13]. Unity также

имеет огромное сообщество разработчиков и множество доступных ресурсов для обучения и поддержки.

Преимущества Unity:

- Поддержка различных VR-платформ, включая Oculus Quest 2 и Pico 4;
- Мощный рендеринг и возможности для создания реалистичной графики;
- Интуитивный интерфейс и простота использования;
- Большое сообщество разработчиков и доступность обучающих материалов.

Недостатки Unity:

- Сравнительно высокий порог входа для начинающих разработчиков;
- Лицензирование и стоимость программы для коммерческих проектов;
- Ресурсоемкость при работе с большими и сложными проектами;
- Некоторые функции и оптимизации доступны только в платной версии.

2. Unreal Engine

Unreal Engine - это еще одна популярная платформа для разработки игр и виртуальной реальности. Она обладает мощными инструментами для создания высококачественной графики и визуализации, а также предлагает поддержку различных платформ VR. Однако, Unreal Engine может быть сложнее в освоении, чем Unity, и требует более мощного оборудования для работы.

Преимущества Unreal Engine:

- Высококачественный рендеринг и графика;
- Поддержка различных VR-платформ;
- Множество доступных плагинов и расширений;
- Широкий выбор обучающих материалов и поддержка сообщества.

Недостатки Unreal Engine:

- Высокий порог вхождения для новичков, так как движок имеет сложный интерфейс и требует знания языка программирования C++;
- Большой объем занимаемого места на жестком диске и ресурсоемкость по сравнению с Unity;
- Более сложная интеграция со сторонними программами и плагинами, что может вызвать трудности в процессе разработки;
- Для коммерческого использования проекта может потребоваться оплата роялти, что увеличивает стоимость разработки.

3. Blender

Blender - это мощный и бесплатный инструмент для 3D-моделирования, анимации и создания контента для виртуальной реальности. Это отличный выбор для создания трехмерных объектов и сцен, которые могут быть использованы в VR-тренажерах. Blender также имеет активное сообщество разработчиков и множество доступных ресурсов для обучения и поддержки.

Преимущества Blender:

- Бесплатный и открытый исходный код;
- Мощные инструменты для 3D-моделирования и анимации;
- Поддержка экспорта моделей в различные форматы, совместимые с VR-платформами;
- Активное сообщество разработчиков и доступность обучающих материалов.

Недостатки Blender:

- Нестандартный и непривычный интерфейс для пользователей, переходящих с других 3D-редакторов;

- Меньше возможностей для работы с тяжелыми симуляциями (например, жидкостей и газов) по сравнению с некоторыми конкурентами;
- Ограниченная поддержка некоторых форматов файлов и стандартов;
- Рендеринг может быть медленнее по сравнению с специализированными рендер-движками.

4. Substance Painter

Substance Painter - это профессиональное программное обеспечение для текстурирования 3D-моделей, которое позволяет создавать детализированные и реалистичные текстуры для объектов и сцен в VR-тренажерах. Оно предлагает интуитивный интерфейс и множество возможностей для создания уникальных и качественных текстур.

Преимущества Substance Painter:

- Специализированный инструмент для текстурирования 3D-моделей;
- Интуитивный интерфейс и простота использования;
- Обширный набор инструментов и материалов для создания текстур;
- Поддержка экспорта текстур в различные форматы, совместимые с VR-платформами.

Недостатки Substance Painter:

- Сложность и время освоения программы, особенно для новичков;
- Цена лицензии и подписки для коммерческого использования;
- Ресурсоемкость программы, требующая высокопроизводительного оборудования;
- Ограниченные возможности в области 3D-моделирования и анимации, поскольку фокус программы – на текстурировании.

5. 3ds Max

3ds Max - это мощное и широко используемое программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и рендеринга. Это приложение обладает широким спектром функций и инструментов для создания сложных и детализированных 3D-сцен и объектов, которые могут быть использованы в разработке VR-тренажеров.

Преимущества 3ds Max:

- Многофункциональность и мощные инструменты для 3D-моделирования и анимации;
- Широкая поддержка плагинов и сторонних инструментов;
- Интеграция с другими программными продуктами Autodesk, такими как Maya и AutoCAD.

Недостатки 3ds Max:

- Высокая стоимость лицензии для коммерческого использования;
- Более сложный интерфейс по сравнению с некоторыми альтернативами;
- Ресурсоемкость программы, требующая мощного компьютера;
- Меньшая гибкость в области анимации по сравнению с Maya.

6. RizomUV

RizomUV - это специализированное программное обеспечение для развертки UV-координат 3D-моделей, что необходимо для корректного текстурирования объектов. RizomUV позволяет автоматизировать процесс развертки и оптимизации UV-карт, что облегчает работу с текстурами в проектах виртуальной реальности.

Преимущества RizomUV:

- Специализированные инструменты для работы с UV-картами;
- Автоматическая развертка и оптимизация UV-координат;

- Интеграция с другими 3D-редакторами, такими как Blender и 3ds Max.

Недостатки RizomUV:

- Ограниченный функционал, специализирующийся исключительно на UV-развертках;
- Цена лицензии для коммерческого использования;
- Отсутствие возможностей 3D-моделирования и анимации.

7. UVLayout

UVLayout - еще одно программное решение для работы с UV-развертками 3D-моделей. Это приложение предлагает интуитивный интерфейс и позволяет быстро и эффективно создавать UV-карты для текстурирования объектов в VR-тренажерах.

Преимущества UVLayout:

- Простота использования и интуитивный интерфейс;
- Эффективные инструменты для работы с UV-развертками;
- Интеграция с другими 3D-редакторами, такими как Blender и 3ds

Max.

Недостатки UVLayout:

- Устаревший интерфейс и инструменты, требующие обновления;
- Недостаток интеграции с другими популярными 3D-редакторами;
- Цена лицензии для коммерческого использования;
- Ограниченная функциональность, сосредоточенная только на UV-развертках.

8. Maya

Maya - это продвинутое программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и рендеринга, разработанное компанией Autodesk.

Это приложение используется во многих индустриях, включая разработку компьютерных игр и создание спецэффектов для кино. Maya предлагает широкий спектр инструментов и функций для создания сложных 3D-сцен и объектов, которые могут быть использованы в разработке VR-тренажеров.

Преимущества Maya:

- Мощные инструменты для 3D-моделирования, анимации и рендеринга;
- Гибкий и настраиваемый интерфейс;
- Широкая поддержка плагинов и сторонних инструментов;
- Интеграция с другими программными продуктами Autodesk, такими как 3ds Max и AutoCAD.

Недостатки Maya:

- Высокая стоимость лицензии для коммерческого использования;
- Сложность освоения программы для новичков;
- Ресурсоемкость программы, требующая мощного компьютера;
- Возможные проблемы с совместимостью плагинов и интеграцией со сторонними программами.

При создании VR-тренажера "Метаместорождение" было выбрано несколько программных решений, которые в совокупности обеспечивают необходимый функционал и обладают рядом преимуществ[14].

Unity был выбран в качестве основной платформы разработки из-за своей оптимизации под автономные VR-устройства, такие как Oculus Quest 2 и Pico 4. Это позволяет создать производительное и эффективное приложение для обучения специалистов в нефтегазовой отрасли. Кроме того, Unity обладает низким порогом вхождения, широкой поддержкой сообщества и гибкостью в интеграции со сторонними программами и плагинами. Бесплатная версия для некоммерческого использования и доступные планы подписки также являются важными преимуществами.

Blender будет использоваться в проекте для создания 3D-моделей, текстурирования, анимации и рендеринга объектов. Современный интерфейс программы облегчает работу и обучение, а мощный и функциональный инструментарий позволяет создавать качественные и детализированные 3D-модели. Открытый исходный код и бесплатное использование Blender делают его еще более привлекательным выбором. Хорошая интеграция с другими программами, такими как Unity и Substance Painter, также является существенным преимуществом.

Substance Painter специализируется на создании детализированных и реалистичных текстур для 3D-моделей, что делает его идеальным решением для нашего проекта. Интуитивный интерфейс, широкий выбор инструментов и материалов, а также возможность экспорта текстур в различные форматы, включая те, которые поддерживаются Unity, делают Substance Painter ключевым инструментом в процессе разработки тренажера[15]. Обучающие материалы и активное сообщество пользователей также способствуют успешному использованию программы.

RizomUV был выбран для работы с UV-развёртками 3D-моделей благодаря современному интерфейсу и большим возможностям. Удобное управление и автоматизация процесса создания развёрток значительно ускоряют работу. Гибкая настройка параметров и инструментов позволяет адаптировать RizomUV под конкретные задачи и требования проекта. Благодаря хорошей совместимости с другими программами, такими как Blender и Substance Painter, RizomUV обеспечивает гладкий рабочий процесс в контексте создания VR-тренажера.

В целом, выбор Unity, Blender, Substance Painter и RizomUV для создания VR-тренажера "Метаместорождение" был обусловлен их специализированными возможностями, интуитивными интерфейсами, гибкостью, хорошей интеграцией с другими программами и их релевантностью для автономных VR-устройств. Эти программные решения

помогут обеспечить высокое качество контента и эффективность обучения специалистов в нефтегазовой отрасли с помощью VR-тренажера.

§3. Ограничения и специфика работы на VR устройствах

Оптимизация графики - одно из ключевых звеньев при разработке виртуальной реальности (VR), играющее решающую роль в обеспечении плавного и комфортного опыта для пользователя. В этом разделе стоит обсудить и разобрать основные принципы, стратегии и техники оптимизации, которые помогут создать качественное VR-приложение.

Важность и цели оптимизации:

Цель оптимизации графики в VR — достижение максимального качества изображения при минимальной нагрузке на процессор и видеокарту. Это особенно важно для автономных VR-устройств, таких как Oculus Quest 2 и Pico, у которых есть строгие ограничения на производительность и питание. Оптимизация позволяет увеличить частоту кадров (FPS), уменьшить задержку отображения, снизить тепловыделение устройства и продлить время его автономной работы.

При оптимизации графики VR можно влиять на множество аспектов:

- **Полигоны:** Оптимизация количества полигонов в сцене помогает снизить нагрузку на видеокарту. Это может включать в себя уменьшение количества полигонов в моделях, использование уровней детализации (LOD), и так далее.

- **Текстуры:** Неправильно используемые или слишком большие текстуры могут быстро исчерпать память видеокарты. Использование оптимизированных текстур помогает управлять использованием памяти.

- **Освещение и тени:** Реалистичное освещение и тени могут существенно увеличить нагрузку на процессор и видеокарту. Можно использовать различные стратегии для оптимизации, включая запекание

освещения, упрощение моделей теней, использование прокси-моделей для источников света.

- **Эффекты:** Некоторые графические эффекты могут быть особенно требовательными к ресурсам. Оптимизация может включать в себя уменьшение сложности эффектов, их выключение или замену на менее требовательные аналоги.

Стратегии и инструменты оптимизации - Есть множество стратегий и инструментов, которые разработчики могут использовать для оптимизации графики в VR. Они включают в себя профилирование производительности, использование специализированных инструментов и плагинов, таких как Unity Profiler и GPU Profiler, пошаговую оптимизацию и итеративное тестирование[16].

Далее будут рассмотрены требования и ограничения Oculus Quest 2. Oculus Quest 2 и Pico 4 - это автономные VR-устройства, которые обладают своими уникальными техническими характеристиками и требованиями. Эти характеристики могут включать в себя процессор, видеокарту, оперативную память, разрешение дисплея и частоту обновления. Эти параметры важно учесть при разработке и оптимизации VR-приложений.

Oculus Quest 2, например, использует процессор Qualcomm Snapdragon XR2, который является существенным улучшением по сравнению с Snapdragon 835 в оригинальных Oculus Quest. Также он обладает большим количеством оперативной памяти, что предоставляет разработчикам больше пространства для работы. Однако, важно помнить, что все еще есть ограничения, которые следует учитывать при проектировании и оптимизации сцен.

Ограничения и проблемы оптимизации - Так как Oculus Quest 2 и Pico 4 являются автономными устройствами, они имеют ограничения по сравнению с VR-устройствами, которые подключаются к настольному компьютеру. Например, они могут иметь ограничения по

производительности и памяти, которые требуют дополнительной оптимизации[17].

Одним из ключевых ограничений является то, что эти устройства не могут использовать активное охлаждение, поэтому они могут быстро перегреваться при непрерывной интенсивной работе. Это означает, что необходимо тщательно управлять нагрузкой на процессор и графический процессор во время создания сцены, чтобы избежать перегрева и обеспечить стабильную работу приложения.

При разработке VR-приложений одним из самых больших вызовов является достижение баланса между реалистичностью и производительностью. С одной стороны, необходимо создать максимально реалистичное и погружающее окружение, чтобы улучшить опыт пользователя. С другой стороны, должны быть учтены ограничения производительности устройства[18].

Ключевые факторы в достижении сбалансированного качества графики и опыта использования тренажера:

- Использование более простых моделей и текстур для объектов, которые находятся далеко от пользователя или вне его поля зрения.
- Использование более низкого разрешения текстур для объектов, которые не являются центральной частью сцены.
- Использование методов, таких как уровни детализации (LOD), чтобы автоматически снижать детализацию объектов при удалении от пользователя.
- Использование техник, таких как пространственное разделение, чтобы уменьшить количество объектов, которые необходимо обрабатывать на каждом кадре.
- Ограничение использования ресурсоемких эффектов, таких как тени, отражения и частицы.

Ключ к достижению оптимального баланса между реалистичностью и производительностью лежит в глубоком понимании требований приложения,

ограничений устройства и доступных инструментов и техник оптимизации, что в свою очередь тесно связано с самим проектом и его спецификой.

Глава 3. Процесс создания 3D-визуализации для VR-тренажера "Метаместорождение"

§1. Моделирование объектов с низким полигональным разрешением в Blender

На этапе моделирования, в соответствии с референсами, полученными от консультанта, были созданы основные объекты сцены. Это включало различные элементы оборудования, зданий, естественной среды и других деталей, необходимых для создания полной и реалистичной сцены VR-тренажера. Все эти модели были созданы с использованием низкого полигонального разрешения для оптимизации производительности в VR-среде. Пример низкополигональной модели можно увидеть на рисунке 8.

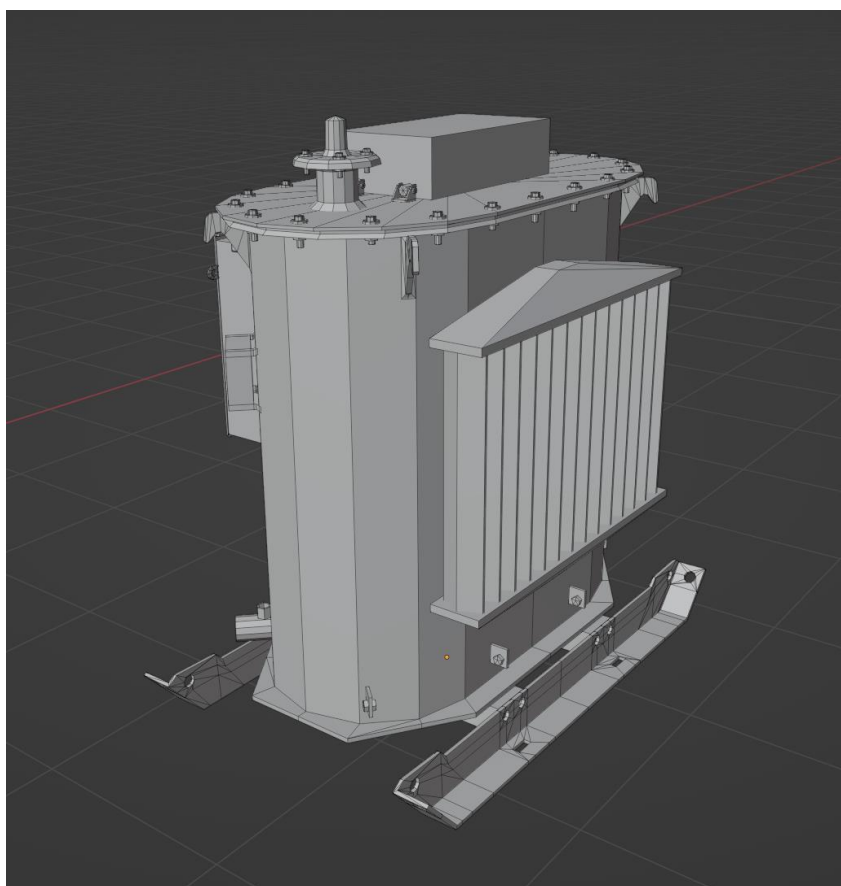


Рисунок 8 - Пример низкополигональной модели

Далее с целью максимизации производительности и обеспечения взаимодействия в Unity, объекты были разделены на отдельные блоки. Это позволило повысить эффективность использования ресурсов и облегчило процесс выстраивания сцены. Кроме того, специальное внимание было уделено объектам, которые требовали внутренней структуры для демонстрации конкретных функций или процессов в тренажере. Разбиение модели на блоки можно увидеть на рисунке 9.

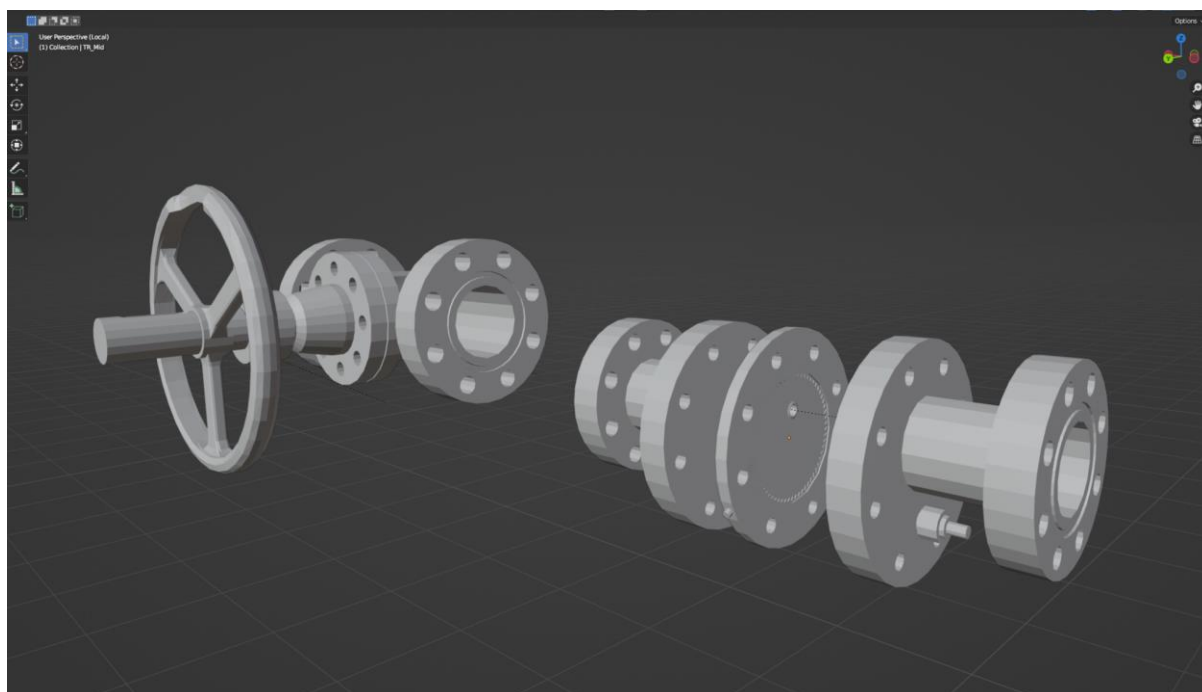


Рисунок 9 - Блочные модели

После моделирования и разбиения объектов была установлена иерархия объектов и точек привязки[2]. Это обеспечило легкость работы с интерактивными механиками, такими как перемещение и вращение объектов, а также упростит и оптимизирует процесс импорта и расстановки объектов в Unity. На рисунке 10 приведен пример того как должны располагаться точки привязки у интерактивных объектов и как можно разбивать иерархию сцены для удобства.

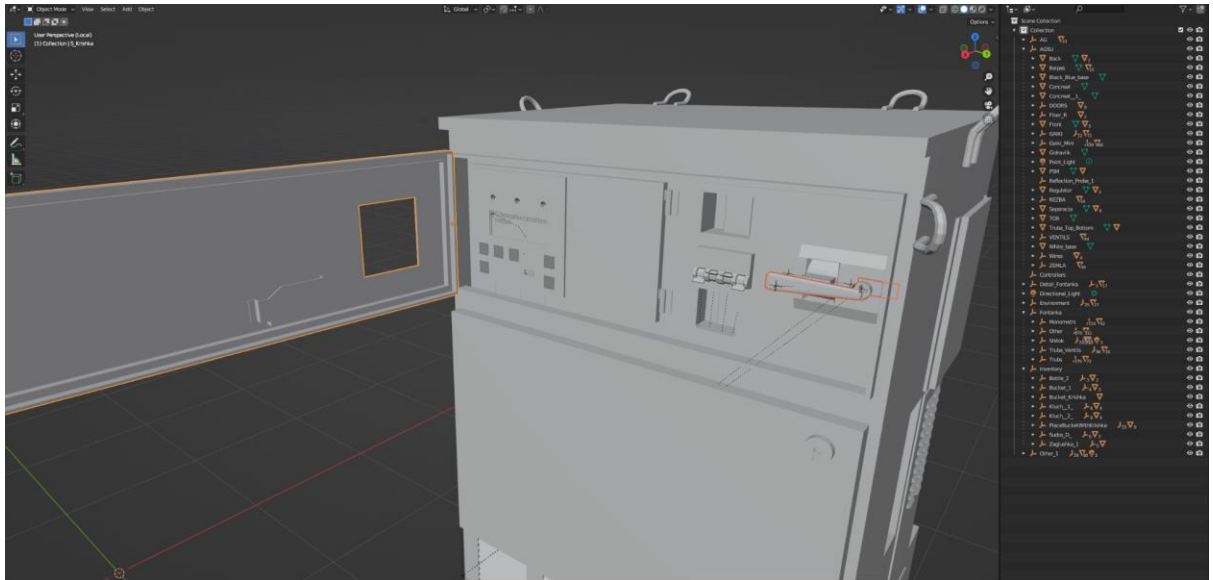


Рисунок 10 - Точки привязки моделей

Для того чтобы сцена выглядела максимально реалистичной и детальной, было принято решение создать объекты с высоким полигональным разрешением для запекания текстур. С помощью модификаторов *bevel* и *subdivision surface*, основные модели были улучшены и детализированы, обеспечивая при этом сохранение низкой полигональности исходной модели для оптимальной производительности. После завершения всех этапов моделирования и проверки их качества, все модели были экспортированы для дальнейшего использования в процессах развертки UV, текстурирования и последующего импорта в Unity. Пример высокополигональной модели с её низкополигональной копией представлен на рисунке 11.

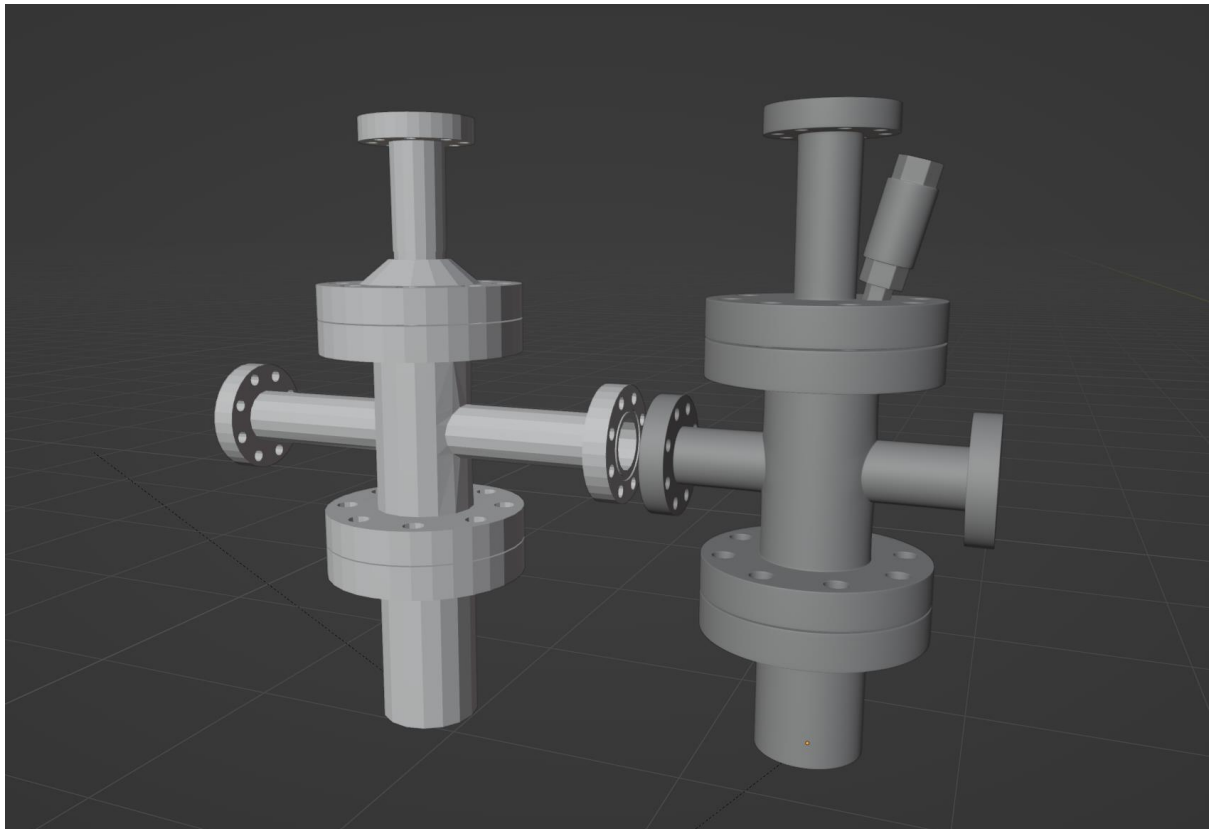


Рисунок 11 - Высокополигональная и низкополигональная модель

§2. Создание UV-развертки объектов

На следующем этапе работы экспортированные модели были загружены в RizomUV для создания UV-развертки. RizomUV, был выбран за его мощные возможности и интуитивно понятный интерфейс, что упрощает процесс создания UV-развертки для объектов различной сложности. Интерфейс программы с загруженной в неё моделью можно увидеть на рисунке 12.

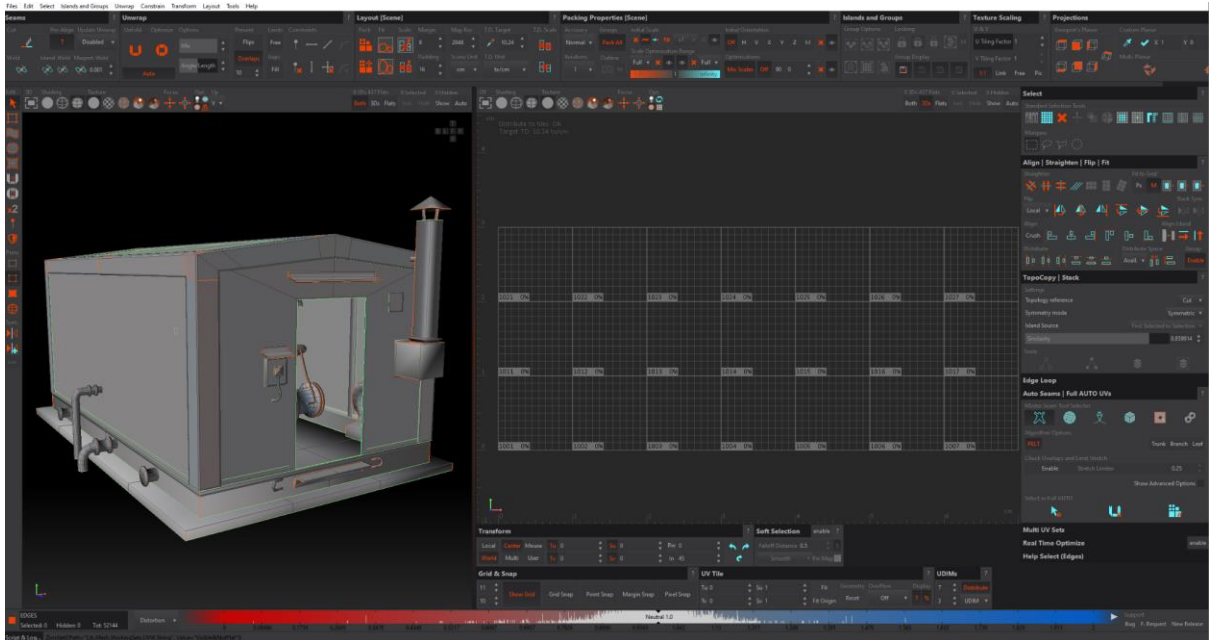


Рисунок 12 - Программа RizomUV

В процессе развертки UV использовались различные техники, включая применение симметрии и создание вторых UV-координат, для оптимизации процесса запекания карт освещения. Это позволило получить максимальное качество текстур при сохранении производительности. Здесь должны быть вставлены скриншоты процесса развертки и результатов. На рисунке 13 показан результат развертки одной из моделей.

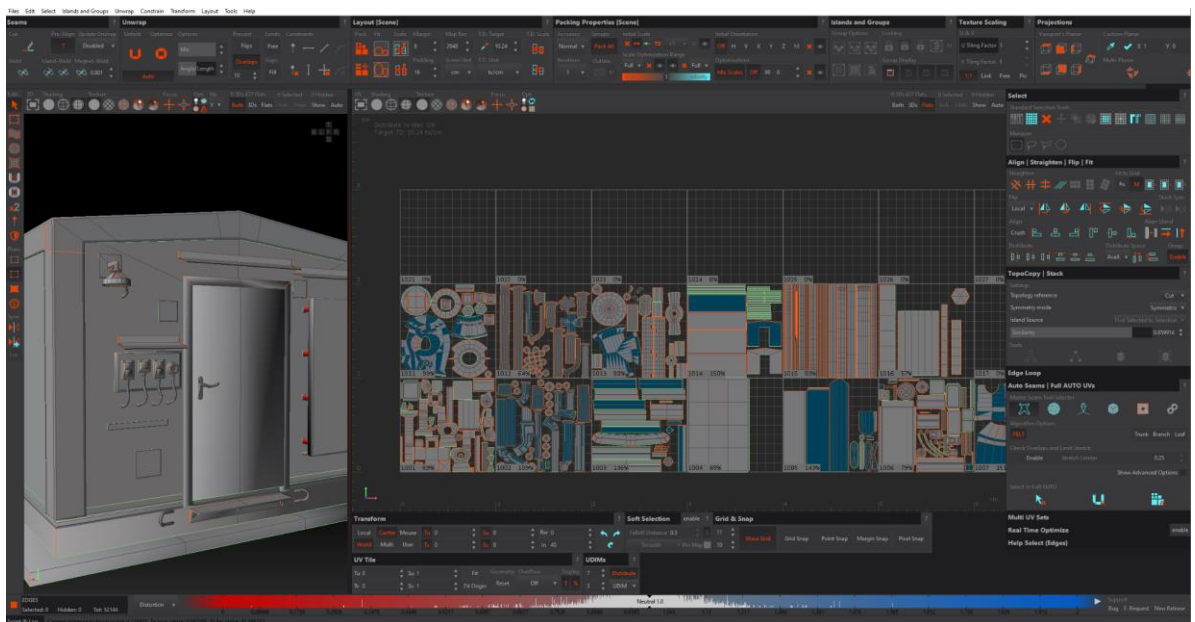


Рисунок 13 - UV развертка модели

§3. Текстурирование моделей

Затем экспортированные модели были загружены в Substance Painter для запекания карт и текстурирования объектов. Substance Painter был выбран из-за его широких возможностей в области текстурирования и удобства работы с 3D-моделями. Интерфейс данной программы с загруженной моделью представлен на рисунке 14.

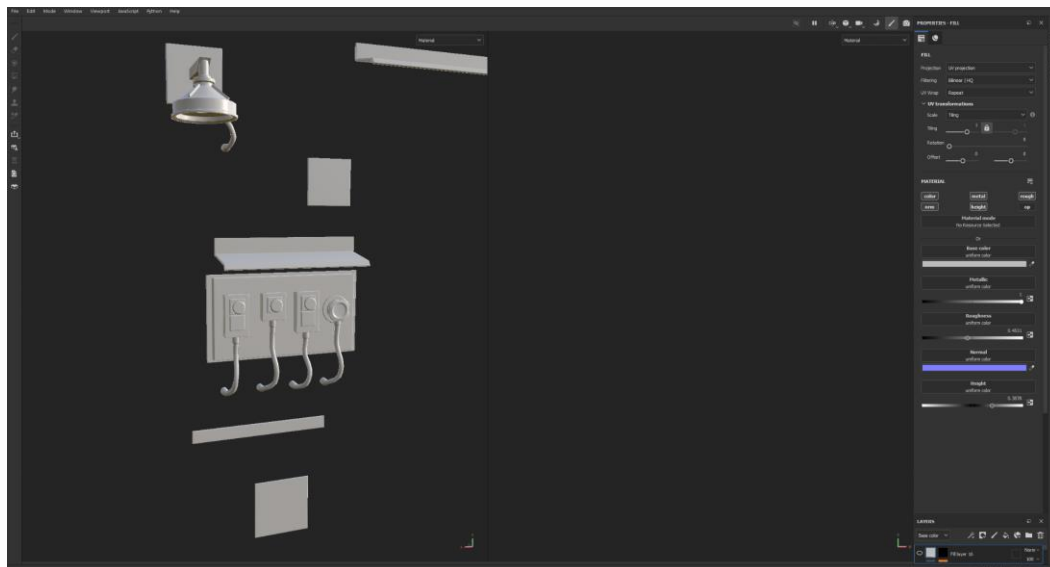


Рисунок 14 - Substance Painter

С помощью инструментов Substance Painter и наших высокополигональных версий объектов были запечены различные карты необходимые для дальнейшего использования всего функционала программы. Затем были созданы реалистичные текстуры и материалы для объектов. Все материалы были созданы с учетом требований и ограничений Oculus Quest 2 и настроены для максимального качества и производительности. После завершения текстурирования, стоит отметить что крайне важно выполнить экспортирование всех карт в формате, совместимом с Unity URP, для дальнейшего использования в целях проекта. Пример готовой работы с материалами и текстурами изображен на рисунке 15.



Рисунок 15 - Текстурирование модели

§4. Работа в Unity

После того, как все модели и текстуры были подготовлены, они были импортированы в Unity. Unity был выбран для этого проекта из-за его гибкости, поддержки VR, возможности интеграции с множеством сторонних инструментов и богатым набором функций. Все файлы моделей и текстур были организованы в структурированной системе каталогов, что облегчило дальнейшую работу.

Для каждой модели были созданы специализированные материалы, используя ранее экспортированные текстуры. Затем каждый объект был помещен на сцену и тщательно выстроен в соответствии с концептом тренажера. Кроме того, было важно учесть тот факт, что приложение было разработано для платформы Android, известной своими ограничениями в отношении производительности. Чтобы минимизировать нагрузку на графический процессор (GPU), размеры всех использованных текстурных карт были оптимизированы по размеру и методу сжатия. Пример на котором можно наглядно увидеть различия в размере одной карты до сжатия и

настройки, а также после, представлен на рисунке 16, размер настроенной карты составил 0.5 мб, а не настроенной 9.5 мб.

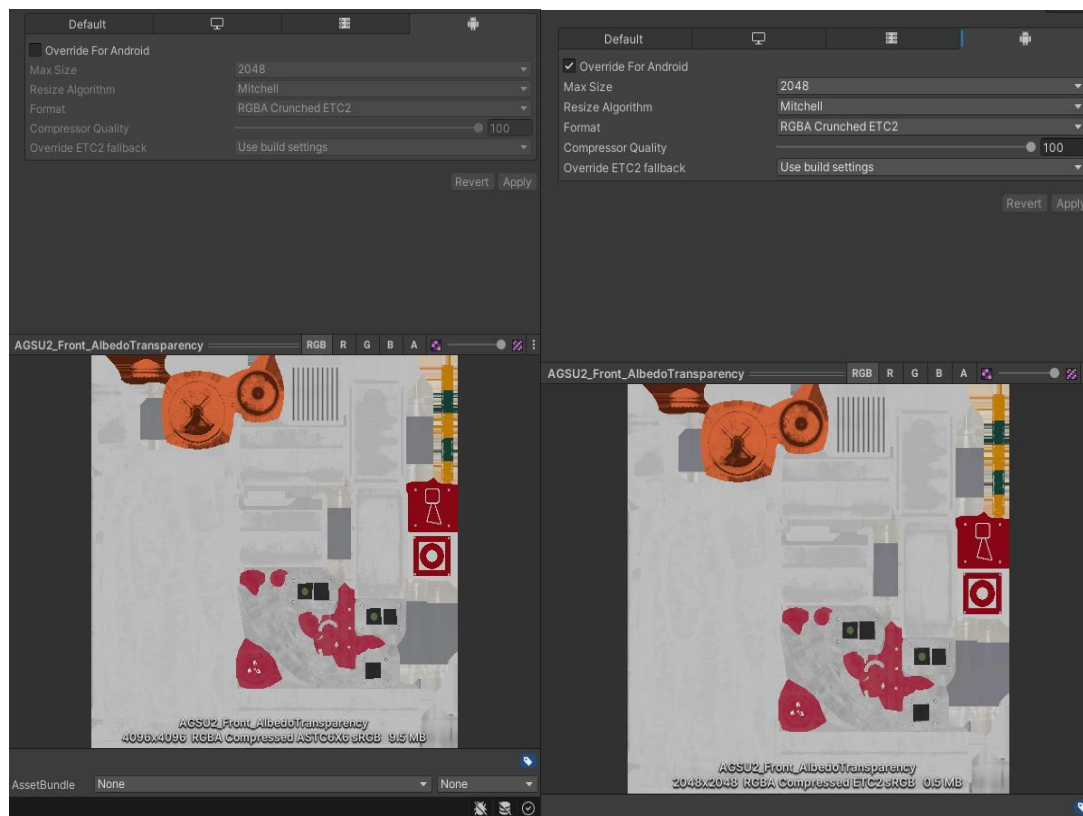


Рисунок 16 - Настройка текстур

После того как все текстуры были готовы и настроены, было необходимо составить материалы для каждого из объектов в сцене используя эти карты. После чего материалы можно было накладывать на модели в сцене. Модель с её наложенным материалом в Unity представлена на рисунке 17.

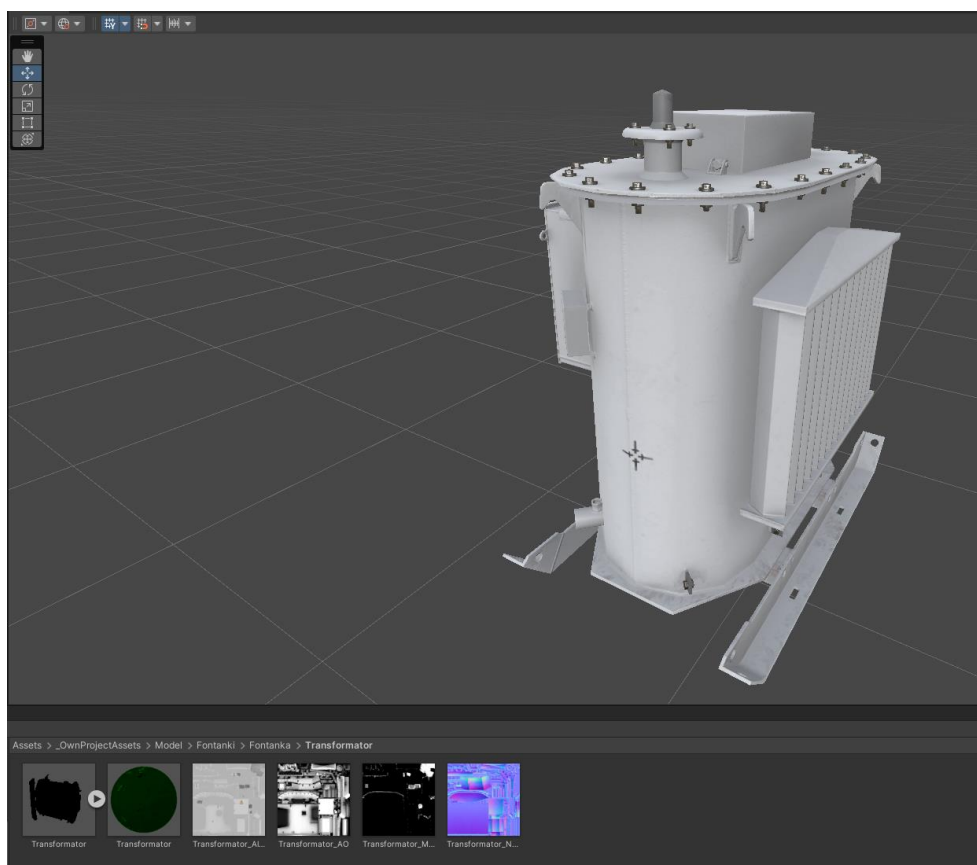


Рисунок 17 - Модель в Unity

После того как модели стали иметь в себе материал, настало время приступить к созданию префабов из тех блоков что были сгруппированы на начальном этапе моделирования. Префабы — это настраиваемые, повторно используемые объекты, которые могут содержать любой набор компонентов и дочерних игровых объектов[22]. Они позволяют упростить и ускорить процесс работы, поскольку позволяют легко создавать, конфигурировать и многократно использовать объекты или группы объектов[21]. На рисунке 18 можно увидеть примеры готовых префабов, а на рисунке 19 - как префабы гайки и болта используются для создания более сложного префаба крепления фонтанной арматуры.

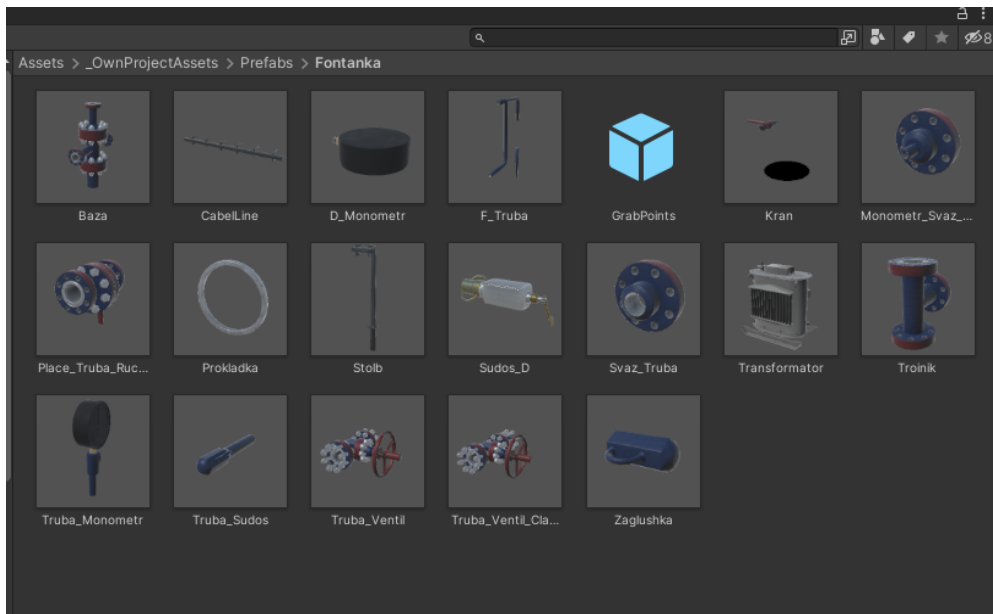


Рисунок 18 - Готовые префабы

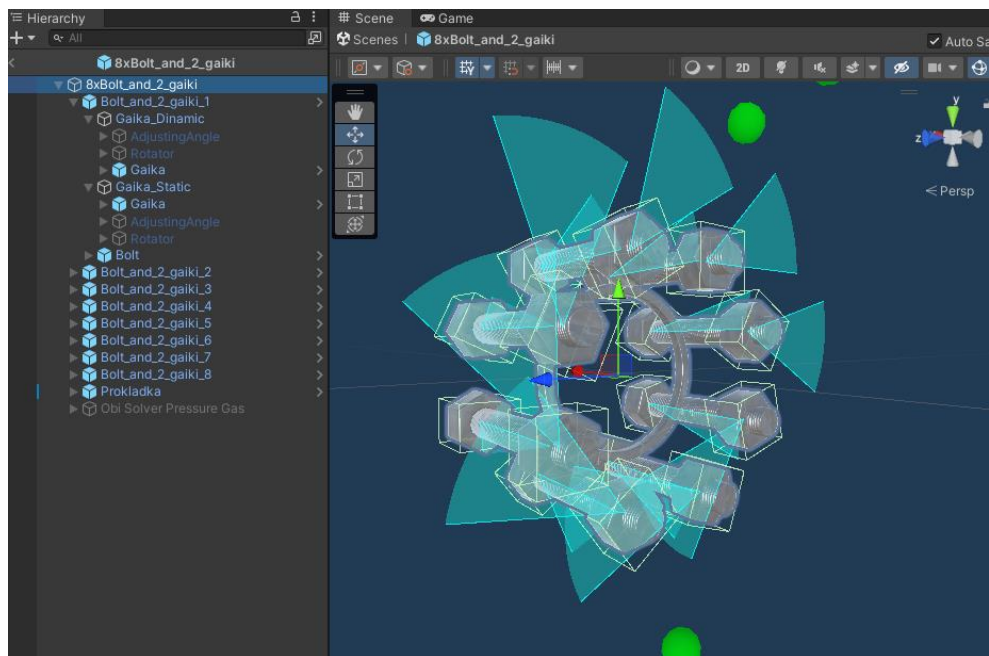


Рисунок 19 - Иерархия префаба крепления

Созданные префабы позволяют выстроить правильную структуру всей сцены, а также экономят огромное количество времени если необходимо что то исправить в уже готовых объектах. После того как все 3D модели были расположены на сцене и расставлены в нужных местах, что можно видеть на

рисунке 20, можно было приступить к окружению.

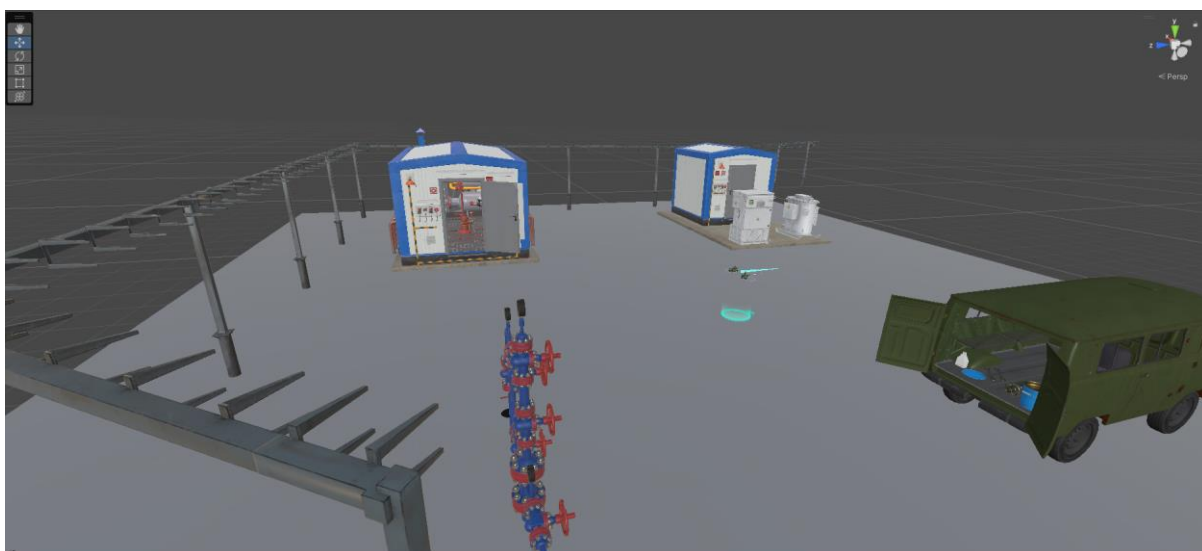


Рисунок 20 - Начальный вариант сцены Unity

Одним из ключевых аспектов реалистичности виртуальной реальности является окружение сцены. Далее были созданы детальные модели рельефа местности и применены соответствующие материалы и текстуры. Кроме того, для создания естественного освещения использовались карты HDRI, после чего было необходимо запечь карты отражений для улучшения их качества в сцене и увеличению производительности.

Настройка графики проекта включала в себя ряд оптимизаций и настроек для достижения максимального качества изображения и производительности. Далее выбран метод сглаживания, он позволил получить плавную и не резкую картинку в процессе работы на тренажере, также была настроена дальность отображения теней в реальном времени, что позволило существенно увеличить степень погружения в сцену, и также были добавлены различные эффекты и пост-эффекты, нацеленные на скрытие недостатков автономных VR очков. Результат настроек можно наглядно увидеть на рисунке 21.



Рисунок 21 - Сцена в Unity с окружением

Освещение играет важную роль в создании реалистичного VR-опыта. В данном проекте использовалась комбинация real-time и запеченного освещения для достижения максимального качества изображения при сохранении производительности. Добавление освещения и источников света позволило кардинально изменить внешний вид сцены в лучшую сторону, это можно видеть на рисунке 22.



Рисунок 22 - Сцена в Unity с настроенным освещением.

Важной составляющей создания реалистичного виртуального опыта является использование систем частиц для имитации эффектов жидкости и газа. В данном проекте для этой цели использовался сторонний плагин Obi Fluid. Этот инструмент позволяет создавать очень реалистичные и в то же время оптимизированные эффекты, которые улучшают визуальное впечатление от VR-тренажера. В качестве примера, на рисунке 23 представлена анимация сбора нефти в ведро.

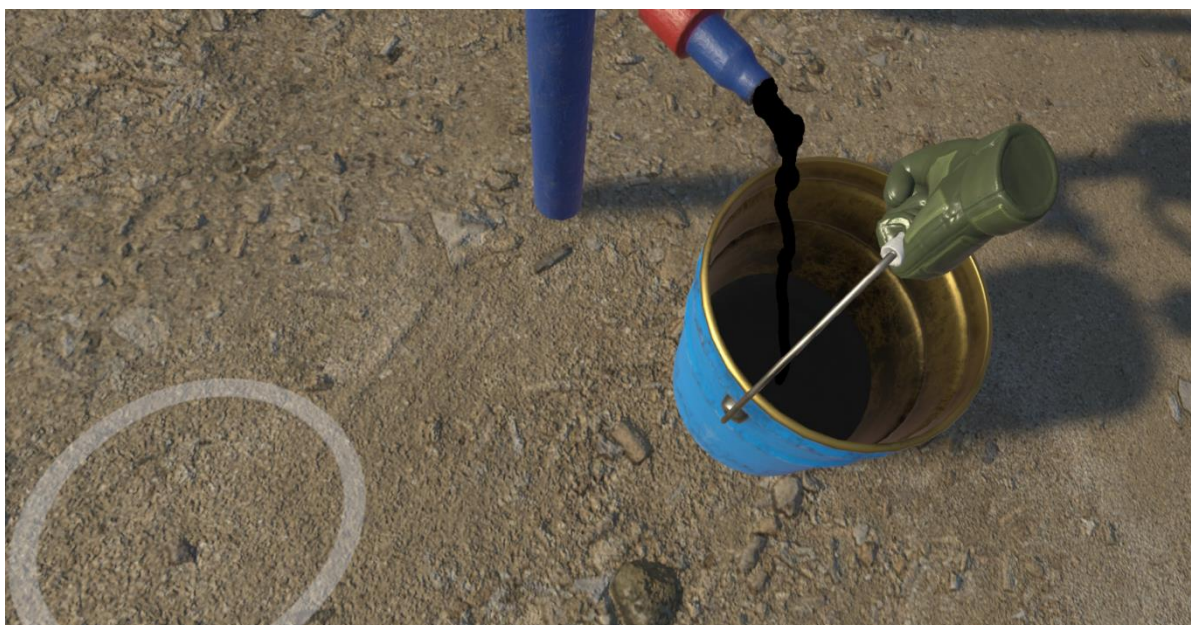


Рисунок 23 - Анимация жидкости

Для имитации жидкости в бутылках и сосудах были созданы специализированные шейдеры. Эти шейдеры позволяют достичь эффекта реалистичного движения жидкости внутри этих объектов, учитывая их форму и объем. Этот процесс был особенно важен, чтобы создать визуально убедительные симуляции процессов, в тренажере. Работа шейдера с наливание жидкости в бутылку изображена на рисунке 24.



Рисунок 24 - Шейдер жидкости

После основной настройки сцены, последний этап работы в Unity был посвящен доработке и улучшению общего внешнего вида и производительности. Это включало в себя множество тонких настроек и оптимизаций, таких как корректировка положения объектов, настройка освещения и теней, а также оптимизация графических настроек для лучшей производительности. После чего можно было сказать что сцена приняла завершённый вид, и отвечала всем техническим и визуальным требованиям. Финальный результат можно посмотреть в Приложении А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над дипломным проектом были успешно выполнены поставленные задачи. Был проведен анализ интерактивности и основных концепций взаимодействия человека с компьютером, осуществлен обзор существующих тренажеров, определена роль виртуальной реальности в создании интерактивных тренажеров.

Было выполнено создание детализированных и реалистичных 3D-моделей с интерактивными элементами, была разработана модульная система объектов и иерархия больших интерактивных моделей, создано окружение, анимация объектов, жидкостей, газов, и выполнена оптимизация сцены для работы на автономных VR-устройствах, что обеспечило создание функционального и качественного VR-тренажера «Метаместорождение».

Результаты данной работы, как ожидалось, показали важность и эффективность применения технологии виртуальной реальности в сфере обучения нефтегазовой индустрии. VR-тренажер «Метаместорождение» предоставляет возможность погрузиться в реалистично воссозданное виртуальное пространство нефтегазового месторождения, где пользователь может практиковаться и улучшать свои навыки в безопасной и контролируемой среде.

Данная работа имеет важное значение, так как она открывает новые возможности для обучения и подготовки специалистов в нефтегазовой отрасли. В будущем это может способствовать повышению качества обучения, безопасности и эффективности работы на месторождении.

Будущие исследования в этой области могут включать разработку дополнительных модулей и механик, а также адаптацию VR-тренажера для обучения в других областях нефтегазовой промышленности. Кроме того, возможно дальнейшее совершенствование и оптимизация VR-тренажера для более сложных и обширных виртуальных сред.

Одним из ключевых успехов данной работы является реализация эффективного и интерактивного VR-тренажера, который позволяет студентам и специалистам практиковать сложные процессы и операции на виртуальном месторождении нефти и газа без реальных рисков и значительных затрат. Использование VR-технологий для обучения открывает новые горизонты и ставит новые стандарты в подготовке специалистов в нефтегазовой отрасли.

Тем не менее, следует отметить, что разработка и внедрение VR-тренажера «Метаместорождение» – это только первый шаг на пути к полноценному использованию виртуальной реальности в обучении нефтегазовых специалистов. Возможности этой технологии еще далеко не исчерпаны, и в будущем она может стать инструментом не только для обучения базовым навыкам и процедурам, но и для подготовки к решению более сложных и нетривиальных задач.

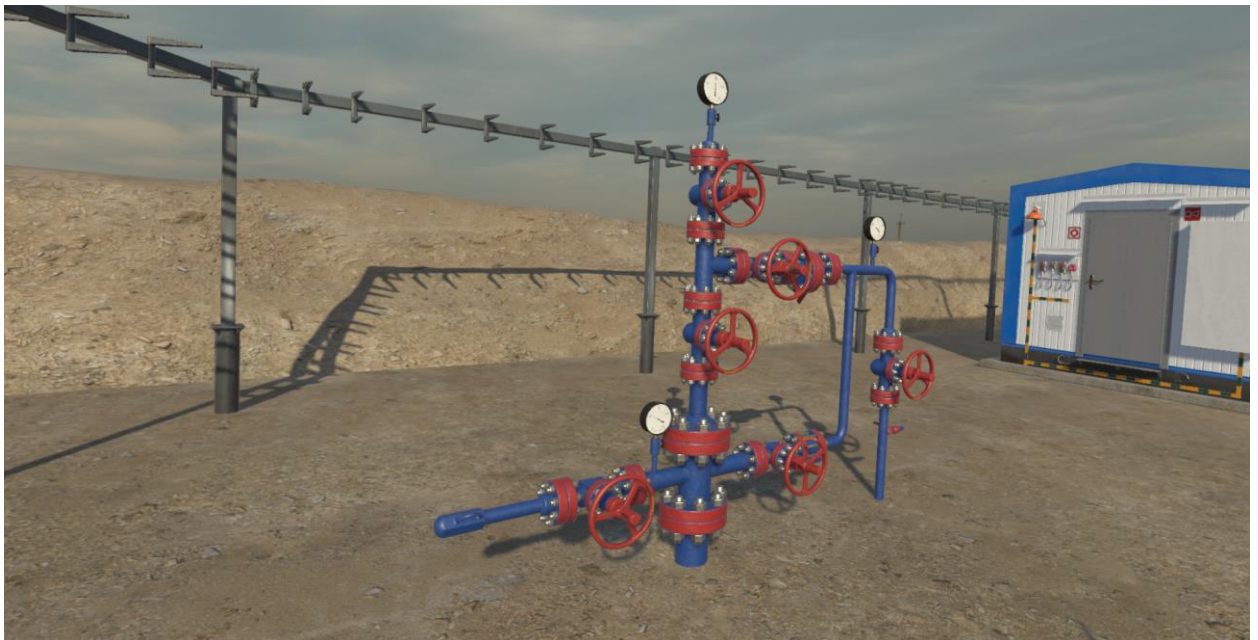
В заключении хочется отметить, что успешное выполнение этой работы подтверждает возможность и эффективность применения технологии виртуальной реальности в образовательном процессе. Виртуальный тренажер «Метаместорождение» становится уникальным и инновационным инструментом для подготовки специалистов в нефтегазовой отрасли, и этот опыт может быть полезен для развития VR-технологий и их применения в других областях образования и науки.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Глава 3. Процесс создания 3D-визуализации для VR-тренажера «Метаместорождение»

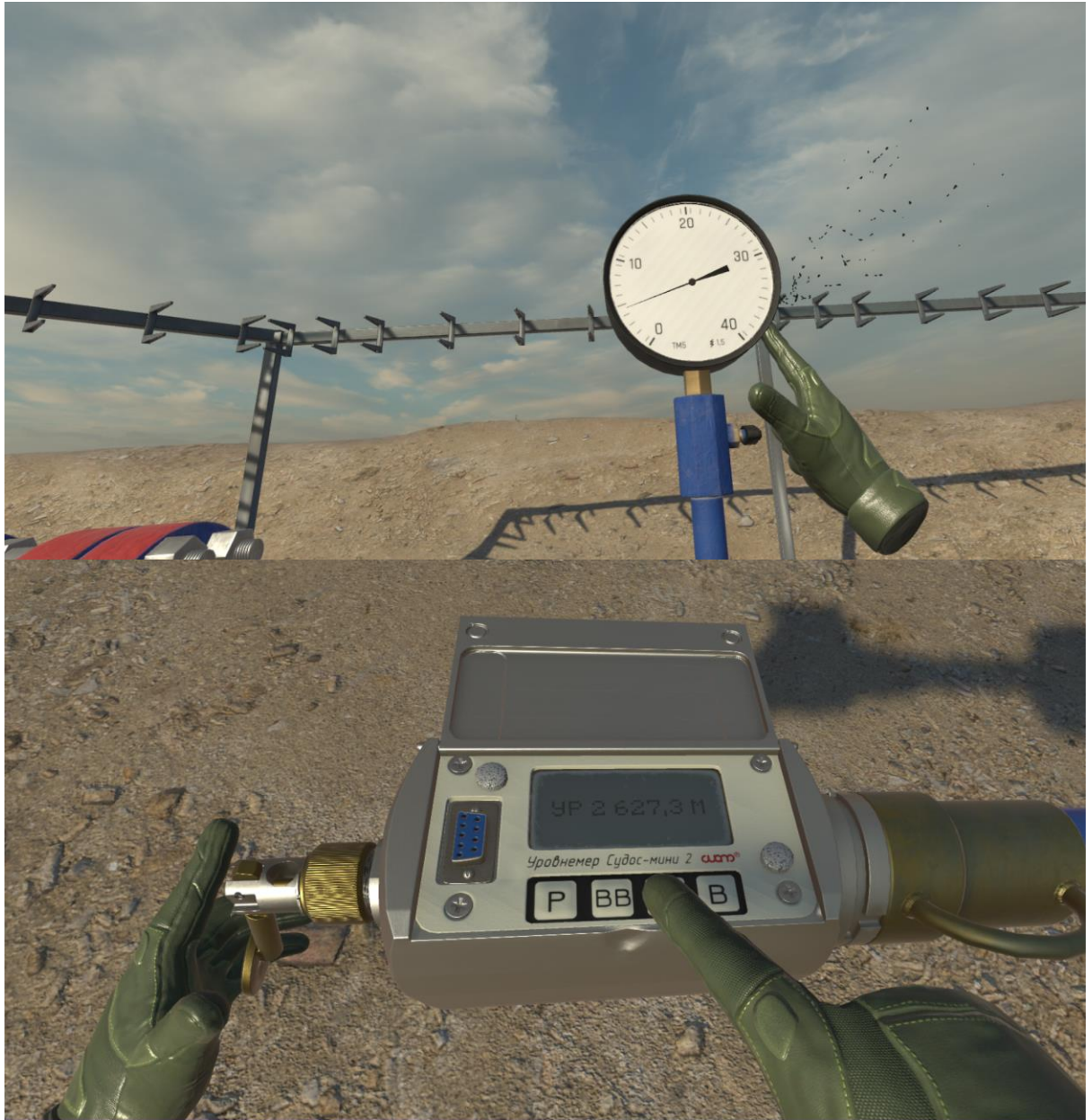


Рисунки 25 – 34 – Итоговый вариант сцены тренажера “Метаместорождение”











СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Хокинг, Д.** Unity в действии / Д. Хокинг. - 2015. - 416 с.
2. **Бонд, Д. Г.** Введение в игровой дизайн, прототипирование и разработку / Д. Г. Бонд. - 2014. - 1296 с.
3. **Батфилд-Эддисон, П.** Кулинарная книга по разработке игр Unity: основы для каждой игры / П. Батфилд-Эддисон, Д. Мэннинг, Т. Ньюджент. - 2015. - 408 с.
4. **Best Practices For Organizing Your Unity Project** // Unity.com : [сайт] – URL: <https://unity.com/how-to/organizing-your-project> (дата обращения: 24.03.2023).
5. **Ферроне, Х.** Изучение C # путем разработки игр с помощью Unity / Х. Ферроне. - 2018. - 458 с.
6. **Гейг, М.** Разработка игр на Unity за 24 часа / М. Гейг. - 2013. - 464 с.
7. **Рид, М. С #: 3 книги в 1** / М. Рид. - Год издания неизвестен. - 344 с.
8. **Фелисия, П.** Unity от нуля до мастерства (основы) / П. Фелисия. - 2016. - 240 с.
9. **Уокер, Ф.** Сертифицированный программист Unity: руководство по сдаче экзамена / Ф. Уокер. - 2020. - 762 с.
10. **Борромео, Н. А.** Практическая разработка игр в Unity 2022 / Н. А. Борромео. - 2022. - 712 с.
11. **Кеннеди, Ч.** Учебник по виртуальной реальности: Unity, VR и C# / Ч. Кеннеди. - 2017. - 352 с.
12. **Гонсалвес, Р.** Разработка VR с использованием Unity и C# / Р. Гонсалвес. - 2019. - 376 с.
13. **Лиммер, С.** Создание VR-игр с использованием Unity / С. Лиммер. - 2019. - 288 с.
14. **Правильно программируем. Используем полиморфизм. Общая логика игровых персонажей** // Habr.com : [сайт] – URL: <https://habr.com/ru/articles/195970/> (дата обращения: 12.02.2023).

15. **Хейлс, К.** Введение в виртуальную реальность: разработка приложений с использованием Unity / К. Хейлс. - 2018. - 392 с.

16. **Мюллер, Я.** Unity VR-разработка: Руководство для начинающих / Я. Мюллер. - 2020.

17. **В чем разница между VR и AR?** / РБК тренды : [сайт] – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5db179279a79472d7aa9e58a> (дата обращения: 03.02.2023).

18. **Документация по C#** / Microsoft : [сайт] – <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/> (дата обращения: 01.12.2022).

19. **UnityScript VS C#:** Choosing Unity's Language / Marketsplash : [сайт] – <https://marketsplash.com/tutorials/c-sharp/unityscript-vs-csharp/> (дата обращения: 03.02.2023).

20. **MonoBehaviour** / Unity Documentation : [сайт] – URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.html> (дата обращения: 05.04.2023).

21. **Prefabs** / Unity Documentation : [сайт] – URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/class-Animator.html> (дата обращения: 14.05.2023).

22. **Константинов М. А.** VR-тренажеры для государственных гражданских служащих // Вестник Университета Правительства Москвы. 2021. № 2. С. 47 / Elibrary [сайт] : URL:<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=64100> (дата обращения: 02.03.23).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Гуманитарный институт
Кафедра информационных технологий
в креативных и культурных индустриях

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой

 М. А. Лаптева


« 28 » июня 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

3D-визуализация интерактивного тренажёра "Метаместорождение" для
Института нефти и газа

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование программы: 09.03.03.30 Прикладная информатика

Руководитель проф., д-р филос. наук  Р. П. Мусат

Выпускник  С. А. Колесников

Нормоконтролер  И. Р. Нигматуллин

Красноярск 2023