

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 ООП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Виртуальный тренажер для определения параметров давления

УДК 378.16:531.787

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	к.т.н., доцент		

Со-руководитель ВКР (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Ковалёва Е.В.	к.м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин А.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и

Код компетенции	Наименование компетенции
	участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ А.В. Цавнин
 (Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич

Тема работы:

Виртуальный тренажер для определения параметров давления	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-90/с от 03.02.2023 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: виртуальный тренажер Цель работы: разработка виртуального лабораторного тренажера для изучения принципов измерения давления
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	Изучение принципов, методов и средств измерения давления, анализ и выбор платформ и средств разработки. Проектирование и создание виртуального тренажера
Перечень графического материала	UML – диаграмма, таблица бизнес модели, таблица расчета точки безубыточности
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Ковалёва Елена Витальевна, доцент ШИП, к.м.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ст. преподаватель ООД ШБИП

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич		03.02.2023 г.

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич

Тема работы:

Разработка виртуального тренажера для определения параметров давления для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Спиридонова А.С.	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин А.В.	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич		03.02.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 81 с., 14 рис., 14 табл., 19 источников, 1 прил.

Ключевые слова: виртуальный тренажер, измерение давления, среда разработки Unity, интерактивный объект, архитектура.

Объектом исследования является технологии разработки виртуального лабораторного тренажера для платформы Windows/ Linux/ MacOS с помощью среды разработки «Unity».

Цель работы – разработка виртуального лабораторного тренажера для изучения принципов измерения давления.

В процессе выполнения работы использовался среда разработки Unity, были прописаны скрипты, реализация проведена на языке C# с использованием внутренних библиотек Unity.

В результате выполнения работы был разработан виртуальный лабораторный тренажер и прописаны команды управления для интерактивных объектов.

Область применения: виртуальные лабораторные тренажеры широко применяются в образовании и исследованиях для симуляции реальных лабораторных условий и экспериментов.

В будущем планируется интегрировать виртуальные лабораторные тренажеры с VR очками, что позволит пользователям полностью погрузиться в среду и взаимодействовать с виртуальным оборудованием с помощью контроллеров (джойстиков). Это значительно усилит ощущение присутствия и реализм экспериментов, создавая уникальные возможности для обучения и исследований.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

C#: язык программирования, созданный группой инженеров компании Microsoft, который используется для разработки приложений на платформе Microsoft .NET Framework.

GameObjects: основные строительные блоки в Unity, которые представляют все объекты в игре и позволяют разработчикам добавлять различные компоненты и настраивать их параметры, чтобы создавать и управлять поведением и внешним видом объектов.

UML: графический язык, используемый для моделирования объектов в процессе разработки программного обеспечения, а также для моделирования бизнес-процессов и организационных структур.

архитектура: совокупность решений, связанных с организацией программной системы.

ассет: цифровой объект, который состоит преимущественно из однотипных данных и представляет собой часть игрового контента.

геймплей: компонент игры, который отвечает за взаимодействие между игроком и игровым миром.

движок: комплекс программных инструментов, объединенных в единую систему, которая обеспечивает различные функции в игре.

коллайдер: невидимая упрощенная форма объекта, которая используется для обнаружения и обработки столкновений с другими объектами в игре.

компонент: функциональная часть каждого GameObject в Unity в виде модулей, которые могут быть использованы для управления движением, визуализацией, звуком, взаимодействием с игроком и другими объектами, а также для реализации логики и поведения игровых объектов.

консоль: специализированное электронное устройство, предназначенное для запуска и воспроизведения видеоигр.

механика: набор правил и способов реализации взаимодействия между игроком и игрой.

платформа: компьютерная система или платформа, на которой запускается игра.

префаб: особый тип ассетов в Unity, который позволяет сохранить полный набор GameObject со всеми его компонентами и свойствами.

прототип: демонстрационная версия игры с базовым функционалом и геймплеем, которая создается с целью проверки и отработки идей, оценки их потенциала и снижения риска разработки непригодного проекта

скрипт: программа, написанная на языке программирования, которая содержит последовательность команд и инструкций для выполнения конкретных операций в игре.

Оглавление

Введение.....	15
1 Методы измерения давления	16
2 Разработка виртуального тренажера	19
2.1 Общая информация	19
2.2 Выбор оборудования.....	20
2.2.1 Выбор датчика давления.....	20
2.2.2 Выбор рабочего эталона.....	24
2.2.3 Выбор источника питания.....	26
2.2.4 Выбор цифрового мультиметра.....	26
2.2.5 Выбор рабочих средств измерения давления.....	28
2.2.6 Подбор поверяемого/калибруемого СИ давления.....	30
2.3 Моделирование виртуального тренажера	31
2.3.1 Создание 3D-моделей оборудования	31
2.3.2 Рендеринг.....	32
2.4 Игровые движки	33
2.4.1 Свободно распространяемые движки	34
2.4.2 Сравнение движков.....	34
3 Проектирование и реализация процессов управления	37
3.1 Проектирование.....	37
3.1.1 Процесс работы на виртуальном тренажере	37
3.1.2 Архитектура виртуального тренажера.....	37
3.1.3 Диаграмма состояний	39

3.2 Реализация	40
3.2.1 Настройка интерактивных объектов	40
3.2.2 Скрипты	42
4 Концепция стартап-проекта	47
4.1 Описание продукта как результат НИР	47
4.2 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта.....	48
4.3 Объем и емкость рынка	49
4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли.....	52
4.5 Планируемая стоимость продукта.....	52
4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов	58
4.7 Интеллектуальная собственность.....	59
4.8 Бизнес-модель проекта	60
4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок	61
5 Социальная ответственность	65
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	65
5.2 Производственная безопасность.....	68
5.2.1 Анализ опасных и вредных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия	69
5.3 Экологическая безопасность.....	74
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	74
5.5 Выводы по разделу социальная ответственность.....	76
Заключение	77
Список используемых источников.....	78

Введение

В современных университетах есть необходимость в создании специализированных систем обучения, таких как разнообразные стенды, симуляторы, системы физического подобия для моделирования сложных физических процессов, для упрощения выполнения лабораторных работ. Вместо использования физических лабораторных установок, развитие компьютерных технологий позволяет создавать компьютерные модели, которые эффективно заменяют традиционные методы.

Лабораторные работы играют важную роль в учебном процессе студентов, так как помогают им лучше усвоить учебный материал и развивают необходимые навыки. Студенты могут изучать основной теоретический материал, используя учебники, лекции и вводные части лабораторных работ.

Благодаря виртуальным лабораторным тренажерам студенты могут получить больше практического опыта и навыков, что в конечном итоге позволяет выпускать более качественных и квалифицированных специалистов.

Целью данного проекта является разработка и создание виртуального лабораторного тренажера, который будет использоваться для определения параметров давления в рамках лабораторных работ по дисциплине "Метрология, стандартизация и сертификация".

Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести анализ рынка платформ и жанров, чтобы определить наиболее подходящие варианты.
- описать процесс выполнения работы, выделить ключевые и вспомогательные элементы, и разработать структуру создаваемой системы.
- разработать прототип с основными механиками и создать альфа-версию виртуального тренажера.
- провести внутреннее тестирование, выявить на его основе основные замечания и пожелания к процессу.

1 Методы измерения давления

Измерение давления – это процесс определения силы, которую оказывает жидкость или газ на определенную площадь. Давление измеряется в различных единицах, таких как Паскали (Па), бары (бар), фунты на квадратный дюйм (psi) и миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.).

Существует несколько методов измерения давления, каждый из которых применяется в зависимости от конкретной ситуации и требований. Некоторые из наиболее распространенных методов включают в себя:

- манометры (это устройства, используемые для измерения давления жидкостей и газов). Они могут быть механическими или электронными. Механические манометры включают жидкостные манометры, дифференциальные манометры и спиральные манометры. Электронные манометры используют датчики для преобразования давления в электрический сигнал, который затем измеряется и отображается;

- пьезорезистивные датчики, основанные на эффекте пьезорезистивности, который проявляется в некоторых материалах. Давление, оказываемое на такой датчик, приводит к изменению его электрического сопротивления. Измерение этого изменения позволяет определить величину давления;

- измерительные устройства на основе воздушной пружины. Этот метод измерения давления основан на использовании упругости воздушной пружины. Измерительное устройство включает воздушную камеру, связанную с исследуемой системой. Давление в исследуемой системе приводит к изменению объема воздушной камеры, и эта измененная величина связывается с измеряемым давлением;

- измерение давления по уровню жидкости. Этот метод применяется для измерения давления, основанного на высоте жидкости в контейнере. Измеряется разница в уровнях жидкости между точкой, где давление измеряется, и точкой, где давление сравнивается с атмосферным давлением;

– измерение давления при помощи упругих элементов. В этом методе используются упругие элементы, такие как мембраны или пружины, которые деформируются под воздействием давления. Деформация измеряется с помощью датчиков или датческих элементов, что позволяет определить величину давления;

– капиллярные манометры, используемые для измерения давления, основываясь на изменении высоты столбика жидкости в капилляре, соединенном с системой, в которой измеряется давление. Давление приводит к изменению уровня жидкости в капилляре, что позволяет измерить давление;

– измерение давления при помощи ультразвука. В этом методе используется принцип измерения времени прохождения ультразвуковой волны через газовую или жидкую среду. Изменение скорости распространения ультразвука связано с изменением давления, что позволяет определить величину давления;

– электрические датчики давления. Электрические датчики давления измеряют давление, опираясь на электрические свойства материалов. Некоторые датчики используют изменение емкости или сопротивления при деформации, вызванной давлением, для определения величины давления.

Это только несколько примеров методов измерения давления. В каждом конкретном случае выбор метода зависит от условий эксплуатации, точности требуемых измерений, среды, в которой происходит измерение, и других факторов.

При разработке виртуального лабораторного тренажера с манометрами можно использовать виртуальные манометры, которые моделируют работу реальных приборов. Виртуальные манометры позволяют симулировать различные типы манометров и измерять давление в виртуальной среде.

Механические манометры могут быть виртуализированы путем создания трехмерных моделей, которые отображают их внешний вид и работу. В зависимости от типа манометра, можно смоделировать показатели на шкале, изменения положения стрелки или уровня жидкости в манометре.

Для виртуализации электронных манометров можно создать графические элементы, отображающие цифровые показатели давления. Электронные манометры могут иметь различные режимы отображения, настройки и возможности подключения к другим устройствам.

Виртуальный лабораторный тренажер также может предоставлять возможности для взаимодействия с манометрами, такие как изменение показателей давления, проведение измерений, выполнение заданий и анализ результатов.

Важно разработать виртуальные манометры таким образом, чтобы они были достоверными и позволяли пользователям получать аналогичный опыт, как при работе с реальными манометрами. Также можно предусмотреть функции обратной связи и подсказок для помощи пользователям в правильном использовании и интерпретации результатов измерений.

Итак, при разработке виртуального лабораторного тренажера с манометрами используются виртуальные модели манометров, которые позволяют симулировать их работу и измерять давление в виртуальной среде.

2 Разработка виртуального тренажера

2.1 Общая информация

Виртуальные лабораторные учебные тренажеры – это компьютерные программы, которые предназначены для симуляции реальных лабораторных экспериментов. Они позволяют студентам и ученым учиться и тренироваться в безопасной и контролируемой среде, где они могут экспериментировать с различными параметрами, не рискуя повредить оборудование или получить травмы.

Виртуальные лабораторные тренажеры стали очень актуальными в последние годы, поскольку они позволяют учиться и тренироваться в любом месте и в любое время, без необходимости находиться в физической лаборатории. Они также могут значительно снизить затраты на оборудование и расходы на обслуживание физических лабораторий.

Виртуальные лабораторные учебные тренажеры начали применять еще в 1990-х годах, когда компьютерные технологии только начали развиваться. С тех пор они стали все более популярными и доступными, и сейчас их используют в университетах, колледжах, школах и других образовательных учреждениях по всему миру.

Несколько примеров виртуальных лабораторных учебных тренажеров включают в себя ChemLab [1], Virtual Physics Labs [2], и The Biology Project [3]. Большинство таких тренажеров доступны онлайн бесплатно или за небольшую плату.

Рассмотрим несколько статистических фактов:

– по данным MarketsandMarkets, глобальный рынок виртуальных лабораторных учебных тренажеров должен вырасти с 169,3 млн долларов в 2020 году до 1,1 млрд долларов к 2025 году, что является знаком роста популярности и использования таких тренажеров;

– согласно отчету от 2017 года, опубликованному K-12 рынком образовательного программного обеспечения, около 75 % учителей средней школы используют виртуальные лабораторные учебные тренажеры в качестве

дополнительного инструмента обучения;

– в 2019 году компания Labster, которая создает виртуальные тренажеры сообщила, что ее программы использовались более чем в 150 университетах и колледжах в 25 странах, и что число студентов, использующих эти программы, достигло более 200 000 человек;

– в 2020 году в связи с пандемией COVID-19 многие университеты и школы были вынуждены перейти к онлайн обучению, и использование виртуальных лабораторных учебных тренажеров стало особенно актуальным. В некоторых случаях такие тренажеры использовались в качестве замены физическим лабораторным занятиям.

Таким образом, виртуальные лабораторные учебные тренажеры являются актуальным и все более популярным инструментом обучения в современном мире. Они позволяют студентам и ученым учиться и тренироваться в безопасной и контролируемой среде, а также могут значительно снизить затраты на оборудование и расходы на обслуживание физических лабораторий [4].

2.2 Выбор оборудования

Для того, чтобы перейти к созданию виртуального лабораторного тренажера необходимо определиться какое оборудование будет использовано. Разрабатываемый тренажер предназначен для измерения давления, поэтому необходимо подобрать следующее оборудование.

2.2.1 Выбор датчика давления

Для того, чтобы мы могли вручную задавать давление сжатого воздуха, нам потребуется определиться с выбором датчика давления. Рассмотрим несколько вариантов.

Пресс переносной гидравлический 2113М (манометрический) (рисунок 1) из нержавеющей стали используется в процессе поверки различных приборов измерения давления (датчиков давления, манометров,

дифманометров и т.п.) с помощью метода сличения показаний образцового прибора с поверяемым, кроме того, прибор 2113М применяется для опрессовки герметичности различных технических систем и изделий (краны, задвижки, клапаны и т.д.). Также данный пресс может использоваться в качестве мобильного источника задания давления для лабораторных и производственных нужд, не требующего подключения наружных коммуникаций.



Рисунок 1 – Пресс переносной гидравлический 2113М

Характеристики гидравлического пресса 2113М, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики пресса гидравлического 2113М

Наименование показателя	Значение показателя
Обеспечиваемое прессом давление	до 60 МПа (600 бар, 600 кгс/см ²)
Рабочее давление	40 МПа (400 кгс/см ²)
Объем рабочей жидкости	250 см ³
Объем вытесняемой жидкости за один полный проход поршня	~70 см ³
Материал корпуса	нержавеющая сталь 08Х18Н
Габаритные размеры пресса	не более 460 х 180 х 220 мм
Масса пресса	не более 10,5 кг
Средний срок службы	15 лет
Рабочая жидкость для передачи давления	спирт, масло, вода

Пресс гидравлический малогабаритный переносной ПМ-100М

(манометрический) (рисунок 2) используется для задания требуемого гидравлического давления в процессе проверок различных средств измерения давления (датчиков давления, манометров, дифманометров и т.п.) методом сличения показаний образцового прибора с поверяемым. Кроме того, пресс ПМ-100М применяется для опрессовки герметичности различных технических систем и изделий (краны, задвижки, клапаны и т.д.). Также данный пресс может использоваться в качестве мобильного источника задания давления для лабораторных и производственных нужд, не требующего подключения наружных коммуникаций.



Рисунок 2 – Пресс малогабаритный гидравлический ПМ-100М

Технические характеристики данного пресса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики пресса малогабаритного гидравлического ПМ-100М

Наименование показателя	Значение показателя
Избыточное давление (гидравлика)	от 0 до 120 МПа
Объем вытеснения поршневой камеры пресса	6 см ³
Объем жидкости, заливаемой в резервуар	160 см ³
Габаритные размеры (с вкрученным ходовым винтом) д/ш/в	430 x 320 x 280 мм
Масса (без узлов крепления)	не более 8 кг
Температура окружающего воздуха, Тос	От минус 20 до плюс 50 С°

Продолжение таблицы 2 - Технические характеристики пресси малогабаритного гидравлического ПМ-100М

Рабочая жидкость (среда) для передачи давления	спирт, масло, вода
Наименование показателя	Значение показателя
Материал корпуса	нержавеющая сталь 08Х18Н
Средний срок службы	15 лет

Стационарная пневматическая помпа METROL 210 (рисунок 3) – это стационарная пневматическая помпа для создания давления при калибровке, поверке или ремонте средств измерения давления. Помпа имеет три посадочных места (одно для эталонного и два для поверяемых средств измерения), что позволяет производить поверку средств измерения давления методом сравнения. Диапазон задаваемого (рабочего) давления от минус 0,095 до плюс 6 МПа.



Рисунок 3 – Помпа пневматическая METROL 210

Технические характеристики помпы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – технические характеристики помпы пневматической METROL 210

Наименование показателя	Значение показателя
Диапазон задаваемого (рабочего) давления	от минус 0,095 до плюс 6 МПа
Максимальная перегрузка	не более 7 МПа
Рабочая среда	воздух
Рабочая температура / влажность	от 0 до 50 °С / не более 95 %
Количество поверяемых средств	2 шт.

Продолжение таблицы 3 - технические характеристики помпы пневматической METROL 210

Разрешение (точность задания)	1 кПа
Наименование показателя	Значение показателя
Тип соединения	M20 x 1,5
Габаритные размеры	470 x 360 x 255 мм
Масса	14,5 кг

Сравнив технические характеристики, мы остановились на последнем варианте и решили, что датчиком давления для разрабатываемого стенда будет помпа METROL 210.

Помпа METROL 210 имеет удобный ручной насос для предварительного создания давления и поршневую пару для точной настройки. Удобный клапанный блок позволяет легко и быстро переключиться между режимами создания избыточного давления и разрежения. Узлы помпы METROL 210 смонтированы на прочном стальном основании, благодаря чему помпа обладает высокой устойчивостью, сохраняя при этом небольшие габаритные размеры. Узел точной подстройки давления позволяет задавать давление с разрешением 1 кПа.

Поверяемое и эталонное средство измерения (СИ) давления присоединяется к помпе при помощи самоподжимных патронов с резьбой M20 x 1,5, что позволяет осуществлять монтаж СИ без применения дополнительных инструментов и средств уплотнения.

2.2.2 Выбор рабочего эталона

После того, как был подобран датчик давления, стоило определиться с рабочим эталоном давления. При выборе датчика METROL 210 на экране компьютера появилась рекомендация с выбором рабочего эталона давления именно к выбранной стационарной помпе. Мы ознакомились с данной рекомендацией и цифровым манометром METROL 100 и решили остановиться на данном рабочем эталоне.

Цифровой манометр METROL 100 предназначен для точных измерений

абсолютного, избыточного давления неагрессивных, некристаллизующихся жидкостей, паров и газов, в том числе кислорода, а также разрежения газов с индикацией текущих измеренных значений на многофункциональном жидкокристаллическом индикаторе.

Цифровой манометр METROL 100 (рисунок 4) может использоваться в качестве эталонного средства измерения в соответствии с Государственной системой обеспечения единства измерений (ГСИ) [5].



Рисунок 4 – Цифровой манометр METROL 100

METROL 100 является портативным цифровым манометром, с низким энергопотреблением, высокой точностью измерения давления, разрежения. Для удобства использования в манометре также представлены дополнительные функции, такие как измерение температуры окружающей среды, фиксирование пиковых значений давления, обнаружение колебаний значения давления, отображение значения давления в процентном соотношении от верхнего предела измерения, запись и экспорт данных. Для индикации измеренных значений используется большой жидкокристаллический дисплей с регулируемой подсветкой. Управление прибором осуществляется посредством удобного блока функциональных кнопок.

2.2.3 Выбор источника питания

Для того, чтобы подавать электроэнергию требуется выбрать надёжный источник питания.

В таблице 4 для сравнения представлены три разных источника питания и их технических характеристик.

Таблица 4 – Источники питания и их технические характеристики

Источник питания GPS-74303A		Источник питания АКИП-1141/1		Источник питания SPS-3610	
					
Технические характеристики					
Максимальное напряжение					
2 канал	32 В	1 канал	36 В	1 канал	36 В
3 канал	5 В				
4 канал	15 В				
Максимальный ток					
1 канал	3 А	1 канал	7 А	1 канал	10 А
2 канал	3 А				
3 канал	1 А				
4 канал	1А				
Максимальная мощность					
192 Вт		108 Вт		360 Вт	
Тип преобразования					
Линейный		Импульсный		Импульсный	
Возможность программирования					
		Да			
ДУ (интерфейс)					
		Опция - USB			

Рассмотрев таблицу 4, выбор пал на программируемый источник питания АКИП 1141/1, так как он имеет наименьшую стоимость, если мы будем планировать реальную разработку и доступен для заказа на сайте прямо сейчас.

2.2.4 Выбор цифрового мультиметра

Для снятия выходного электрического сигнала нам потребуется

цифровой мультиметр. Поскольку в Томском Политехническом Университете мультиметр есть в наличии, мы воспользуемся им (мультиметр АМ-1097).

Профессиональный цифровой мультиметр АМ-1097 (рисунок 5) наряду с общепринятыми функциями измерения электрических параметров, обладает возможностями фиксации пиковых значений напряжения и тока с временем интеграции 1 мс, может отображать уровень сигнала по шкалам dBm и dBv. Две цифровые шкалы позволяют отображать одновременно два параметра исследуемого сигнала. Для протоколирования результатов и измерения на компьютере можно использовать встроенный интерфейс с гальванической развязкой. Функции записи минимальных и максимальных значений позволяют зафиксировать изменения уровня сигнала.



Рисунок 5 – Цифровой мультиметр АМ-1097

Особенности мультиметра АМ-1097:

- многофункциональный дисплей-ЖКИ, две цифровые шкалы, максимальные показания 50000 единиц, графическая шкала 21 сегмент;
- люминесцентная подсветка дисплея;
- измерение истинных среднеквадратических значений переменного напряжения и тока;
- измерение AC/DC;
- измерение по шкалам dBm и dBv;

- фиксация пиковых значений (1 мс);
- фиксация показаний (HOLD/мин./макс./средн.);
- интерфейс для связи с компьютером с гальванической развязкой;
- измерение температуры с термопарами J-типа;
- встроенный генератор прямоугольных импульсов.

Технические характеристики данного мультиметра приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристика цифрового мультиметра АМ-1097

Параметр	Значения	Разрешение	Погрешность
Постоянное напряжение	от 1 мкВ до 1000 В	1 мкВ	0,025 %
Переменное напряжение	от 1 мкВ до 1000 В	1 мкВ	0,4 %
Постоянный ток	от 10 нА до 10 А	10 нА	0,05 %
Переменный ток	от 10 нА до 10 А	10 нА	0,7 %
Частотный диапазон при измерении переменного напряжения от 20 Гц до 100 кГц			
При измерении переменного тока от 20 Гц до 100 кГц			
Сопротивление	от 0,01 Ом до 500 МОм	0,01 Ом	0,05 %
Емкость	от 0,1 пФ до 100 мФ	0,1 пФ	1 %
Частота	от 0,5 Гц до 20 МГц	0,001 Гц	0,02 %
Ширина импульса	от 0,2 мс до 1999,9 мс		
Скважность	от 0,01 % до 99,99 %		

2.2.5 Выбор рабочих средств измерения давления

Функцию проверяемого/калибруемого СИ давления выполняет датчик давления Метран-55. Выбор пал на этот датчик так как он имеется в Томском Политехническом Университете (рисунок 6).



Рисунок 6 – Датчик давления Метран-55

Датчики давления Метран-55 предназначены для работы в различных отраслях промышленности, системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин (давления избыточного, абсолютного, давления-разрежения, гидростатического давления в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА).

Особенности: простота конструкции, надежность, малые габариты; материалы разделительной мембраны – нержавеющая сталь, сплав Hastelloy, тантал, керамика; выходной сигнал – от 4 до 20 мА, от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 0 до 10 В, от 0 до 5 В; гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца. Технические характеристики датчика давления приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики датчика давления Метран-55

Параметр	Значения
Основная приведенная погрешность	до $\pm 0,1$ %
Межповерочный интервал	3 года
Диапазон измерения давления	до 100 МПа
Диапазон измерения уровня	до 250 м вод.ст.
Материалы разделительной мембраны	нерж. сталь, сплав Hastelloy, тантал, керамика
Исполнения	взрывозащищенные
Выходной сигнал	от 4 до 20 мА, от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 0 до 10 В, от 0 до 5 В
Гарантийный срок эксплуатации	24 месяца

2.2.6 Подбор поверяемого/калибруемого СИ давления

Поскольку в нашем университете есть Манометр МП4-УУ2 (рисунок 7) он и будет поверяемым/калибруемым СИ давления.

Манометр МП4-УУ2 предназначен для измерения избыточного и вакуумметрического давления неагрессивных, некристаллизующихся по отношению к медным сплавам, жидкостей, пара и газа, в том числе кислорода и ацетилена.



Рисунок 7– Манометр МП4-УУ2

Технические характеристики манометра приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики манометра МП4-УУ2

Параметр	Значение
Диаметр корпуса, мм	160
Степень защиты	IP42
Класс точности	1.5; 1.0 - по заказу, кроме МПЗ-У на 0.6 кгс/см ²
Климатическое исполнение	У2; Т2
Температура окружающей среды, °С	от минус 30 до плюс 60 °С (в корпусе из полистирола); от минус 60 до плюс 60 °С (в металлическом корпусе)
Температура измеряемой среды, °С	от минус 50 до плюс 150 °С
Фланец	отсутствует; задний
Расположение штуцера	радиальное; осевое
Виброзащита	L3 (от 5 до 25 Гц с амплитудой 0,1 мм)
Корпус	сталь; алюминиевый сплав; ударопрочный полистирол

Продолжение таблицы 7 - Технические характеристики манометра МП4-УУ2

Наименование показателя	Значение показателя
Стекло	оконное
Трубчатая пружина	медный сплав; железоникелевый сплав
Держатель	медный сплав; сталь
Механизм	медный сплав; нержавеющая сталь; сталь 08КП
Резьба присоединительного штуцера	M20*1,5-8g; R1/2; G1/2-B
Масса прибора	не более 1,2 кг
Межповерочный интервал	2 года

2.3 Моделирование виртуального тренажера

Для моделирования разрабатываемого виртуального тренажера было выбрано программное приложение Blender, потому что ранее мне приходилось работать в данном программном обеспечении и у меня есть опыт.

Blender – это бесплатное кроссплатформенное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации, создания визуализаций и редактирования видео. Оно широко используется в индустрии разработки компьютерных игр, анимации, фильмов, архитектуры и других областях, где требуется создание высококачественных 3D-моделей.

2.3.1 Создание 3D-моделей оборудования

Для создания 3D-моделей оборудования в Blender необходимо в первую очередь получить внешний вид объекта. Если у нас есть техническая документация, мы можем использовать ее для создания схематических чертежей или для получения размеров и другой важной информации об объекте.

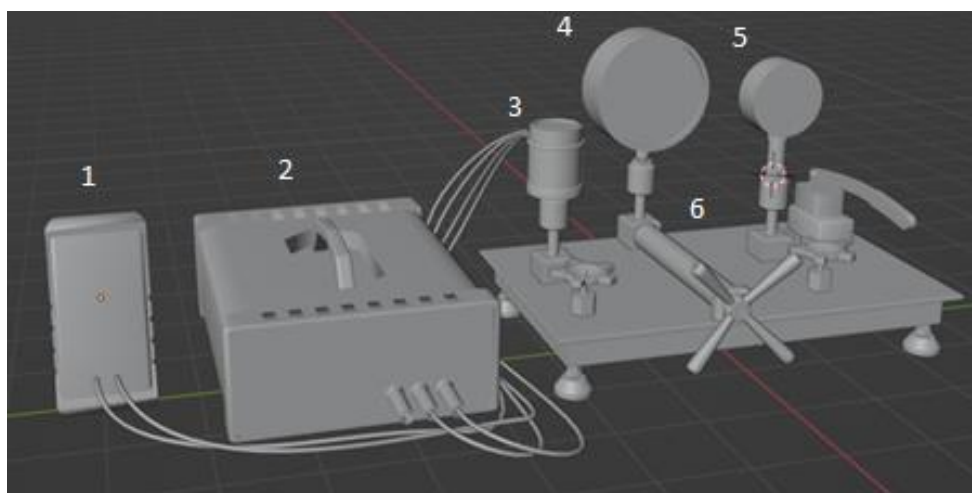
Затем мы можем начать создавать модель в Blender, используя различные инструменты, такие как моделирование с помощью полигонов, модификаторы и т.д. Мы можем добавлять материалы и текстуры, настраивать освещение и создавать анимацию для модели.

Если у нас нет технической документации, мы можем использовать фотографии или другие изображения объекта, чтобы получить внешний вид и

создать модель. Важно убедиться, что модель точно соответствует оригиналу, так как это может повлиять на ее функциональность и эффективность.

Опираясь на внешний вид оборудования и техническую документацию были получены следующие модели, приведенные на рисунке 8.

В процессе создания 3D-модели оборудования в Blender важно учитывать детали и точность, чтобы модель соответствовала действительности. Также необходимо учитывать технические требования и возможности оборудования, чтобы модель была функциональной и могла использоваться для симуляции работы реального объекта.



1 – мультиметр; 2 – программируемый источник питания; 3 – датчик давления; 4 – цифровой манометр; 5 – технический манометр; 6 – помпа

Рисунок 8 – 3D модель тренажера

После создания 3D-модели в Blender мы можем экспортировать ее в различные форматы, такие как .obj, .fbx, .dae и т.д., для дальнейшего использования в других программах и приложениях. Кроме того, мы можем использовать модель в Blender для создания визуализаций, анимации и других проектов, связанных с оборудованием.

2.3.2 Рендеринг

Рендеринг в Blender позволяет создавать изображения высокого качества с использованием различных эффектов, таких как освещение, тени, отражения, преломления и многие другие. Это позволяет создавать фотореалистичные изображения, которые могут быть использованы для

визуализации продукта или проекта.

Рендеринг в Blender также позволяет создавать анимацию, используя ключевые кадры, которые указывают начало и конец движения объекта, а Blender автоматически создает анимацию между этими ключевыми кадрами.

Рендеринг в Blender является важной частью процесса создания 3D моделей и позволяет создавать красивые и высококачественные изображения и анимацию для различных целей.

Рендеринг лабораторного стенда представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Рендер 3D модели стенда

2.4 Игровые движки

Для создания виртуального тренажера необходимо выбрать игровой движок.

Игровой движок – это набор программ, который позволяет создавать игры с графической визуализацией, звуковым сопровождением, управлением объектами, многопользовательской игрой, созданием графических сцен и соблюдением физических законов. Возможности игрового движка могут быть тесно связаны с функциональностью самой игры, но все же имеется определенное разделение. Основное преимущество игровых движков заключается в том, что они могут быть настроены для запуска определенной игры на определенной платформе. Однако применение игрового движка для игр, для которых он не был разработан, может привести к нежелательным

компромиссам в функциональности и производительности [6].

2.4.1 Свободно распространяемые движки

Игровые движки появились еще в 1980-х годах, когда игры были простыми и не требовали сложных инструментов разработки. В 1990-х годах появились первые коммерческие игровые движки, такие как Build engine и id Tech. Они были нацелены на разработку шутеров от первого лица.

В 2000-х годах появились новые игровые движки, такие как Unreal Engine и Unity. Они были более универсальными и могли использоваться для создания игр разных жанров. В то же время были разработаны и бесплатные игровые движки, такие как GameMaker и Construct.

Сегодня игровые движки стали очень мощными инструментами разработки, которые позволяют создавать игры разного уровня сложности и на разных платформах. Они используются не только для разработки игр, но и для создания визуализаций, тренировочных программ и других приложений [7].

Ключевые изменения в игровых движках в последние годы связаны с развитием технологий виртуальной и дополненной реальности. Многие игровые движки, включая Unity и Unreal Engine, имеют интеграцию с VR-устройствами и AR-технологиями, что позволяет создавать очень реалистичные и интерактивные виртуальные миры.

Также, последнее время все большую популярность набирают игровые движки с открытым исходным кодом, такие как Godot. Они позволяют разработчикам более гибко настраивать движок под свои нужды и не имеют ограничений на коммерческое использование.

В целом, будущее игровых движков связано с развитием технологий и увеличением их возможностей для создания уникальных и интерактивных игровых и визуальных приложений.

2.4.2 Сравнение движков

Unity, Godot и Unreal – это три наиболее популярных игровых движка, используемых для создания видеоигр.

Unity – это мощный мультиплатформенный движок, который обладает гибким функционалом и открытым исходным кодом. Unity широко используется для создания мобильных и компьютерных игр, виртуальной и дополненной реальности, а также для разработки игр на консолях. Unity предлагает богатый выбор инструментов и возможностей, включая встроенный визуальный редактор, поддержку множества платформ, анимации и физики. В Unity также доступно огромное количество ресурсов для обучения и разработки, включая курсы, документацию и сообщество разработчиков. [8]

Godot – это бесплатный и открытый исходный код игровой движок, который обладает интуитивно понятным интерфейсом и возможностью создания 2D и 3D игр. Godot предоставляет большой набор инструментов и функций для разработки, включая удобный редактор, поддержку скриптинга на нескольких языках, интеграцию с различными платформами и возможность создания многопользовательских игр. Godot также предоставляет много ресурсов для обучения и разработки [9].

Unreal – это мощный движок от компании Epic Games, который позволяет создавать качественные 2D и 3D игры для различных платформ. Unreal обладает графическим движком, инструментами для создания игровой логики и интеграции с различными системами. Unreal также предоставляет много ресурсов для обучения и разработки, включая документацию, курсы и сообщество разработчиков [10].

Если сравнить Unity, Godot и Unreal, то можно отметить, что все три игровых движка обладают множеством функций и возможностей для создания качественных игр. Однако, Unity популярнее и имеет больше обучающих ресурсов, что делает его более доступным для новичков в разработке игр. Кроме того, Unity обладает более простым и удобным интерфейсом, что упрощает процесс создания игр для начинающих разработчиков. В целом, Unity – это отличный выбор для тех, кто только начинает свой путь в разработке игр, а также Игровой движок Unity также обладает большой поддержкой сообщества, что значительно упрощает процесс создания игр для

новичков. В Unity есть огромное количество обучающих материалов, видеоуроков и документации, которые могут помочь разработчикам начать работу с этим движком. Unity также имеет большое количество плагинов и ассетов, которые могут помочь ускорить процесс разработки.

Godot, с другой стороны, является бесплатным и открытым исходным кодом, что делает его привлекательным выбором для небольших команд и индивидуальных разработчиков. Однако, у него есть меньшее сообщество, чем у Unity, что может означать меньшее количество поддержки и ресурсов для разработчиков.

Unreal Engine, сравнимый с Unity, является более мощным и более подходит для создания игр высокого качества с потрясающей графикой. Однако, он более сложен в освоении, что может затруднить работу новичков.

Таким образом, при выборе игрового движка, следует учитывать такие факторы, как опыт разработки, размер команды, стоимость и потребности проекта. Однако, с учетом популярности и доступности обучающих ресурсов, Unity является одним из лучших выборов для новичков в игровой разработке.

В результате изучения возможностей игровых движков и проведения анализа рынка, было принято решение использовать Unity для создания виртуальных лабораторных тренажеров, так как он обладает широкими возможностями, имеет большое сообщество разработчиков и доступен для обучения.

3 Проектирование и реализация процессов управления

3.1 Проектирование

3.1.1 Процесс работы на виртуальном тренажере

В виртуальном лабораторном стенде вы сможете смоделировать работу системы давления. Вам будет доступно несколько инструментов, таких как манометры, мультиметр и преобразователь давления, которые помогут вам измерять и преобразовывать давление в электрический сигнал. Вы также сможете использовать источник питания, чтобы запустить мультиметр и получить более точные измерения.

Основным объектом, с которым вы будете работать, является помпа, которая задает давление в системе. Для накачки давления в системе вы можете использовать рычаг ручной накачки или вентиль. Также у вас будет доступ к вентилям для сброса давления и фиксации его на определенном уровне.

В процессе работы с виртуальным тренажером вы сможете изменять параметры системы, измерять давление в разных точках, а также экспериментировать с различными настройками и устройствами.

3.1.2 Архитектура виртуального тренажера

Проект Unity3D состоит из нескольких сцен (Scene), на которых расположены игровые объекты (GameObject) с прикрепленными к ним компонентами (Component). У каждого игрового объекта есть обязательный компонент Transform, отвечающий за положение объекта на сцене. Помимо этого, могут быть подключены как готовые компоненты (Rigidbody, Collider), так и пользовательские компоненты (скрипты) [10].

Разработка велась на языке программирования C# в среде разработки Visual Studio 2022.

На данный момент тренажер находится на стадии прототипа. В игре присутствует только одна сцена. На сцене предварительно находится несколько объектов, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – Объекты Unity

Directional Light – источник света на сцене	
UI – UI - дизайн (User Interface — «пользовательский интерфейс») отвечает за то, как интерфейс выглядит: Crosshair - Прицел (зелёная точка) MenuPause - меню паузы	
GUI - Графический интерфейс пользователя	
UIManager – Элемент управляющий UI	
InteractiveObjects - интерактивные объекты (объекты которые будем подключать и отключать от помпы): Manometer1 Manometer2 КЛАПАН	
PowerSupply - источник питания АКПП: PowerOutButton кнопка выходящего питания PowerButton кнопка питания	
Multimeter – мультиметр АМ: MultimeterBody - картинка внешнего вида мультиметра Text (TMP) - показания значения мультиметра	
MainPump - главный элемент помпы МЕТРОЛ 210: ValveFixBody - фиксирующий вентиль помпы; ValveFix - основной интерактивный элемент; ValveFixVal - резьба крепления вентиля; ValveOutBody - сбрасывающий вентиль помпы; ValveOut - основной интерактивный элемент; ValveOutVal - резьба крепления вентиля; ValveChangeBody – задающий давление вентиль помпы; ValveChangeMain - основной интерактивный элемент;	PumpArmMain - ручка насоса; NotInteractive неинтерактивные объекты: PumpBody – корпус помпы; Connectors – провода; ValveChangeSliderValue - шкала закрутки задающ. вентиля; PistonBody – насос ручной накачки давления; PumpPiston - поршень;
World – мир (пространство, окружающее лаборанта): Plane - пол; Table - стол;	

Иерархия объектов на сцене и внешний вид уже созданного прототипа представлены на рисунке 10.

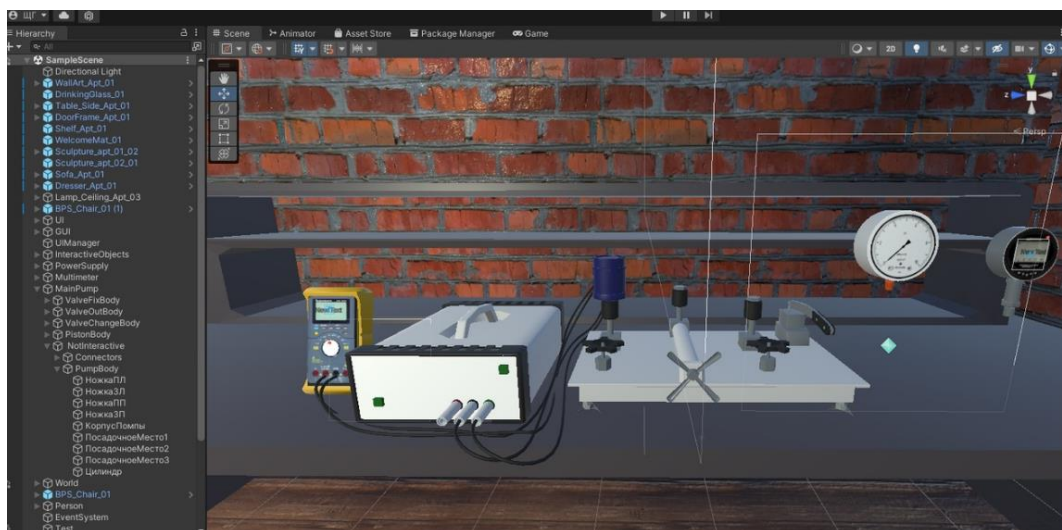


Рисунок 10 – Внешний вид прототипа

3.1.3 Диаграмма состояний

В результате проектирования была разработана UML-диаграмма состояний виртуального тренажера (рисунок 11).



Рисунок 11 – Диаграмма состояний игры

Состояние «Меню» – первое состояние работы с приложением приложения. При переходе в него открывается главное меню и становится доступно изменение настроек тренажера. После команды пользователя осуществляется переход в состояние «Начало работы».

Состояние «Процесс работы» – при переходе в это состояние происходит загрузка сцены и инициализация необходимых для работы объектов. Переход в следующее состояние осуществляется автоматически после инициализации всех объектов.

Состояние «Локация загружена» – когда тренажер находится в этом

состоянии, пользователю доступно управление лаборантом на поле тренажера.

Состояние «Завершение упражнения» – при переходе в это состояние сохраняются результаты выполнения работы, открывается сцена главного меню и осуществляется переход в состояние «Меню».

Для более удобной реализации проекта была создана UML-диаграмма состояний.

3.2 Реализация

3.2.1 Настройка интерактивных объектов

Как уже было сказано ранее, для каждого объекта в иерархии Unity скрипт работы был прописан на Visual Studio 2023. Настройка объекта происходила в самом Unity. При нажатии на объект ЛКМ (левая кнопка мыши), он выделялся сеткой и в правой части экрана появлялась панель «Inspector».

Инспектор (Inspector) в Unity – это панель, которая отображает и позволяет изменять свойства выбранного объекта в сцене. Когда вы выбираете объект в сцене, его свойства отображаются на панели «Инспектор» справа от основного окна редактора Unity.

Основные разделы панели «Инспектор» включают:

- Transform – позволяет изменять позицию, поворот и масштаб объекта в пространстве;
- Mesh Renderer – отображает информацию о рендеринге объекта, такую как материалы и текстуры, а также позволяет включать и выключать отображение объекта;
- Collider – отображает коллайдеры объекта, которые определяют его форму и границы для физической симуляции, и обнаружения столкновений;
- Анимация – позволяет управлять анимациями объекта;
- Скрипты – отображает все скрипты, прикрепленные к объекту, и позволяет их редактировать;
- Слои (Layers) – позволяет назначать объекту слои для управления

отображением и обнаружением столкновений;

- Теги (Tags) – позволяет назначать объекту теги для облегчения поиска объектов;

- Свойства компонентов – позволяет редактировать свойства компонентов, прикрепленных к объекту, такие как свойства звукового эффекта, свойства силы гравитации и т.д.

Данная панель позволяет быстро и легко изменять свойства объекта, а также настраивать компоненты и скрипты, связанные с объектом. Он является важным инструментом для работы с Unity и позволяет быстро настраивать объекты, не вмешиваясь в код (рисунок 12)

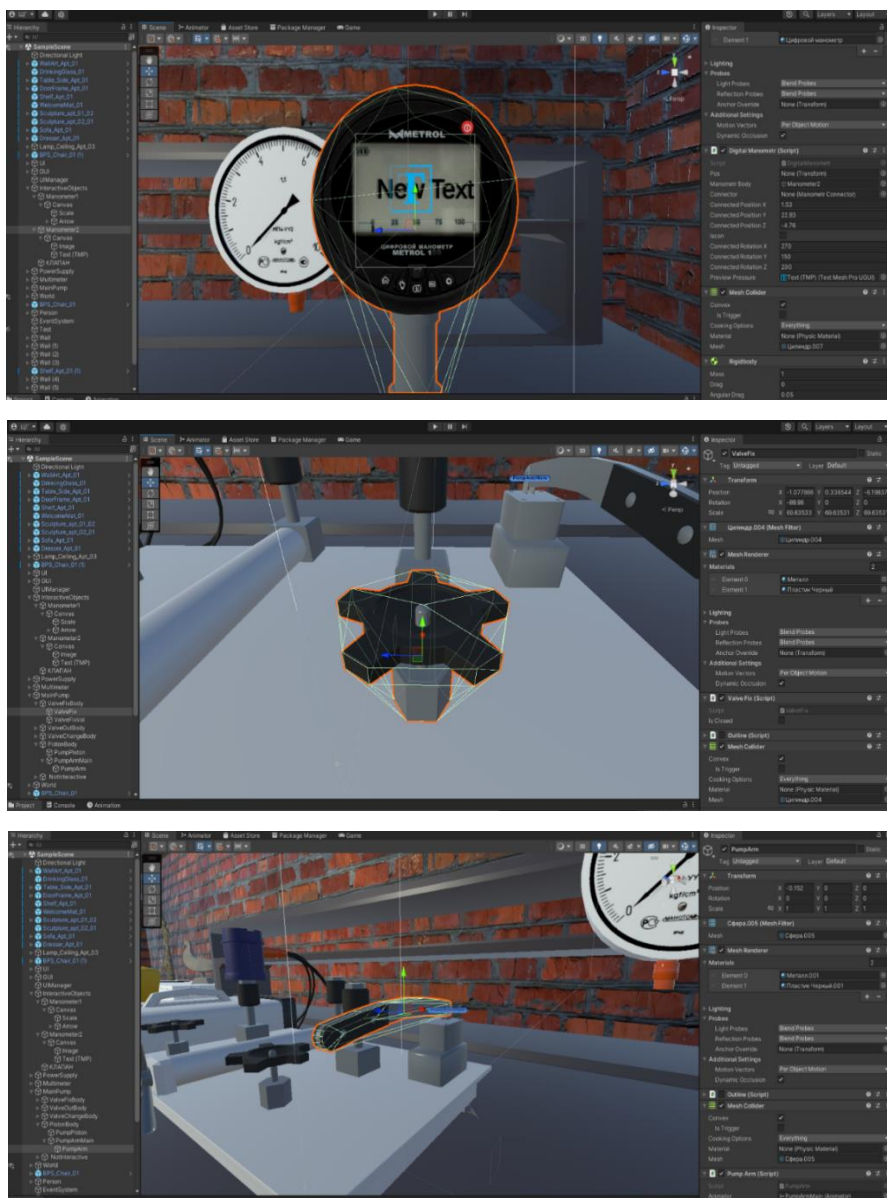


Рисунок 12 – Отображение Inspector, его настройка

3.2.2 Скрипты

В Unity, скрипты играют ключевую роль в создании и определении поведения объектов и систем в тренажере. Скрипты в Unity позволяют программировать логику и взаимодействие между объектами, а также управлять их анимацией, физикой, звуком и визуальными эффектами. Вот некоторые основные функции и возможности скриптов в Unity:

- управление движением объектов: скрипты позволяют задавать перемещение, вращение и масштабирование объектов (это может быть полезно для создания управляемых персонажей, движущихся платформ, анимации объектов и многого другого);

- обработка пользовательского ввода: скрипты позволяют реагировать на действия пользователя, такие как нажатия кнопок, перемещение мыши и жесты на сенсорных экранах (это позволяет создавать интерактивные элементы управления и реализовывать игровую механику, зависящую от ввода пользователя);

- логика рабочих событий: скрипты позволяют определить и управлять порядком и последовательностью событий в работе (это может включать в себя запуск анимаций, активацию и деактивацию объектов, изменение параметров игрового мира и выполнение определенных действий при достижении определенных условий);

- взаимодействие с другими объектами: скрипты могут обнаруживать столкновения и взаимодействия между объектами (это позволяет реализовать физическую симуляцию, обработку столкновений, обмен информацией между объектами и создание различных механик, таких как сражения, собирание предметов и взаимодействие с NPC (неконтролируемые персонажи));

- работа с аудио и визуальными эффектами: скрипты позволяют управлять звуковыми эффектами и создавать визуальные эффекты (это может включать в себя воспроизведение звуков, изменение параметров звука в зависимости от событий, создание частиц и специальных эффектов);

– работа с внешними ресурсами: скрипты позволяют загружать и использовать внешние ресурсы, такие как текстуры, модели, анимации и звуковые файлы. Они также могут взаимодействовать с базами данных, серверами и другими внешними сервисами для получения и обработки данных в реальном времени;

– создание и управление UI (пользовательский интерфейс): скрипты могут управлять созданием и функционированием элементов пользовательского интерфейса. Это включает в себя создание кнопок, полей ввода, меню, окон и других интерактивных элементов, которые обеспечивают взаимодействие пользователя с тренажером;

– оптимизация и управление производительностью: скрипты позволяют оптимизировать производительность, реализуя эффективные алгоритмы, управляя ресурсами системы, настраивая уровни детализации и динамически изменяя параметры графики и физики в зависимости от условий.

Скрипты в Unity программируются на языке C# или JavaScript (UnityScript). Они могут быть привязаны к объектам и компонентам в среде Unity, что позволяет им взаимодействовать с другими элементами. Благодаря гибкости и мощности скриптования в Unity, разработчики имеют возможность создавать сложную и уникальную логику, а также адаптировать тренажер к своим потребностям и требованиям. [11]

В результате разработки в Unity с использованием скриптов на C# и настройки объектов через Inspector, мы создали виртуальный лабораторный тренажер, который обладает множеством функций, включая взаимодействие с объектами, физическую симуляцию, обработку пользовательского ввода и управление UI. Это демонстрирует мощь и гибкость Unity как инструмента для разработки интерактивных приложений.

Пример скрипта по управлению рычага ручной накачки представлен в приложении А.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич

Школа	ИШИТР	Направление/ООП	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Уровень образования	Бакалавриат		

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Продукт решает проблему повышения уровня знаний среди студентов, специалистов, лаборантов, поскольку предназначен для проведения лабораторных работ по дисциплине метрология и стандартизация.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Для разработанных программно-аппаратных решений оформлена заявка на патент на изобретение «Виртуального лабораторного тренажера по определению параметров давления»
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем и емкость рынка в России составляет около 42 млн. рублей
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Виртуальные лабораторные тренажеры (ВЛТ) активно развиваются и находят применение в различных областях, включая образование, науку, медицину и инженерию. Они позволяют моделировать эксперименты и процессы в виртуальной среде, обеспечивая доступ к лабораторным условиям без физического присутствия. ВЛТ обладают перспективами благодаря расширению областей применения, интеграции с VR и AR технологиями, использованию искусственного интеллекта, облачным решениям и интеграции с другими технологиями.
<i>Себестоимость продукта</i>	Себестоимость продукта составила 867 000 рублей, куда входит заработная плата на проектную работу, начисления на заработную плату, материальные затраты и оплата работ соисполнителей.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта и Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Конкурентным преимуществом является: простота в использовании и наглядность. Сравнивая свой виртуальный лабораторный тренажер с аналогами, я могу выделить следующие конкурентные преимущества моей

	<p>разработки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – более простой и интуитивно понятный интерфейс; – более доступная цена; – поддержка русского языка, что важно для студентов из России и других русскоязычных стран. – более низкие затраты на производство и разработку; – более быстрая скорость развертывания и интеграции в учебный процесс; – более высокая масштабируемость и возможность быстрого добавления новых лабораторных работ.
<p><i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – вузы и высшие учебные заведения, которые обучают студентов в области техники, механики, электроники, физики и других научных и технических специальностей; – колледжи и техникумы, которые также обучают студентов в указанных областях; – научно-исследовательские институты, лаборатории и предприятия, которые нуждаются в тренажерах для обучения своих сотрудников и разработки новых продуктов; – инженеры и специалисты в области науки и техники, которые хотят улучшить свои знания и навыки в определенной области или подготовиться к сертификационным экзаменам; – организации, осуществляющие деятельность в области дополнительного образования, которые могут использовать виртуальный лабораторный тренажер как часть своих курсов и программ; – государственные и коммерческие организации, которые проводят обучение и тренинги для своих сотрудников в различных отраслях промышленности и технологий.
<p><i>Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж</i></p>	<p>Модель по А. Остервальдеру</p>
<p><i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i></p>	<p>Я могу предложить несколько общих шагов, которые могут помочь продвинуть продукт на рынок.</p> <p>Для организаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> – создание сайта с описанием продукта и его преимуществами для организаций; – проведение презентаций продукта в организациях, конференциях и семинарах, связанных с тематикой продукта; – реклама продукта в социальных сетях, на специализированных форумах и в блогах,

	<p>связанных с тематикой продукта;</p> <ul style="list-style-type: none"> – организация бесплатных демонстраций продукта для потенциальных клиентов; – работа с партнерами и дистрибьюторами, которые будут представлять продукт в организациях. <p>Для физических лиц:</p> <ul style="list-style-type: none"> – создание сайта с описанием продукта и его преимуществами для физических лиц; – реклама продукта в социальных сетях, на специализированных форумах и в блогах, связанных с тематикой продукта; – размещение рекламы продукта на YouTube, Twitch и других платформах для стриминга видеоигр и образовательных видео; – организация бесплатных демонстраций продукта для потенциальных клиентов; – проведение акций и розыгрышей, чтобы привлечь внимание потенциальных клиентов; – пробный (тестовый) бесплатный период использования.
Перечень графического материала:	
	Бизнес модель по А. Остервальдеру, таблицы затрат и расчета точки безубыточности.

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	03.02.2023
--	------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Ковалева Е.В.	к.м.н., доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич		

4 Концепция стартап-проекта

4.1 Описание продукта как результат НИР

Виртуальный лабораторный тренажер по измерению параметров давления – это инновационное образовательное решение, разработанное для студентов и преподавателей, которые изучают тему измерения параметров давления в инженерных и медицинских науках.

Этот тренажер имеет ряд преимуществ перед традиционными лабораторными установками, так как он позволяет проводить виртуальные эксперименты, анализировать результаты и повторять эксперименты без необходимости использования реальных образцов или техники.

Тренажер предназначен для использования как в учебных заведениях, так и в индивидуальном обучении студентов, а также для использования преподавателями в процессе оценки знаний своих студентов.

Продукт решает проблему доступности оборудования и сокращает расходы на его обслуживание и эксплуатацию. Тренажер также помогает ученикам более эффективно изучать теорию и практические навыки в области измерения параметров давления, что позволяет им лучше подготовиться к будущей карьере в инженерном или медицинском секторах.

Студенты и преподаватели составляют значительную часть населения России. По данным Федеральной службы государственной статистики на начало 2021 года, число студентов в России составляло около 6,3 миллиона, а число преподавателей в высших учебных заведениях превышало 300 тысяч. Следовательно, есть огромный потенциал для использования данного продукта в образовательных учреждениях и для обучения многих студентов и преподавателей по всей стране.

В итоге, можно сказать, что Виртуальный лабораторный тренажер по измерению параметров давления – это современный и удобный инструмент для эффективного обучения и практического применения знаний в области измерения параметров давления.

4.2 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Для успешного запуска бизнеса необходимо определить целевую аудиторию – группу людей, на которую будет направлено маркетинговое воздействие компании. Целевая аудитория может включать как уже существующих покупателей, так и потенциальных потребителей, которых необходимо привлечь для достижения устойчивой позиции на рынке.

Изучение целевой аудитории позволяет создавать оптимальный продукт, продавать его в нужных местах и использовать наиболее эффективные коммуникационные средства. Характеристики и признаки, общие для каждого представителя определенного целевого сегмента, объединяют потребителей по определенным критериям для более точного определения целевой аудитории.

Целевой сегмент аудитории, которая может заинтересоваться покупкой виртуального лабораторного тренажера, включает:

- вузы и высшие учебные заведения, которые обучают студентов в области техники, механики, электроники, физики и других научных и технических специальностей;

- колледжи и техникумы, которые также обучают студентов в указанных областях;

- научно-исследовательские институты, лаборатории и предприятия, которые нуждаются в тренажерах для обучения своих сотрудников и разработки новых продуктов;

- инженеры и специалисты в области науки и техники, которые хотят улучшить свои знания и навыки в определенной области или подготовиться к сертификационным экзаменам;

- организации, осуществляющие деятельность в области дополнительного образования, которые могут использовать виртуальный лабораторный тренажер как часть своих курсов и программ;

– государственные и коммерческие организации, которые проводят обучение и тренинги для своих сотрудников в различных отраслях промышленности и технологий.

Целевые сегменты потребителей могут быть различными, и каждый из них может иметь свои особенности и потребности. Однако, в целом, все они заинтересованы в повышении своих знаний и навыков в области измерений и метрологии, а также в использовании новых технологий и инновационных подходов в своей работе.

4.3 Объем и емкость рынка

Расчет емкости рынка зависит от множества факторов и может быть достаточно сложным процессом. В первую очередь необходимо определить свою целевую аудиторию и исследовать рынок, чтобы оценить количество потенциальных клиентов. Далее можно оценить долю рынка, которую можно захватить с помощью своего продукта.

Например, если мы рассматриваем рынок виртуальных лабораторных тренажеров по метрологии для студентов и преподавателей в России, то можем начать с определения численности этой целевой аудитории. По данным Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на 2022 год в России существует более 1000 высших учебных заведений, включая университеты, академии, институты и колледжи.

Для расчета объема и емкости рынка можно использовать следующий подход.

Среди всех высших учебных заведений выбираем те, где преподают технические дисциплины, такие как физика, химия, механика и др. Ориентировочно это может составить примерно 70% от общего числа учреждений.

Предположим, что 50 % из этих учебных заведений заинтересуются покупкой виртуальных лабораторных тренажеров. Это может быть связано с повышением качества обучения, экономией на закупке реального

оборудования или же с недостатком реальных лабораторий и практических занятий. Средняя стоимость одного тренажера на рынке 120 000 рублей. Рассчитаем примерную емкость рынка по формуле (1):

$$350 \text{ вузов} * 120 \text{ т. р.} = 42 \text{ млн. руб.} \quad (1)$$

В целом, емкость рынка в 42 миллиона рублей в сфере продажи виртуальных лабораторных тренажеров может представлять интерес и потенциал для роста, но требует осмысленной стратегии и усилий для проникновения на рынок и привлечения клиентов.

Это ориентировочная цена на базовый комплект оборудования без учета стоимости обучения и сопутствующих услуг.

Яндекс Вордстат – это инструмент, предоставляемый поисковой системой Яндекс, который позволяет анализировать статистику поисковых запросов и определить их популярность и объем поиска. С помощью Яндекс Вордстата можно получить информацию о количестве запросов, связанных с определенными ключевыми словами или фразами, что помогает в понимании спроса на определенную тему или продукт. Таким образом, обращение к Яндекс Вордстату может дать представление о том, насколько актуальна и востребована определенная тема или продукт [12].

После обращения к Яндекс Вордстату, мы обнаружили, что запросы, связанные с виртуальным тренажером, имели значительное количество поисковых запросов. Как видим из рисунка 13, фразу «виртуальный тренажер» за месяц набирают в поисковой строке Яндекса 2309 раз. На рисунке 14 изображено графически отображение запросов. Кроме того, узкие целевые запросы, такие как «обучающие виртуальные тренажеры», «виртуальные обучающие системы тренажеры», также имеют высокое число запросов для этой сферы – 226 и 197 в месяц.

Также отметим, что имеется сезонность спроса, достигающий максимума в марте, что необходимо учитывать при планировании рекламных

активностей.

Что искали со словом «виртуальный тренажер» — 2 309 показов в месяц

Статистика по словам	Показов в месяц 🔗
виртуальный тренажер	2 309
тренажер виртуальной реальности	348
виртуальные системы тренажеры	247
обучающие виртуальные тренажеры	226
виртуальные обучающие системы тренажеры	197
проект виртуальные тренажеры	99
виртуальный тренажер сеченова	78
виртуальные тренажеры +для обучения	71
виртуальные обучающие системы тренажеры проекты	66
виртуальный тренажер сварщика	59
виртуальный тренажер симулятор	51
виртуальный тренажер охрана труда	49

В результатах подбора выводится статистика запросов на Яндексе, включающих заданное вами слово или словосочетание (слева), и похожих запросов (справа).

Цифры рядом с каждым запросом в результатах подбора слов дают предварительный прогноз числа показов в месяц, которое вы получите, выбрав этот запрос в качестве ключевого слова. Так, цифра рядом со словом «телефон» обозначает число показов по всем запросам со словом «телефон»: «купить телефон», «сотовый телефон», «купить сотовый телефон», «купить новый сотовый телефон в крапинку» и т.п.

Если вы хотите узнать количество показов для пользователей из определенного региона, кликните по «Все регионы».

Рисунок 13 – Обращение к Яндекс Вордстату

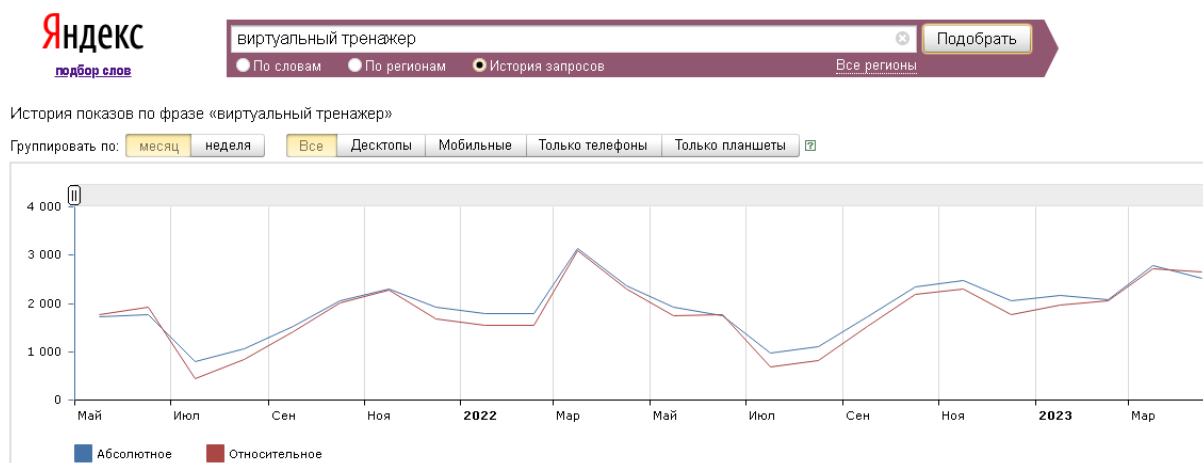


Рисунок 14 – График запросов Яндекс Вордстат

Данные графики подтверждают, что исследуемая тема является актуальной и вызывает значительный интерес у пользователей. Наблюдаемый высокий уровень спроса указывает на потенциал для разработки продукта или услуги в этой области.

4.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли

Виртуальные лабораторные тренажеры являются относительно новым продуктом на рынке образовательных технологий. Несмотря на то, что некоторые университеты и колледжи начали использовать подобные системы еще несколько лет назад, на сегодняшний день рынок виртуальных лабораторных тренажеров находится на начальном этапе своего развития.

В то же время, интерес к таким системам растет с каждым годом, особенно в свете событий 2020 года, связанных с пандемией COVID-19. Виртуальные лаборатории стали более востребованными из-за ограничений на проведение лабораторных занятий в классе.

Согласно исследованию, проведенному Grand View Research в 2020 году, мировой рынок виртуальных лабораторных тренажеров ожидается вырасти до 2,6 миллиардов долларов до 2027 года с CAGR (годовой средней темп роста) 34,6 %. Этот рост обусловлен увеличением спроса на обучение в сфере STEM (наука, технология, инженерия, математика), а также увеличением числа учащихся в школах и вузах.

Однако, следует отметить, что конкуренция на рынке виртуальных лабораторных тренажеров также увеличивается. На рынке уже существуют крупные игроки, такие как Labster, Smart Sparrow, и Teachable Moments, которые предоставляют свои продукты для обучения вузов и школ. Таким образом, чтобы быть успешным на рынке, необходимо разработать продукт, который будет конкурентоспособным по цене и качеству.

4.5 Планируемая стоимость продукта

При использовании затратного метода ценообразования стоимость продукта определяется путем сложения затрат на производство, продажу и

распределение. Для расчета стоимости продукта по затратному методу необходимо учитывать следующие затраты:

- затраты на разработку продукта (включает оплату труда разработчиков, затраты на программное обеспечение, аппаратное обеспечение и другие расходы, связанные с разработкой продукта);

- затраты на производство (включает в себя оплату труда сотрудников, работающих на производстве, затраты на материалы, оборудование, амортизацию и другие расходы, связанные с производством продукта);

- затраты на продажу (включает в себя оплату труда сотрудников, занятых продажей продукта, затраты на рекламу, маркетинг и другие расходы, связанные с продажей продукта);

- затраты на распределение (включает в себя затраты на транспортировку продукта, складирование, упаковку и другие расходы, связанные с распределением продукта).

Для расчета стоимости продукта мы учитывали следующие затраты.

Затраты на труд. Разработкой продукта велась не одним человеком, что значит, что нужно учитывать затраты на зарплаты. Работа над проектом велась в течение 4 месяцев, каждый из разработчиков тратил на это примерно 40 часов в неделю. Средняя зарплата программиста составляет около 100 000 рублей в месяц, что означает, что затраты на труд составят 800 000 рублей.

Затраты на электроэнергию. Разработка велась на своих ноутбуках, что привело к некоторым дополнительным затратам на электроэнергию. После расчета был сделан вывод, что работа привела к увеличению ежемесячного платежа на электричество на 3000 рублей, что в сумме составляет 12 000 рублей за четыре месяца.

Затраты на аренду офиса. В аренде офиса необходимости не было, так как работа велась из дома. Однако, были учтены некоторые дополнительные расходы на интернет-соединение, мобильную связь и прочее, что составило

примерно 10 000 рублей за четыре месяца.

Затраты на оборудование. Амортизация – это постепенное списание стоимости имущества, приобретенного для использования в производственных целях. В данном случае мы можем использовать линейный метод амортизации, который позволяет распределять затраты на оборудование равномерно в течение определенного периода времени.

Затраты на патент – 15 000 рублей.

Планируется использовать ноутбуки и мониторы в течение двух лет. Тогда можно распределить стоимость оборудования на два года и рассчитать ежегодную амортизацию. Для этого нужно разделить стоимость оборудования на количество лет его использования так, как это приведено в формуле (2):

$$\text{Амортизация} = \frac{\text{Стоимость оборудования} - \text{Стоимость ликвидации}}{\text{Срок использования}} \quad (2)$$

Предположим, что стоимость ноутбуков и мониторов составляет 200 000 рублей, а их срок использования – 2 года. Предположим также, что стоимость ликвидации оборудования составляет 20 000 рублей. Тогда ежегодная амортизация по формуле (2) будет равна:

$$\text{Амортизация} = \frac{200\,000 - 20\,000}{2} = 90\,000 \text{ рублей в год}$$

С учетом этой амортизации, затраты на оборудование для производства продукта рассчитываются по формуле (3) и составят:

$$\text{Затраты на оборудование} = \frac{90\,000 \text{ рублей} * 4 \text{ месяца}}{12 \text{ месяцев}} = 30\,000 \text{ рублей}, \quad (3)$$

Таким образом, общая себестоимость продукта будет рассчитана по формуле (4) и будет равна:

$$\begin{aligned} & \text{Общая себестоимость продукта} = 800\,000 \text{ рублей} + \\ & 30\,000 \text{ рублей} + 12\,000 \text{ рублей} + 10\,000 \text{ рублей} + 15\,000 \text{ рублей} = \\ & 867\,000 \text{ рублей,} \end{aligned} \quad (4)$$

Это означает, что мы должны продавать продукт по своей стоимости столько раз, чтобы продажи состоялись на эту сумму, чтобы выйти на точку безубыточности, чтобы покрыть все наши затраты и получить прибыль.

Планируется продажа подписки на виртуальный лабораторный тренажер по цене 250 рублей в месяц, одна подписка – один аккаунт. Целевой аудиторией будут вузы, инженеры и другие специалисты, которые заинтересованы в проведении виртуальных лабораторных работ и экспериментов.

Планируется достичь точки безубыточности на 10-м месяце продаж, то есть обеспечить такой уровень продаж, при котором доходы будут покрывать затраты. В конечном итоге наша цель - за год выйти в плюс.

Наш продукт обладает рядом преимуществ, таких как доступность и удобство использования. Мы уверены, что он будет полезен для многих клиентов, и у нас есть планы по расширению рынка и увеличению числа подписчиков в будущем.

В затраты с 1-го по 12-й месяц входят: зарплата программиста, налог на зарплату, амортизация оборудования, зарплата бухгалтера онлайн сервиса, оплата сервиса приема платежей от физических лиц, затраты на рекламу.

Рассчитаем точку безубыточности (Таблица 9).

Таблица 9 – Расчет точки безубыточности

Месяц	Продажи подписок физ. лицам	Продажи подписок организациям	Общее количество продаж подписок	Выручка от продаж подписок	Затраты	Прибыль
0	0	0	0	0	867 000	-867 000
1	2	30	32	8000	106 400	-965 400
2	8	60	68	17000	106 400	-1 054 800

Продолжение таблицы 9 – расчет точки безубыточности

Месяц	Продажи подписок физ. лицам	Продажи подписок организациям	Общее количество продаж подписок	Выручка от продаж подписок	Затраты	Прибыль
3	17	169	186	46500	106 400	-1 114 700
4	31	322	353	88250	106 400	-1 132 850
5	69	580	649	162250	106 400	-1 077 000
6	100	854	954	238500	106 400	-944 900
7	141	1230	1371	342750	106 400	-708 550
8	180	1580	1760	440000	106 400	-374 950
9	190	1690	1880	470000	106 400	-11 350
10	160	1730	1890	472500	106 400	354 750
11	130	1500	1630	407500	106 400	655 850
12	145	1500	1645	411250	106 400	960 700

Теперь точка безубыточности достигнута на 10-м месяце, а прибыль в конце года составит 960 700 рублей.

ROI (Return on Investment) – это показатель, который используется для измерения эффективности инвестиций. ROI рассчитывается как отношение прибыли к затратам на инвестиции и обычно выражается в процентах. Это позволяет инвесторам оценить доходность своих инвестиций и принимать решения на основе этих оценок [13].

Для расчета ROI необходимо учитывать все расходы и доходы за весь период. В данном случае мы можем рассчитать ROI по формуле (5):

$$ROI = \frac{(\text{выручка} - \text{затраты})}{\text{затраты}} * 100\%, \quad (5)$$

где затраты – это сумма всех затрат за весь период, включая стоимость разработки, зарплату программиста, амортизацию, услуги бухгалтера, сервис приема платежей, электроэнергию и рекламу. Выручку за весь период рассчитаем по формуле (6):

$$\begin{aligned} \text{Выручка за весь период} &= 8000 + 17\,000 + 46\,500 + 88\,250 + \\ &162\,250 + 238\,500 + 342\,750 + 440\,000 + 470\,000 + 472\,500 + \\ &407\,500 + 411\,250 = 2\,693\,250 \text{ рублей, } (6) \end{aligned}$$

Затраты за весь период рассчитаем по формуле (7):

$$\begin{aligned} \text{Затраты за весь период} &= 867\,000 + 500\,000 + 150\,000 + \\ &240\,000 + 48\,000 + 36\,000 + 302\,800 = 2\,143\,800 \text{ рублей, } (7) \end{aligned}$$

500 000 – з/п программиста в год;

150 000 – налог на з/п в год;

240 000 – амортизация на оборудование в год;

48 000 – з/п бухгалтера онлайн сервиса в год;

36 000 – сервис приема платежей от физических лиц в год;

302 800 – затраты на рекламу в год.

Таким образом, ссылаясь на формулу (5) ROI можно рассчитать следующим образом:

$$ROI = \frac{2\,693\,250 - 2\,143\,800}{2\,143\,800} * 100\% = 25,63\%$$

ROI составляет 25,63 %. Это означает, что каждый вложенный рубль принес 25,63 копеек прибыли. Так как основные затраты на производство продукта относятся только к первому году, в следующие годы проект требует затрат только на возможную доработку, сопровождение и продвижение, отсюда можно сделать вывод, что с каждым месяцем показатель ROI будет только расти, так как затраты на производство были только в первый год.

Однако, следует учитывать, что это только ориентировочные расчеты и фактический объем, и емкость рынка могут отличаться в зависимости от ряда факторов, таких как бюджет учебных заведений, наличие сопутствующих услуг и т.д.

4.6 Конкурентные преимущества продукта и обзор технико-экономических характеристик аналогов

Сравнение виртуального лабораторного стенда с аналогами на рынке приведено в таблице 10:

Таблица 10– Сравнительная таблица аналогов по нескольким критериям

Компания	Стоимость одной единицы продукции	Качество симуляции	Сложность использования
Labster	От 120 000 рублей за единицу	Высокое качество симуляции	Легко в использовании
Simlab IT	От 120 000 рублей за единицу	Высокое качество симуляции	Сложно в использовании
zSpace	От 140 000 рублей за единицу	Высокое качество симуляции	Сложно в использовании
Разрабатываемый Тренажер	250 рублей за месячную подписку	Высокое качество симуляции	Легко в использовании

Конкурентные преимущества моего виртуального лабораторного тренажера:

- простота в использовании и понимании (в отличие от аналогов, который требуют дополнительных знаний и навыков, мой стенд понятен и доступен для всех студентов);

- наглядность (разрабатываемый тренажер представляет все процессы и показатели в удобной форме, что позволяет студентам лучше понимать материал).

Также стоит отметить, что мой виртуальный тренажер будет по подписке, это важно, так как не требует начальных больших затрат для организаций, а также продукт становится доступным для физических лиц, которые ранее не могли позволить приобретение тренажера за 120 000 рублей.

Сравнивая свой виртуальный лабораторный тренажер с этими компаниями, я могу выделить следующие конкурентные преимущества моей разработки:

- более простой и интуитивно понятный интерфейс;

- более доступная цена;
- поддержка русского языка, что важно для студентов из России и других русскоязычных стран.

Кроме того, моя разработка имеет следующие технико-экономические характеристики по сравнению с конкурентами:

- более низкие затраты на производство и разработку;
- более быстрая скорость развертывания и интеграции в учебный процесс;
- более высокая масштабируемость и возможность быстрого добавления новых лабораторных работ.

4.7 Интеллектуальная собственность

Интеллектуальная собственность представляет собой результат творческой деятельности человека, которая может быть законодательно охранена через Патентное право. Данное право применяется к изобретениям, полезным моделям и промышленным образцам, которые могут быть зарегистрированы в Роспатенте и получить соответствующий документ. Это дает обладателю исключительное право на использование своего творения в течение определенного периода времени, который составляет 20 лет для изобретений, 10 лет для полезных моделей и 5 лет для промышленных образцов. Если патент на промышленный образец продлевается, то его действие может быть продлено на 5 лет, но не более 25 лет с момента подачи заявки. После этого изобретение становится доступным общественности.

Виртуальный тренажер, реализованный в форме приложения, может быть запатентован как промышленный образец с учетом требований ГК РФ Статьи 1354. Это означает, что при патентовании будут защищены инновационные технические решения, дизайн-решения и конструктивные особенности устройства. Однако, для защиты интеллектуальной собственности в форме патента, необходимо разработать внешний вид тренажера, техническое решение и описать устройство подробно. Кроме того,

нужно провести проверку изобретения по базам патентов, найти юриста или патентного поверенного для консультации и оформления документации, а также заплатить государственную пошлину в размере от 7 до 15 тысяч рублей. После получения патента необходимо ежегодно оплачивать пошлину за поддержание его в силе. Патент на виртуальный тренажер будет действовать с момента подачи заявки и будет продолжать действовать в течение 5 лет, если зарегистрирован как промышленный образец. В процессе ожидания одобрения на патент, необходимо будет в тесном сотрудничестве с юристом ответить на все запросы Роспатента, что может занять от 5 до 15 месяцев.

4.8 Бизнес-модель проекта

Мною была составлена бизнес-модель в виде таблицы по методологии А. Остервальдера для виртуального лабораторного тренажера. Ниже приведена таблица 11, которая включает основные элементы бизнес-модели, такие как ключевые партнеры, ключевые активности, ценностные предложения, каналы, отношения с клиентами, источники дохода, ключевые ресурсы, затраты и показатели успеха.

Таблица 11 – Бизнес модель по методологии А. Остервальдера

Элементы бизнес-модели	Виртуальный лабораторный тренажер
Ключевые партнеры	Университеты, школы, преподаватели, научные организации, производственные компании
Ключевые активности	Разработка и обновление программного обеспечения, поддержка клиентов, развитие новых курсов и лабораторных работ
Ценностные предложения	Доступ к виртуальным лабораторным работам в любое время и из любого места, экономия времени и средств на проведение физических лабораторных работ, удобный и безопасный способ обучения
Каналы	Онлайн-платформы, рекламные кампании в социальных сетях, сотрудничество с университетами и школами

Продолжение таблицы 11 – бизнес модель по методологии А. Остервальдера

Элементы бизнес-модели	Виртуальный лабораторный тренажер
Отношения с клиентами	Поддержка в режиме онлайн, обратная связь от пользователей, обучение пользователей
Источники дохода	Подписки на доступ к лабораторным работам, продажа программного обеспечения, услуги поддержки, продажа лицензий
Ключевые ресурсы	Команда разработчиков, серверное оборудование, программное обеспечение, контент для лабораторных работ
Затраты	Зарплата персонала, развитие программного обеспечения, маркетинг, обслуживание серверов
Показатели успеха	Количество пользователей, доходы от продаж, уровень удовлетворенности клиентов, количество партнеров и каналов

4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Стратегия продвижения виртуального лабораторного тренажера может быть различной в зависимости от целевой аудитории и целей компании. Однако, я могу предложить несколько общих шагов, которые могут помочь продвинуть продукт на рынок.

Для организаций:

- создание сайта с описанием продукта и его преимуществами для организаций;
- проведение презентаций продукта в организациях, конференциях и семинарах, связанных с тематикой продукта;
- реклама продукта в социальных сетях, на специализированных форумах и в блогах, связанных с тематикой продукта;
- организация бесплатных демонстраций продукта для потенциальных клиентов;
- работа с партнерами и дистрибьюторами, которые будут представлять продукт в организациях.

Для физических лиц:

- создание сайта с описанием продукта и его преимуществами для физических лиц;
- реклама продукта в социальных сетях, на специализированных форумах и в блогах, связанных с тематикой продукта;
- размещение рекламы продукта на YouTube, Twitch и других платформах для стриминга видеоигр и образовательных видео;
- организация бесплатных демонстраций продукта для потенциальных клиентов;
- проведение акций и розыгрышей, чтобы привлечь внимание потенциальных клиентов;
- пробный (тестовый) бесплатный период использования.

Кроме того, можно использовать такие инструменты, как email-маркетинг, контекстная реклама и SEO-оптимизация, чтобы привлечь трафик на сайт и увеличить количество лидов и продаж. Важно также постоянно анализировать эффективность маркетинговых кампаний и вносить коррективы в стратегию продвижения.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Щербашину Никите Геннадьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объект исследования:</i> виртуальный тренажер. <i>Область применения:</i> Информационные технологии, учебные заведения. <i>Рабочая зона:</i> лаборатория/производственное помещение/учебные аудитории <i>Размеры помещения:</i> 6*3 м. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер с установленным Unity и периферия. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> разработка основных механик, процессов управления, создание графики, создание интерфейса для пользователей, тестирование тренажера, сбор информации по улучшению процесса управления.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ. 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. 3. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. 4. ГОСТ 22269-76 Система «Человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. 5. Конституция Российской Федерации.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий. <p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – длительное сосредоточенное наблюдение; – отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; – повышенный уровень шума; – монотонность труда, вызывающая монотонию.

	Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: – удобное посадочное место; – источник искусственного освещения; – изоляция электроники от попадания влаги, пыли; – очки для работы за компьютером.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	Воздействие на селитебную зону: нет. Воздействие на литосферу: нет. Воздействие на гидросферу: нет. Воздействие на атмосферу: высокое потребление электроэнергии, нагрев аппаратных средств.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:	Возможные ЧС: – пожар на рабочем месте; – землетрясение. Наиболее типичная ЧС: – пожар на рабочем месте.

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	03.02.2023 г.
--	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			03.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Щербашин Никита Геннадьевич		03.02.2023 г.

5 Социальная ответственность

Разработка игры производится группой работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента. Выпускная квалификационная работа заключается в создании виртуального лабораторного тренажера с помощью среды разработки игр Unity.

В качестве потребителя результатов проведенной разработки выступают студенты вузов, имеющие доступ к компьютеру. Конкретной возрастной категории нет, но так как тренажер представляет собой образовательную программу, большая часть аудитории будут студенты.

Разработка тренажера проводилась в Томске.

В данном разделе проведен анализ вредных и опасных факторов труда, определен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, который должен способствовать снижению возможности возникновения негативных последствий работы разработчика.

Проектируемое рабочее место представляет собой лабораторию отделения, в которой работал разработчик.

Характеристика помещения:

- ширина – 3 м, длина – 6 м, высота – 3 м;
- площадь – 18 м²;
- объем – 54 м³;
- в помещении имеется естественная вентиляция – вытяжное вентиляционное отверстие, дверь, окно, щели;
- в помещении установлено искусственное освещение, имеется естественное освещение.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Конституция РФ является основным законом Российской Федерации. Она имеет высшую юридическую силу, прямое действие и применяется на территории всей страны.

Согласно статье 37 главы 1 Конституции РФ, каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, каждый имеет право на отдых.

Трудовой Кодекс РФ устанавливает права и обязанности работника и работодателя, регулирует вопросы охраны труда, трудоустройства, правила оплаты и нормирования труда, порядок разрешения трудовых споров и другое.

Согласно статье 108 Трудового Кодекса РФ «Перерывы для отдыха и питания», в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Согласно статье 212 Трудового Кодекса РФ «Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда», работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, оборудования, осуществлении технологических процессов, применяемых материалов;

- создание и функционирование системы управления охраной труда;

- согласно статье 219 Трудового Кодекса РФ «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда», каждый работник имеет право на:

- соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;

- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, мерах защиты от воздействия вредных и опасных факторов производства;

- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда до устранения такой опасности.

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда содержит

требования, по которым должна производиться организация рабочего места при выполнении работы. Рабочее место при выполнении работ сидя» и соблюдением трудовых норм, регулируемых Трудовым кодексом РФ [14].

Согласно требованиям ГОСТ 12.2.032-78:

– конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должны соответствовать физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

– высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680 - 800 мм над уровнем пола;

– высота экрана над полом – 900-1280 мм, монитор должен находиться в 600-700 мм от работника на 20 градусов ниже уровня глаз;

ГОСТ 21889-76 «Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования» содержит требования, предъявляемые к креслу человека-оператора. [15]

Согласно требованиям ГОСТ 21889-76:

– кресло должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности;

– кресло должно создавать условия для поддержания корпуса человека в физиологически рациональном положении с сохранением естественных изгибов позвоночника.

ГОСТ 22269-76 «Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места» содержит требования, предъявляемые к рабочему месту человека-оператора.

Согласно требованиям ГОСТ 22269-76:

– взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования;

– взаимное расположение элементов рабочего места должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора, предупреждению появления ошибочных действий.

На рабочем месте, предоставленном для работы с выпускной работой, были учтены и соблюдены все требования по организации труда.

5.2 Производственная безопасность

В процессе работы химические и биологические факторы не оказывают влияния на состояние здоровья. В ходе раздела рассматриваются физические и психофизиологические факторы, приведенные в таблице 12.

Таблица 12 – Возможные опасные и вредные факторы производственные факторы на рабочем месте за персональным компьютером

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Производственные факторы, связанные с электромагнитными излучениями;	СанПиН 1.2.3685-21
2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;	СП 52.13330.2016
3. Повышенный уровень шума;	СанПиН 1.2.3685-21
4. Монотонность труда, вызывающая монотонию;	–
5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	ГОСТ 12.1.019-2017
6. Длительное сосредоточенное наблюдение	–

К вредным и опасным производственным факторам относятся:

- повышенный уровень электромагнитного излучения;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- монотонность процесса работы;
- нарушение правил электробезопасности;

– эмоциональные перегрузки.

5.2.1 Анализ опасных и вредных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия

Персональный компьютер подвергает пользователя вредному электромагнитному излучению. Электромагнитное излучение компьютера изменяется в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц. Такое излучение состоит из электрической и магнитной составляющих.

При длительном воздействии электрических полей у работников отличаются субъективные расстройства в виде жалоб невротического характера (головные боли, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, ощущение вялости, разбитость, раздражительность, боли в области сердца, расстройства сна и т.д.), проявляющиеся к концу рабочей смены. Одним из первых проявлений профессиональной патологии являются функциональные нарушения в деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем.

Норма допустимых уровней напряженности полей и излучений регламентируются СанПиН 1.2.3685-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [16]. Согласно установленным нормам время пребывания работника в рабочей зоне вычисляется по формуле 8:

$$T = (50/E) - 2. \quad (8)$$

Время пребывания в рабочей зоне составляет примерно 8 часов в день. На рабочем месте уровень напряженности электрических полей не выше 4 кВ/м. При котором разрешенное время пребывания в рабочей зоне может составлять до 10,5 часов. Следовательно, уровень электромагнитных излучений на рабочем месте в норме.

5.2.2 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточная освещенность рабочей зоны возникает вследствие

отсутствия должного количества источников освещения в рабочей зоне и снижает работоспособность, значительно влияет на здоровье работников, а именно на их качество зрения.

В СП 52.13330.2016 зрительная работа сотрудника, работающего с персональным компьютером, охарактеризована как работа разряда Б – высокой точности, подразряда 1 [17]. В таблице 13 представлены требования к освещению рабочего помещения для вышеуказанного разряда.

Таблица 13 – Требования к освещению рабочего помещения для разряда Б1

Освещенность на рабочей поверхности от системы	Цилиндрическая освещенность, лм	Объединенный показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более
300	100	21	15

Для снижения влияния фактора недостаточной освещенности на рабочем месте необходимо, чтобы уровень естественного освещения и яркость экрана персонального компьютера были приблизительно одинаковыми, так как яркий свет в зоне периферийного зрения заметно увеличивает глазное напряжение и приводит к быстрой утомляемости. Путем решения проблемы недостаточной освещенности помещения может стать установка качественных источников искусственного освещения.

5.2.3 Повышенный уровень шума

Повышенный уровень шума на рабочем месте обусловлен использованием персональных компьютеров, наличием центральной системы вентиляции и кондиционирования воздуха. В процессе длительной работы за персональным компьютером пользователю становится сложнее слышать, работоспособность снижается и повышается утомляемость.

Ниже представлены предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах в таблице 14. При сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) ПДУ применяется без изменения, описанные в пункте 36 СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 14 – Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах

Эквивалентные уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ	Максимальный текущий общий уровень инфразвука, дБ
2	4	8	16		
100	95	90	85	100	120

Существуют следующие пути уменьшения воздействий шума: экранирование рабочих мест; чистка оборудования от пыли, т.к. любое оборудование при загрязнении увеличивает уровень шума.

5.2.4 Монотонность труда

Многие виды работы требуют от сотрудника длительного выполнения однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания. Поэтому монотонность является серьезным негативным фактором

В условиях монотонной работы с организмом человека могут произойти такие изменения как:

- изменение функционального состояния центральной нервной системы;
- снижение уровня бодрствования;
- нарушение автоматизма деятельности и способности к переключениям;
- изменение биологического ритма.

Так как деятельность разработчика программных систем связана только с работой на ПК, она является монотонной. Такая работа требует непрерывной концентрации внимания на протяжении длительного времени и является однообразной.

Для снижения уровня монотонности можно проводить следующие мероприятия:

- внедрение режима труда и отдыха;
- частые, но кратковременные перерывы во время работы;
- выполнение физических упражнений в течение перерывов

– посещение специальных помещений отдыха.

5.2.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Наличие большого количества электрических приборов и вычислительных машин на рабочем месте обуславливают важность электробезопасности на производстве.

При работе с электроприборами необходимо соблюдать технику безопасности. Общие правила по электробезопасности регламентируются ГОСТ 12.1.019-2017 [18].

Серьезной проблемой является опасность поражения электрическим током. Человеческие органы чувств не могут обнаружить наличие электрического напряжения на расстоянии.

При повышенной влажности (относительная влажность воздуха выше 75 %) возрастает риск поражения электрическим током. Высокая температура воздуха и поверхностей (более 35 °С) также повышает вероятность распространения электрического тока. Наличие токопроводящей пыли и токопроводящих полов повышает риск поражения электрическим током.

Также существует риск возникновения опасности:

- при прикосновении к токоведущим частям (во время ремонта ПК);
- при прикосновении к нетоковедущим частям, которые оказались под напряжением (при нарушении изоляции);
- при соприкосновении с полом или стенами, оказавшимися под напряжением (при нарушении электрической сети);
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках.

Место, в котором выполнялась работы, не относится к помещениям повышенной опасности электропоражения. В помещении используются стандартные бытовые приборы, потребляющие напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц.

Для предотвращения возникновения опасных ситуаций обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы необходимо убедиться, что выключатели и розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- взаимодействовать с электроприборами исключительно сухими руками;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов, необходимо сообщить ответственному лицу, не делая никаких самостоятельных исправлений;
- запрещено загромождать рабочее место лишними предметами.

5.2.6 Длительное сосредоточенное наблюдение

Умственный труд разработчика заключается в приеме информации, ее переработке и выработке решения. От напряженного умственного труда страдают зрительные и слуховые анализаторы, центральная нервная система, в особенности высшие психические функции.

К факторам возникновения эмоциональных перегрузок можно отнести: длительное эмоциональное напряжение, хроническую усталость, нарушение режимов труда и отдыха, жизненные трудности и так далее.

Эти факторы сказываются на снижении интереса к работе и работоспособности, появлении раздражительности и конфликтности, повышается количество ошибок в работе, психоэмоциональные сдвиги.

Для снижения эмоциональных перегрузок необходимы:

- умственные тренировки;
- повышение квалификации;
- умеренные и постоянные производственные нагрузки;
- правильное трудовое, психологическое и эстетическое воспитание;
- умение переносить стрессовые состояния;
- повышение интереса к работе;
- наличие источников положительных эмоций;

– оптимальное расписание отдыха.

5.3 Экологическая безопасность

Раздел «Экологическая безопасность» включает в себя данные о характере воздействия проектируемого решения на окружающую среду в процессе эксплуатации.

Разработка проектного решения экологически безопасна, однако может косвенно влиять на атмосферу, так как работа компьютера связана с потреблением электроэнергии и нагревом аппаратных средств.

Электроэнергия вырабатывается на ТЭЦ, где сжигаются углеродные соединения. Компьютер, который использовался для разработки системы, потребляет около 85 Ватт электроэнергии в час. Энергоблок 200 МВт потребляет 90 тонн угля в час. За час работы над проектным решением сжигается 40 г угля в час. Если работа над проектным решением заняла 30 дней при работе 4 часа в день, то за все время работы было сожжено 4 кг 800 г угля. Соответственно выброс CO₂ в атмосферу составит около 9 кубических метров.

Этот показатель не является существенным, однако для сокращения влияния на атмосферу и экономии денежных средств следует выключать компьютер в нерабочее время.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайной ситуацией называется обстановка, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы или другого бедствия, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Пожар – наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией для представленного рабочего помещения. Нарушение техники использования электрических приборов и ПК, нарушениях разводки электрических сетей и ряда других причин могут привести к пожару.

Рабочее помещение, представленное для выполнения выпускной

квалификационной работы, согласно СП 12.13130.2009, можно отнести к категории В (пожароопасное). П. 5 категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности [19].

Главные причины возникновения пожара:

- короткое замыкание;
- перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;
- запуск оборудования после некорректного ремонта.

Чтобы обеспечить состояние защищенности пользователя и имущества от пожара, необходимо соблюдать правила пожарной безопасности.

Для защиты от коротких замыканий и перегрузок необходимо правильно выбирать, устанавливать и использовать электрические сети и средства автоматизации.

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо исключить образование горючей среды, удостовериться в несгораемости и трудносгораемости материалов, примененных при строительстве и отделке помещений, проверить помещение на наличие средств пожаротушения.

Пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта (обучение правилам техники безопасности, распространение планов эвакуации);
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию используемого оборудования (соблюдение техники безопасности при эксплуатации оборудования, обеспечение свободного подхода к оборудованию, поддержание исправности изоляции проводников);
- технические и конструктивные мероприятия, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Для повышения устойчивости рабочего помещения к ЧС необходимо

наличие систем противопожарной сигнализации, реагирующих на дым и другие продукты горения, установку огнетушителей.

В случае возникновения возгорания, необходимо вызвать пожарную службу по телефону 101 и сообщить место возникновения ЧС, предпринять меры по эвакуации в соответствии с планом эвакуации. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения возникшего возгорания имеющимися углекислотными огнетушителями.

5.5 Выводы по разделу социальная ответственность

Проведен анализ процесса создания системы, рассмотрены его аспекты с точки зрения правовых, экологических и производственных норм, а также обеспечения безопасности при возможных чрезвычайных ситуациях. Рабочее место соответствует всем необходимым требованиям, за исключением освещения. Тем не менее, наличие естественных источников света не вызывает неудобств для разработчика.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ – первая (безопасное помещение). При этом согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок группа по электробезопасности рабочего персонала – II группа.

Тяжесть труда во время рабочего процесса по созданию информационной системы относится к категории I в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21. Рабочее помещение, представленное для выполнения ВКР, согласно СанПиН 1.2.3685-21, можно отнести к категории В (пожароопасное).

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года) объект виртуальный лабораторный стенд, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду относится ко III категории.

Заключение

В процессе выполнения проекта были проведены все необходимые мероприятия по созданию виртуального лабораторного тренажера. В первую очередь, был проведен анализ рынка и выявлены перспективы разработки виртуальных стендов. После того, как было принято решение о разработке тренажера, было необходимо выбрать подходящее оборудование. Было проведено сравнительное исследование различных вариантов оборудования, и были выбраны наиболее подходящие по критериям команды.

Затем начался этап проектирования тренажера. Вначале была сформулирована общая концепция тренажера, описаны основные механики и возможности, а также проблемы, которые могут возникнуть в процессе разработки. Для наглядности были созданы UML-диаграммы, такие как диаграмма классов и последовательности, чтобы продемонстрировать архитектуру игры.

Как результат, был создан прототип тренажера, реализующий ключевые механики, и были описаны все объекты, необходимые для виртуального стенда, их функционал и принцип работы. Однако, работа над проектом продолжается, включая добавление оставшихся механик, создание пользовательского интерфейса, настройку камеры и создание новых игровых локаций. После завершения этого этапа будет проведено внутреннее тестирование, чтобы выявить недостатки и предложить решения для их исправления.

Также планируется улучшить тренажер и добавить возможность работы через VR очками. Это позволит студентам исследовать предметы, используя виртуальное пространство, и позволит им более полно погрузиться в процесс экспериментирования.

Список используемых источников

1. ChemLab [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.modelscience.com/> (дата обращения 08.04.2023)
2. VirtualPhysicsLab [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://roged.com/product-physics/> (дата обращения 08.04.2023)
3. TheBiologyProject [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.1000sciencefairprojects.com/Biology/Biology-Science-Projects.php> (дата обращения 08.04.2023)
4. А.В. Грищенко, Д.Ю. Литвинов, С.А. Никифоров. «Создание виртуальных лабораторных работ на основе программных комплексов» (дата обращения 10.04.2023)
5. ГОСТ Р 8.802-2012 Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 Мпа: Дата введения 2014-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200102018> (дата обращения 09.04.2023)
6. Анализ популярных движков [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.gamedatacrunch.com> (дата обращения: 08.04.2022).
7. Описание движков [Электронный ресурс] Режим доступа: https://blackcaviar.games/obzor_igrovyh_dvizhkov (дата обращения: 08.04.2022).
8. Документация Unity // Docs Unity [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/> (дата обращения 13.04.2023)
9. Godot [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Godot> (дата обращения 10.04.2023)
10. Unreal Engine [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine (дата обращения 10.04.2023)
11. C# Programming Guide [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/67ef8sbd.aspx> (дата обращения 16.04.2023)
12. Яндекс Вордстат [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://wordstat.yandex.ru/> (дата обращения 17.04.2023)

13. Расчет показателя ROI [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-roi-i-kak-ego-schitat/> (дата обращения 17.04.2023)

14. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда Дата введения 1979-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 18.04.2023)

15. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина" Дата введения 1977-07-00 Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012832> (дата обращения 18.04.2023)

16. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/npa-files/2021/01/28/sanpin1.2.3685-21.pdf> (дата обращения 18.04.2023)

17. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Дата введения 2017-05-08. Режим доступа: https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_777.pdf (дата обращения 20.04.2023)

18. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Дата введения 2019-01-01. Режим доступа: <https://base.garant.ru/72143858/#:~:text=Межгосударственный%20стандарт%20ГОСТ%2012.1.019-2017%20%22Система,-%201%20января%202019%20г> (дата обращения 20.04.2023)

19. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Дата введения 2009-05-01 Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 25.04.2023)

Приложение А
(обязательное)
Скрипт рычага ручной накачки давления

Листинг 1 – Скрипт рычага ручной накачки давления

```
1. using System.Collections;
2. using UnityEngine;
3.
4. public class PumpArm : MonoBehaviour
5. {
6.     //Инициализируем поля
7.     public Animator animator;
8.     public GameObject MainPump;
9.
10.    private Pump _pumpCS;
11.
12.    //Нажата ЛКМ
13.    private void OnMouseDown()
14.    {
15.        AddPressure();
16.    }
17.    //Мышь наведена на объект
18.    private void OnMouseEnter()
19.    {
20.        this.GetComponent<Outline>().enabled = true;
21.    }
22.    //Мышь не наведена на объект
23.    private void OnMouseExit()
24.    {
25.        this.GetComponent<Outline>().enabled = false;
26.    }
27.    //Стандартный метод юнити выполняется при запуске игры
28.    private void Start()
29.    {
30.        //Функция GetComponent это основной способ получения
        доступа к другим компонентам.
31.        _pumpCS = MainPump.GetComponent<Pump>();
32.    }
33.    //Метод добавляет давление в помпу
34.    private void AddPressure()
35.    {
36.        //Проверка на переполненность помпы
37.        if (_pumpCS.pressure < Const.PumpMaxPressure)
```



```

38.     {
39.         //Добавляет давление в отдельном потоке
40.         StartCoroutine(AddPressurePump());
41.         //Воспроизводит анимацию
42.         // animator.Play("ArmAnim");
43.     }
44. }
45. private IEnumerator AddPressurePump()
46. {
47.     yield return new WaitForSeconds(0.8f);
48.     //Цикл на 25 итераций
49.     for (int i = 0; i < 25; i++)
50.     {
51.         //Довавляем 1\25 от одного шага накачивания к давлению
ПОМПЫ
52.         _pumpCS.pressure = _pumpCS.pressure + (Const.PumpStep /
25);
53.         //Ждем 0.06 сек
54.         yield return new WaitForSeconds(0.06f);
55.     }
56. }
57. }

```