

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
<b>Виртуальный тренажер для определения метрологических средств измерений</b>

УДК 378.16:681.2.089.6:

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Медведева Елизавета Васильевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Кузьминская Е.В.	к.т.н., доцент		

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Сабирова Д.Т.			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	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		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

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

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
<b>Профессиональные компетенции</b>	
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

Код компетенции	Наименование компетенции
	систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
<b>ПК(У)-8</b>	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
<b>ПК(У)-9</b>	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
<b>ПК(У)-10</b>	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
<b>ПК(У)-11</b>	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
<b>ПК(У)-18</b>	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,
<b>ПК(У)-19</b>	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

Код компетенции	Наименование компетенции
	обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
<b>ПК(У)-20</b>	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
<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
<b>ПК(У)-22</b>	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	Медведева Елизавета Васильевна

Тема работы:

«Виртуальный тренажер для определения метрологических характеристик средств измерения»		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Утверждена приказом директора (дата, номер)</td> <td style="width: 40%;">№ 34-90/с от 03.02.2023 г.</td> </tr> </table>	Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-90/с от 03.02.2023 г.
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-90/с от 03.02.2023 г.	

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: виртуальный лабораторный стенд. Цель работы: создание виртуального стенда для поверки и калибровки мультиметров среде программирования Unity.
<b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	Изучение принципов средств измерения постоянного/переменного напряжения и тока, сопротивления, анализ и выбор сред разработки. Создание 3D-моделей оборудования. Создание виртуального лабораторного стенда.
<b>Перечень графического материала</b>	Таблицы сравнения средств разработки, таблица характеристики приборов.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант

Концепция стартап-проекта	Сабилова Диана Тагировна, старший преподаватель ШИП
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ст. преподаватель ООД ШБИП

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	03.02.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Медведева Е.В.		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	Медведева Елизавета Васильевна

Тема работы:

«Виртуальный тренажер для определения метрологических характеристик средств измерения»
--

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	Кузьминская Е.В.	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	Медведева Елизавета Васильевна		03.02.2023 г.



## Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 108 страницах, содержит 48 рисунков, 9 таблиц, 27 источника литературы и 4 приложения.

Ключевые слова: ВЛС, 3D-моделирование, разработка, приложение.

Объектом исследования является виртуальный тренажер для определения метрологических характеристик.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка приложения для обучающихся.

В данной работе в первой главе представлен выбор оборудования, который основывается на реальных приборах, которые имеются в лаборатории ТПУ.

Во второй и третьей главах сравниваются приложения для 3D-моделирования и для разработки самого приложения. После их выбора и изучения данных приложений идет разработка самого приложения.

В четвертой главе описывается виртуальный тренажер, разработка и реализация приложения.

Для выполнения работы использовались программные продукты Blender, Unity.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2007.

## Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

**СИ** – средство измерения.

**ВЛС** – виртуальный лабораторный стенд.

**ММЭС** – многозначная мера электрического сопротивления.

**МЭС** – двухдекадная мера электрического сопротивления.

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

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

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

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

## Содержание

Введение.....	14
1. Выбор оборудования.....	16
1.1 Суть поверки .....	16
1.2 Мультиметр UT33A+ .....	16
1.3 Калибратор Fluke-5522A.....	20
1.3.1 Подключение мультиметра к калибратору.....	21
1.3.2 Установка выходного сигнала постоянного напряжения/тока .....	21
1.3.3 Установка выходного сигнала переменного напряжения/тока.....	24
1.3.4 Установка выходного сигнала сопротивления.....	24
1.4 Магазин сопротивлений P4831 .....	26
1.4.1 Назначение магазина сопротивления P4831 .....	26
2. Выбор приложения для 3D-моделирования виртуального тренажера.....	28
3. Среда разработки приложения Unity.....	29
4. Разработка виртуального лабораторного стенда .....	31
4.1 Описание виртуального лабораторного стенда .....	31
4.1.1 Описание главного меню.....	31
4.1.2 Управление при выполнении лабораторных работ .....	32
4.2 Создание 3D модели мультиметра UT33C в Blender.....	33
4.3 Создание 3D модели калибратора Fluke-5522A.....	34
4.4 Создание 3D модели магазина сопротивлений P4831 .....	34
4.5 Экспортирование 3D моделей из Blender в Unity .....	35
4.6 Реализация лабораторного стенда в Unity .....	37
4.6.1 Создание игровых сцен.....	37
4.6.2 Сцена основного меню .....	38
4.6.3 Реализация управления и взаимодействие с объектами .....	42
4.6.4 Реализация работы мультиметра .....	44

4.6.5	Реализация работы калибратора.....	46
4.6.6	Реализация магазина сопротивлений.....	48
4.6.7	Реализация соединения приборов.....	49
4.7	Сцены лабораторных работ.....	51
4.8	Результат работы.....	52
5.	Описание продукта.....	55
5.2	Интеллектуальная собственность.....	56
5.3	Объем и емкость рынка.....	59
5.4	Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли.....	62
5.5	Планируемая стоимость продукта.....	65
5.6	Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами...	67
5.7	Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта.....	72
5.8	Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж.....	74
5.9	Стратегия продвижения продукта на рынок.....	76
5.10	Вывод по разделу «стартап-проект».....	76
6.	Социальная ответственность.....	80
6.1	Введение.....	80
6.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	81
6.3	Производственная безопасность.....	83
6.3.1	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.....	85
6.3.2	Отклонения показателей микроклимата.....	86
6.3.3	Повышенный уровень шума.....	88
6.3.4	Электробезопасность.....	89
6.4	Экологическая безопасность.....	90
6.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	90

6.6 Вывод по разделу социальная ответственность.....	91
Список использованной литературы.....	93
Приложение А (Обязательное) Сравнительная характеристика средств разработки.....	97
Приложение Б (Обязательное) Методические указания Fluke 5522А.....	99
Приложение В (обязательное) Скрипт реализации погрешности мультиметра	106
Приложение Г (Обязательное) Бизнес-модель по А.Остервальдер и И. Пинье	108

## Введение

На сегодняшний день автоматизация внедряется во многие отрасли производства, в данной работе рассмотрим автоматизацию в метрологии, а именно организацию для обучения виртуальных приборов.

Проведение лабораторных работ по метрологии требует использования современного измерительного оборудования, все чаще это виртуальные установки. Кроме этого данное оборудование должно быть рассчитано на использование студентами, следовательно, важными его характеристиками являются безопасность, простота использования, возможность получения знаний и навыков, которые будут полезны для дальнейшей профессиональной деятельности обучающихся.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке. Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные юридические лица и индивидуальные предприниматели, в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений[1].

Целью ВКР является создание виртуального стенда для поверки и калибровки мультиметра в среде программирования Unity, с использованием открытого программного обеспечения Blender для создания трехмерных моделей и Visual Studio для написания скриптов.

Задачи для выполнения поставленной цели:

- провести анализ рынка цифровизации;
- описать процесс выполнения работы, предоставить результат в виде приложения;
- провести работу над ошибками, выявить основные замечания и

пожелания

к

процессу.

## **1. Выбор оборудования**

### **1.1 Суть поверки**

Поверка мультиметра UT33C выполняется с помощью эталонного прибора калибратора Fluke-5522A и магазина сопротивлений 4831P по различным параметрам, таким как постоянное/переменное напряжение, постоянный/переменный ток, сопротивление. Приборы следует калибровать с целью их точности показаний, чтобы понимать, исправен ли прибор, или подлежит восстановлению.

Отличие поверки от калибровки:

Поверку могут выполнять аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели, центры стандартизации, а калибровку – любая аккредитованная и неаккредитованная организация.

Поверка обязательна для средств измерений, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, калибровка же – процедура добровольная, поскольку относится к средствам измерений, не применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [2].

### **1.2 Мультиметр UT33A+**

Серия мультиметров UT33A+ предназначены для измерения постоянного и переменного напряжения, постоянного тока, сопротивления, проверки диодов, транзисторов, имеют фиксацию текущих значений и подсветку дисплея. Выбрали именно этот мультиметр, так как данный прибор имеется в личном пользовании. Данный прибор удобен в работе и достаточно точен в измерениях, также данный прибор имеет дополнительную функцию – измерение температуры. Виртуальный тренажер работает по всем допустимо разрешенным показаниям, которые указаны в основной характеристике прибора, таблица 1 [3].



Таблица 1 – Основные характеристики мультиметра UT33A+

Параметр измерения	Показания
Максимальное напряжение между входами мультиметра и землей	600 В
Защита на входе 10А	Быстродействующий плавкий предохранитель 10А/250В
Максимальное отображаемое значения дисплея	1999, при превышении предела измерения на дисплее отображается «ALL»
Частота обновления отображения	2-3 раза в секунду
Выбор предела измерения	Автоматический
Подсветка дисплея	С ручным управлением, автоотключение через 30 секунд
Полярность	Для отрицательных значений на дисплеи отображается символ «-»
Индикация фиксации показаний дисплея	Когда функция фиксации показания дисплея включена, на дисплеи отображается символ H
Индикация разряженной батареи	Когда батарея разряжена, на дисплеи отображается соответствующий символ разряженной батареи
Источник питания	Две батареи типа ААА на 1,5В
Рабочая температура	От 0 °С до 40°С
Относительная влажность	≤75% при 0°С -30°С, ≤50% при 30°С - 40°С
Рабочая высота над уровнем моря	0-2000 м
Габариты размеры	134×76,5×47 мм
Масса	206 г (включая батареи)

Выполнять работу начали с мультиметра AM1097, так как именно этот мультиметр имелся в лаборатории ТПУ, но из-за его неисправности в процессе работы пришлось заменить на мультиметр UT33A+, который нисколько не уступает по техническим характеристикам.

Опираясь на внешний вид прибора, была разработана 3D – модель с использованием открытого программного обеспечения Blender (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мультиметр UT33A+

Для верного подключения щупов к прибору, нужно знать, что красный щуп «+», а черный щуп «-», черный щуп всегда подключается к гнезду «COM». К гнезду «V, Ohm, mA» подсоединяется красный щуп для измерения напряжения до 500В, сопротивления и тока до 200мА. Гнездо «10A Max» используется только для измерений тока от 200мА до 10А.

На рисунках 2-6 представлены пределы показаний измерений, которые реализованы в виртуальном стенде [3].

Предел измерения	Модель	Разрешение
200 мВ	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 мВ
2000 мВ	UT33A+/B+/C+/D+	1 мВ
20,00 В	UT33A+/B+/C+/D+	0,01 В
200,0 В	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 В

Рисунок 2 – Пределы измерения постоянного напряжения

Максимальное допустимое напряжение составляет  $\pm 600$  В, когда напряжение превышает 609 В, на дисплее появляется символ «OL», и звучит сигнал оповещения.

Предел измерения	Модель	Разрешение
200,0 мВ	UT33A+	0,1 мВ
2,000 В	UT33A+	0,001 В
20,00 В	UT33A+	0,01 В
200,0 В	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 В

Рисунок 3 – Пределы измерения переменного напряжения

Для переменного напряжения частотный диапазон: 40-400 Гц. Аналогично максимальное допустимое напряжение  $\pm 600$  В.

Предел измерения	Модель	Разрешение
200,0 Ом	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 мОм
2000 Ом	UT33A+/B+/C+/D+	1 Ом
20,00 кОм	UT33A+/B+/C+/D+	0,01 кОм
200,0 кОм	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 кОм
20,00 МОм	UT33A+/B+/C+/D+	0,01 МОм

Рисунок 4 – Пределы измерения сопротивления

Предел измерения	Модель	Разрешение
200,0 мкА	UT33A+/B+	0,1 мкА
2000 мкА	UT33A+/C+/D+	1 мкА
20,00 мА	UT33A+/C+/D+	0,01 мА
200,0 мА	UT33A+/B+/C+/D+	0,1 мА
2,000 А	UT33A+	0,001 А

Рисунок 5 – Пределы измерения постоянного тока

Когда входной ток превышает 10 А, включается звуковой сигнал, при токе более 10,9 А на дисплее появляется символ «OL».

Предел измерения	Модель	Разрешение
200,0 мкА	UT33A+	0,1 мкА
2000 мкА	UT33A+	1 мкА
20,00 мА	UT33A+	0,01 мА
200,0 мА	UT33A+	0,1 мА
2 000 А	UT33A+	0 001 А

Рисунок 6 – Пределы измерения переменного тока

Частотный диапазон аналогичен диапазону переменного напряжения: 40-400 Гц.

### 1.3 Калибратор Fluke-5522A

Калибратор 5522A (далее “Прибор”, или “Калибратор”), представляет собой полностью программируемый прецизионный источник, основные характеристики отображены на рисунках, также данный дорогостоящий прибор имеется в лаборатории ТПУ.

Опираясь на внешний вид прибора, была разработана 3D – модель с использованием открытого программного обеспечения Blender (рисунок 7).



Рисунок 7 – Калибратор Fluke-5522A

В работе Fluke-5522A используется как эталон для поверки мультиметра. Чтобы понять, как пользоваться калибратором, ознакомиться с кнопками, создали методические указания на основе руководства по эксплуатации Fluke-5522A[5](Приложение А).

### 1.3.1 Подключение мультиметра к калибратору

Для того чтобы поверить мультиметр по току и напряжению, нужно правильно подключить прибор к калибратору, на рисунках 8.1 и 8.2 представлено подключение приборов.



Рисунок 8.1– Подключение мультиметра (Постоянное напряжение/Переменное напряжение)



Рисунок 8.2 – Подключение мультиметра (Постоянный ток/Переменный ток)

Далее на мультиметре выбираем подходящий режим (режим измерений постоянного/переменного напряжения или тока). Включаем калибратор и следуем последовательности действий приведенной ниже.

### 1.3.2 Установка выходного сигнала постоянного напряжения/тока

Для установки постоянного напряжения используем клеммы NORMAL (нормальный выход, используется для источников постоянного и переменного напряжения, сопротивления), а для установки постоянного

напряжения используем клеммы AUX. Когда клеммы верно подключены, а мультиметр настроен на нужный режим, можно приступить к выполнению следующих действий:

Для прекращения воспроизведения любого выходного сигнала нажать на кнопку RESET.

Установить желаемый диапазон измерения постоянного напряжения/тока испытываемого устройства и установить единицы измерения, если ввод неправильный и требуется стереть символ, то нужно нажать кнопку CE, в случае, если нужно стереть полностью число, также используем кнопку RESET (для того, чтобы сменить единицы измерения нужно нажать кнопку SHIFT).

При вводе значений калибратор находится в режиме ожидания и на панели изображен символ STBY, после того, как ввели значение с единицами измерения, нажимаем ENTER (вводит вновь введенное значение).

Полярность по умолчанию плюс, для смены полярности нужно нажать кнопку под номером 25 (в приложении А прописаны эти кнопки).

Для активации выходного значение нажать на кнопку OPR.

На рисунках 9-10 представлен результат показаний на реальной установке.





Рисунок 9 – Выходной сигнал постоянного напряжения



Рисунок 10 – Выходной сигнал постоянного тока

Путем многократных испытаний выявлена приблизительная погрешность показаний и реализована в среде моделирования Unity, поэтому используя виртуальную установку, погрешность измерений будет схожа с реальными показаниями.

### 1.3.3 Установка выходного сигнала переменного напряжения/тока

Аналогичным образом задается выходной сигнал переменного напряжения и тока, единственное отличие в том, что нам нужно задать еще частоту (любое значение, максимум пятизначное, например, 12,345 Гц), чаще всего используют 50 Гц. На рисунке 11 представлен результат выходного сигнала переменного напряжения и тока.



Рисунок 11 – Выходной сигнал переменного напряжения

Для того, чтобы ознакомиться с большим количеством приборов, виртуальная установка включает в себя эталонный прибор магазин сопротивлений 4831P, показания которого будут сравниваться с выходными показаниями калибратора.

### 1.3.4 Установка выходного сигнала сопротивления

Для установки сопротивления используем клеммы NORMAL (нормальный выход, используется для источников постоянного и переменного напряжения, сопротивления). Когда клеммы верно подключены, а мультиметр настроен на нужный режим, можно приступить к выполнению следующих действий:



Для прекращения воспроизведения любого выходного сигнала нажать на кнопку RESET.

Установить желаемый диапазон измерения сопротивления.

При вводе значений калибратор находится в режиме ожидания и на панели изображен символ STBY, после того, как ввели значение с единицами измерения, нажимаем ENTER (вводит вновь введенное значение).

Полярность по умолчанию плюс, для смены полярности нужно нажать кнопку под номером 25 (в приложении Б прописаны эти кнопки).

Для активации выходного значения нажать на кнопку OPR.

Рисунок 12 отображает правильное подключение мультиметра к калибратору. На рисунке 13 представлен результат показаний на реальной установке.



Рисунок 12 – Подключение мультиметра (сопротивление)



Рисунок 13 – Выходной сигнал сопротивления

## 1.4 Магазин сопротивлений Р4831

### 1.4.1 Назначение магазина сопротивлений Р4831

Магазин сопротивления Р4831 предназначен для работы в цепях постоянного тока в качестве многозначной меры электрического сопротивления (ММЭС), а также в качестве двухдекадной переходной меры электрического сопротивления (двухдекадной МЭС) при измерении сопротивлений методом замещения. Принцип действия магазинов сопротивлений заключается в воспроизведении необходимых значений сопротивлений с помощью резистивных элементов. Конструктивно магазины сопротивлений состоят из последовательно соединенных равнономинальных резисторов, установленных в каждой декад[5]. Выбрана именно эта модель магазина, так как в ТПУ есть реальная модель данного прибора. Модель магазина сопротивления представлена на рисунке 14. В таблице 2 представлены основные характеристики прибора.



Рисунок 14 – Магазин сопротивлений Р4831

Таблица 2 – Основные характеристики магазина сопротивлений Р4831[5]

Технические характеристики	Нормальные условия применения	Рабочие условия применения
Класс точности магазина при использовании в качестве ММЭС $0,02 \cdot 10^{-6}$ .	температура окружающего воздуха $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ .
Диапазон показаний при использовании магазина в качестве ММЭС — от начального до $11111,10 \text{ } \Omega$ .	относительная влажность воздуха от 25 до 80%	относительная влажность воздуха от 25 до 80% в рабочем диапазоне температур
Погрешность магазина при использовании в качестве двухдекадной МЭС зависит от точности используемых образцовых катушек сопротивления, условий применения и времени измерения.	атмосферное давление $(84—106,7) \text{ кПа}$ [ $(630—800) \text{ mmHg}$ ]	атмосферное давление $(84—106,7) \text{ кПа}$

## **2. Выбор приложения для 3D-моделирования виртуального тренажера**

Для создания моделей использовали программное приложение Blender. В приложении Б представлена сравнительная характеристика различных приложений для создания 3D-моделей оборудования[6].

### 3. Среда разработки приложения Unity

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. В таблице 3 представлена сравнительная характеристика приложений для разработки ВЛР.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика приложений для разработки ВЛС[7]

Среда разработки	Описание	Достоинства	Недостатки
Unity	На Unity разработали много игр, в наличии бесплатная версия.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Наличие огромной библиотеки ассетов и плагинов, с помощью которых можно значительно ускорить процесс разработки игры.</li><li>– Поддержка огромного количества платформ.</li><li>– Наличие бесплатной версии.</li><li>– В библиотеке Asset Store есть бесплатные шаблоны персонажей, звуков и фонов, которые можно использовать в первых проектах. На официальном сайте движка есть статья, в которой подробно описываются инструменты, необходимые новичкам для создания игр.</li><li>– Обучение. Для новичков создали подробные обучающие материалы в разделе Learn, где объясняется, как создать проект,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Медленная работа</li><li>– Нет шаблонов. Простой проект можно собрать на плохом коде. Но как только игра становится чуть сложнее, нужна хорошо продуманная архитектура, иначе ее не получится выпустить.</li></ul>

Продолжение таблицы 3 – Сравнительная характеристика приложений для разработки ВЛС[7]

Unreal Engine 4	Игровой движок от компании и EpicGames	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокая производительность</li> <li>– Удобный интерфейс.</li> <li>– Большое количество обучающих роликов.</li> <li>– Популярность.</li> <li>– Бесплатный доступ. Начиная с 2015 года разработчики могут создавать игры совершенно бесплатно. Только если игра будет иметь коммерческий успех и заработает от миллиона долларов, понадобится платить.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сложность C++.</li> <li>– Высокие системные требования.</li> <li>– Дороговизна дополнительных модулей.</li> </ul>
Construct	Движок для создания 2D игр. Есть бесплатная версия Construct, основное ограничение — 2 слоя и максимум 25 в проекте.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота кода. Этот код не надо писать, как в других программах, вы просто выбираете его варианты.</li> <li>– Удобный интерфейс.</li> <li>– Много руководств.</li> <li>– Много красивых эффектов.</li> <li>– Можно скачать и установить бесплатные дополнения.</li> <li>– Частые и бесплатные обновления.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лицензия Construct стоит не дешево от 5264руб до 16744руб.</li> <li>– Не может сделать экспорт на некоторые платформы.</li> <li>– Иногда вылетает.</li> </ul>

## **4. Разработка виртуального лабораторного стенда**

### **4.1 Описание виртуального лабораторного стенда**

Виртуальный лабораторный стенд (ВЛС) предназначен для получения знаний работы с реальной установкой. В ВЛС доступно несколько приборов, таких как мультиметр, калибратор, магазин сопротивлений, которые помогут задавать входные сигналы и снимать показания выходных сигналов.

Лабораторный стенд позволяет научиться пользоваться приборами, поскольку кнопки приборов реализованы по принципу работы реального оборудования. И далее с помощью полученных показаний рассчитать погрешность прибора, то есть поверить мультиметр.

#### **4.1.1 Описание главного меню**

Для начала работы следует скачать приложение на свой ПК, после чего его можно запустить и после заставки пользователь попадет в главное меню. В главном меню кнопки выбора лабораторных работ изначально не активны, но, чтобы их активировать, нужно ввести фамилию, имя, отчество и номер группы, после чего кнопки станут активны. При наведении на кнопку выбора лабораторной работы появляется название этой лабораторной работы. Таким образом, при наведении на кнопку «Лабораторная работа №1» должно появиться название «Поверка мультиметра с помощью эталонного прибора калибратора», а соответственно при наведении на кнопку «Лабораторная работа №2» пользователь увидит название «Поверка мультиметра с помощью эталонного прибора магазина сопротивлений». Последней кнопкой является кнопка выхода из лабораторного тренажера «Выход». При нажатии на любую кнопку выбора лабораторных работ пользователь попадает на сцену соответствующей лабораторной работы.

#### **4.1.2 Управление при выполнении лабораторных работ**

При выполнении лабораторной работы пользователю нужно будет перемещаться по сцене. Для этого было реализовано управление движения камеры при помощи клавиш клавиатуры, а именно:

«W» - двигаться вперед;

«A» - двигаться влево;

«S» - двигаться назад;

«D» - двигаться вправо.

Для того чтобы вращать камерой, нужно использовать мышь.

При выполнении лабораторной работы, если пользователю понадобится помощь или ему нужно будет завершить работу, то по нажатию на клавиатуре кнопки «Esc» он попадет в информационную панель, где сможет ознакомиться с краткими методическими указаниями. Чтобы вернуться к работе он может нажать кнопку «Вернуться» или снова нажать «Esc». Чтобы завершить работу, пользователь попадает в начальное меню, где может перейти к другой лабораторной работе или выйти из приложения.

#### **Выполнение лабораторной работы №1**

После ввода ФИО, группы и нажатия на кнопку «Лабораторная работа №1» пользователь попадает на сцену, где находится калибратор и мультиметр. Далее пользователю нужно выполнить лабораторную работу, замерив мультиметром различные физические величины, выдаваемые с калибратора, согласно методическим указаниям.

1. Подключить провода мультиметра ко входам калибратора, включить калибратор и мультиметр.
2. На калибраторе ввести число, выбрать измеряемую величину, нажать ENTER.
3. На мультиметре выбрать измеряемую величину.
4. На калибраторе включить режим работы (кнопка OPR).
5. Записать показания калибратора и мультиметра.



6. Перевести калибратор в режим ожидания (кнопка STBY).
7. Сбросить выходные значение кнопкой Reset.
8. Повторить с разными величинами с пункта 2.
9. Произвести расчет погрешностей.

### **Выполнение лабораторной работы №2**

После ввода ФИО, группы и нажатия на кнопку «Лабораторная работа №2» пользователь попадает на сцену, где находится калибратор и магазин сопротивлений. Далее пользователю нужно выполнить лабораторную работу, замерив мультиметром разное сопротивление, выдаваемое магазином сопротивления, согласно методическим указаниям.

1. Подключить провода мультиметра ко входам магазина сопротивлений, включить мультиметр.
2. На магазине сопротивлений выставить сопротивление с помощью вращения тумблеров.
3. На мультиметре выбрать измеряемую величину.
4. Записать показания магазина сопротивлений и мультиметра.
5. Повторить с пункта 2.
6. Произвести расчет погрешностей.

### **4.2 Создание 3D модели мультиметра UT33C в Blender**

Опираясь на внешний вид мультиметра, была разработана 3D – модель, показанная на рисунке 15.



Рисунок 15 – 3D-модель мультиметра UT33A

#### **4.3 Создание 3D модели калибратора Fluke-5522A**

Опираясь на внешний вид калибратора, была разработана 3D – модель, показанная на рисунке 16.

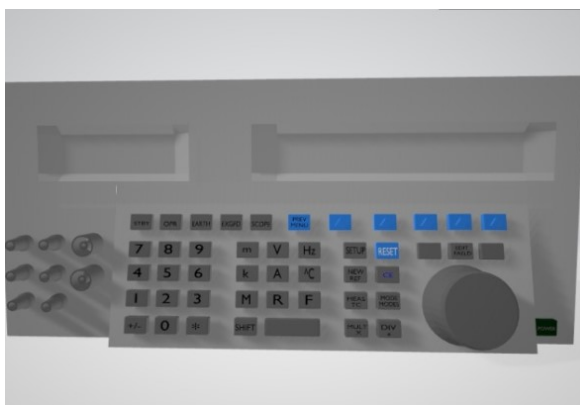


Рисунок 16 – 3D-модель калибратора Fluke-5522A

#### **4.4 Создание 3D модели магазина сопротивлений P4831**

Опираясь на внешний вид магазина сопротивлений P4831, была разработана 3D – модель, показанная на рисунке 17.



Рисунок 17 – 3D-модель магазина сопротивлений P4831

#### 4.5 Экспортирование 3D моделей из Blender в Unity

Для того, чтобы перенести модели из приложения Blender в Unity необходимо экспортировать файлы с расширением «.FBX», формат который поддерживает движок разработки, как показано на рисунках 18а,б.

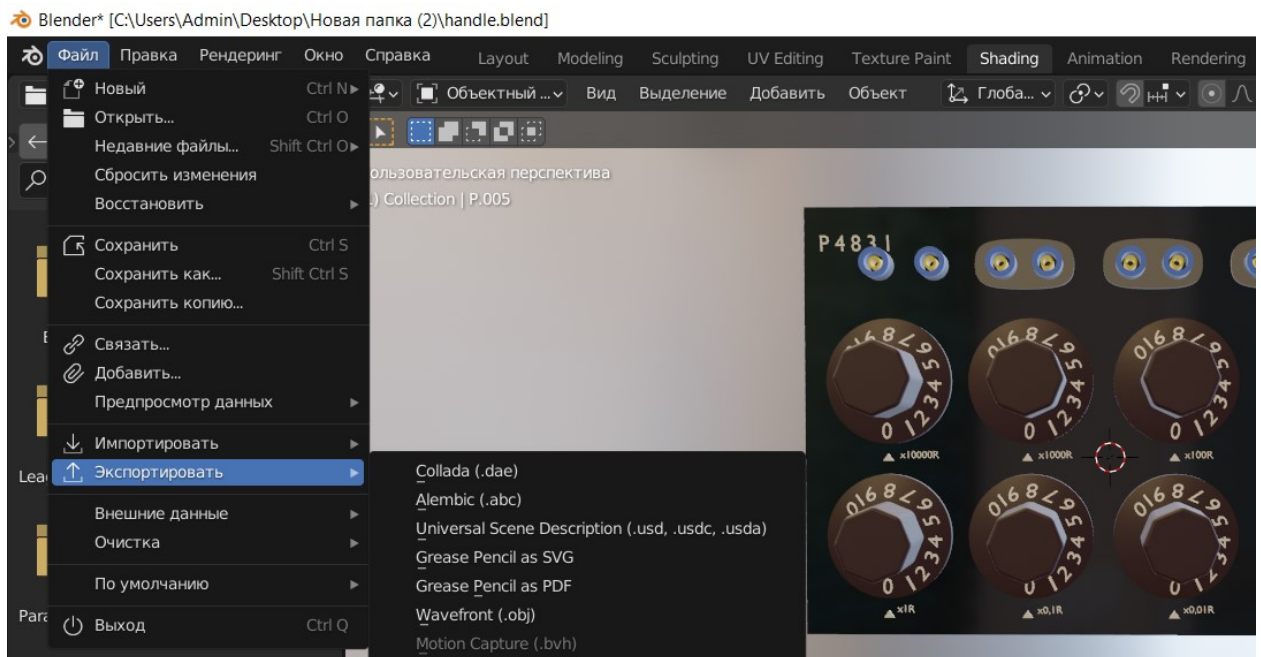


Рисунок 18а – Выбор формата файла

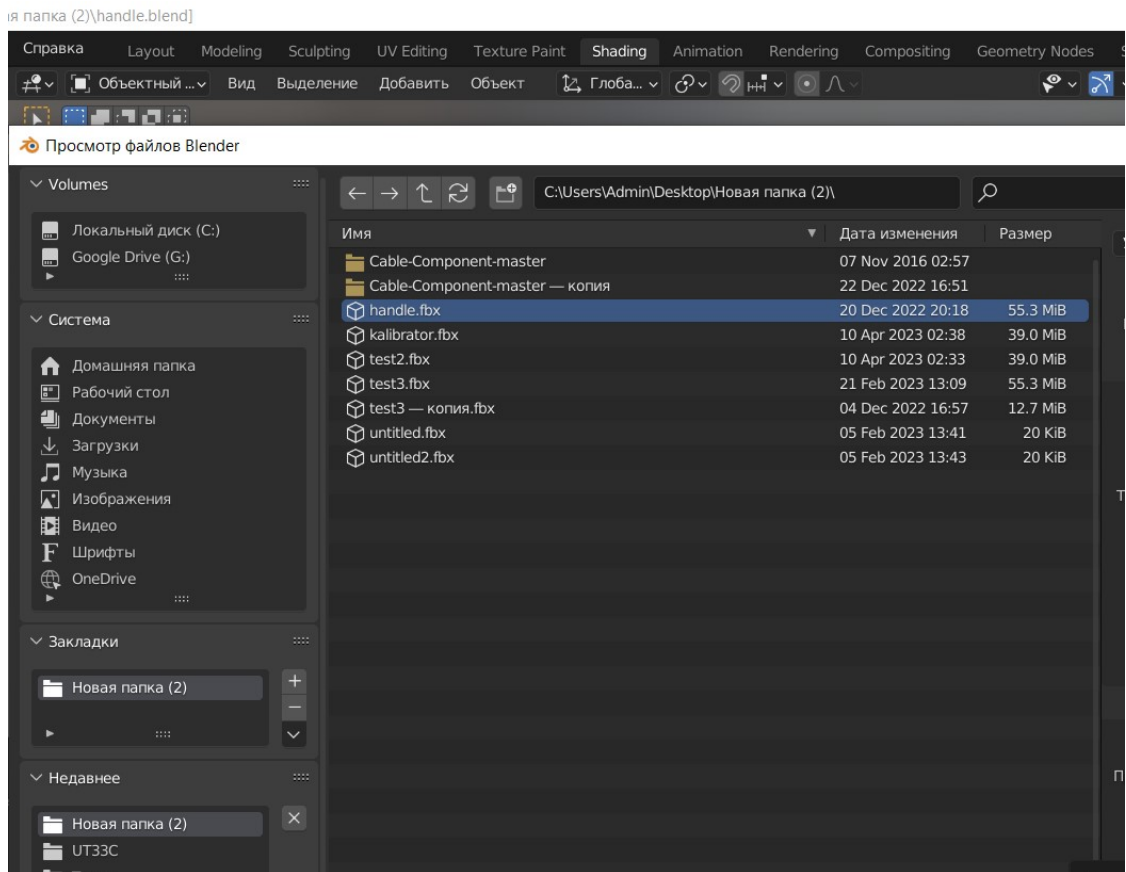


Рисунок 186 – Выбор места экспортирования

После чего в Unity необходимо импортировать модели в папку «Assets» (файлы проекта), как показано на рисунках 19 а,б.

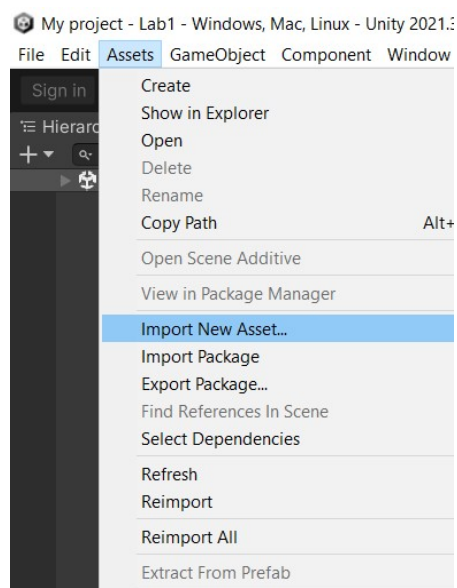


Рисунок 19а – Импорт модели

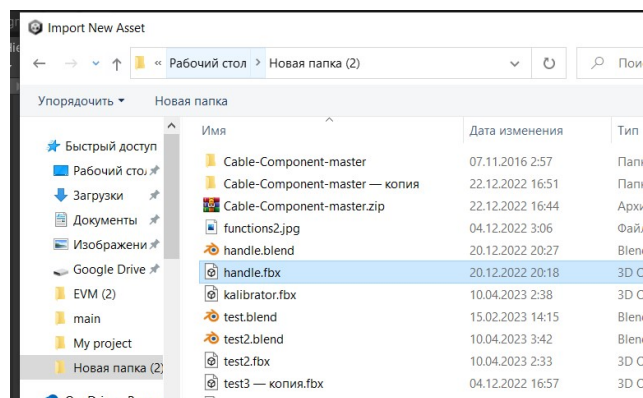


Рисунок 19б – Выбор файла проекта

## 4.6 Реализация лабораторного стенда в Unity

Для реализации лабораторного стенда, согласно описанию, необходимо создать несколько сцен.

### 4.6.1 Создание игровых сцен

- Основное меню.
- Лабораторная работа №1.
- Лабораторная работа №2.

Для хранения сцен в проекте была создана папка «Scenes», в которую были добавлены три основные сцены (рис. 20б), путем нажатия правой кнопкой мыши по папке и во всплывающем меню по наведению мыши в подменю «Create» выбрать вкладку «Scene», как показано на рисунке 20а.

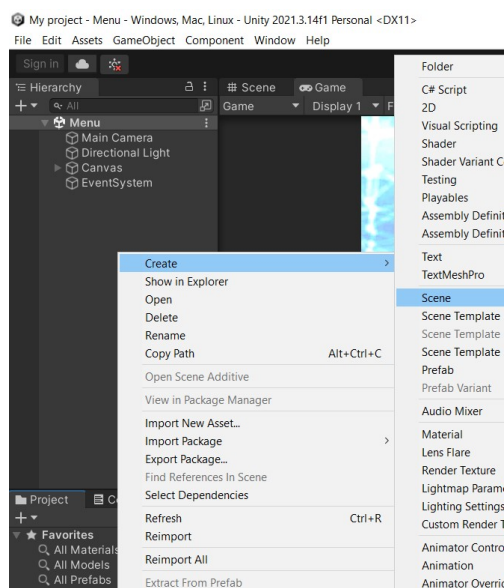


Рисунок 20б – Создание сцены

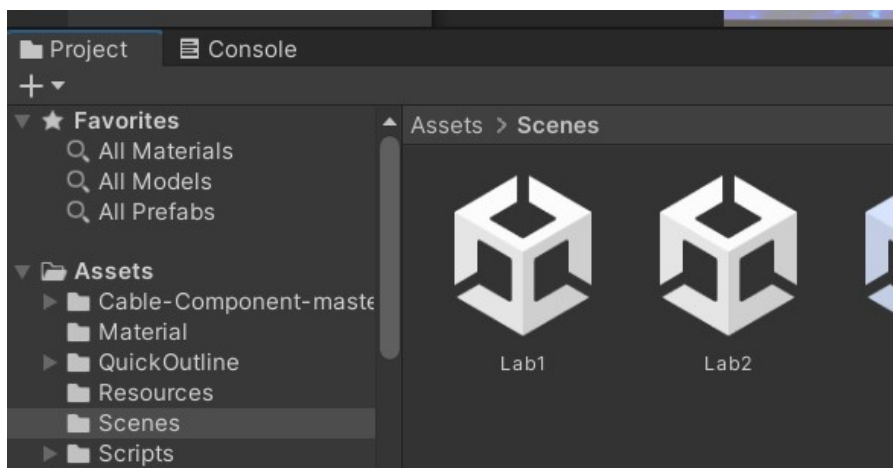


Рисунок 20а – Основные сцены в папке «Scenes»

#### 4.6.2 Сцена основного меню

Сцена основного меню будет показываться пользователю при заходе в приложение. На этой сцене находятся такие элементы, как:

- Камера «MainCamera».
- Полотно «Canvas».
- Система событий «EventSystem».

Данные объекты показаны на рисунке 21.

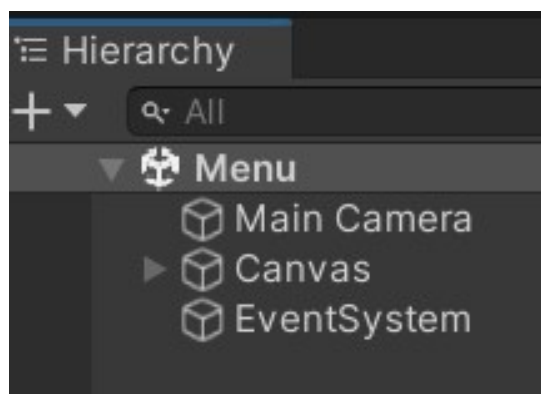


Рисунок 21 – Иерархия объектов основного меню «Menu»

Объект «Canvas» прикреплен к основной камере «MainCamera» и нужен для размещения всех элементов графического интерфейса. В нем находится панель «Panel», которая позволяет сгруппировано размещать объекты внутри «Canvas». В самой панели располагаются все остальные элементы:

- Кнопка «Lab1», предназначенная для перехода к лабораторной

работе № 1.

– Кнопка «Lab2», предназначенная для перехода к лабораторной работе № 2.

– Кнопка «Exit», предназначенная для закрытия приложения.

– Поле ввода «Name», предназначенное для ввода ФИО.

– Поле ввода «Group», предназначенное для ввода группы.

Данное размещение объектов на панели показано на рисунке 22.

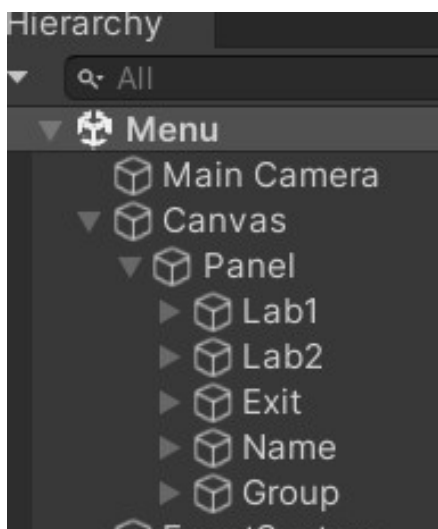


Рисунок 22 – Объекты в панели «Panel» в окне иерархии объектов

В конечном итоге, после настройки фона панели, изменения положений кнопок и полей ввода, настройки их размеров и текста, был получен результат, отображенный на рисунке 23.



Рисунок 23 – Основное меню приложения



Для реализации активации кнопок после ввода ФИО и группы, а также отображения информации о лабораторных работах был создан скрипт «MenuScript», а также в кнопки выбора лабораторных работы были добавлены текстовые элементы, в которых содержится их описание. На рисунке 24а показано, что кнопка выбора первой лабораторной работы не активна, но при наведении на неё указателем мыши, отображается её описание.



Рисунок 24а – Основное меню с описанием лабораторной работы №1

Аналогично реализовано для кнопки выбора лабораторной работы №2 (рис. 24б), где уже отображается её название, и кнопка также не активна из-за того, что поля ввода ФИО и группы пустые.





Рисунок 24б – Основное меню с описанием лабораторной работы №2

На следующем примере на рисунке 25 показано, что при заполненных полях ввода ФИО и группы кнопки выбора лабораторных работ становятся активными.

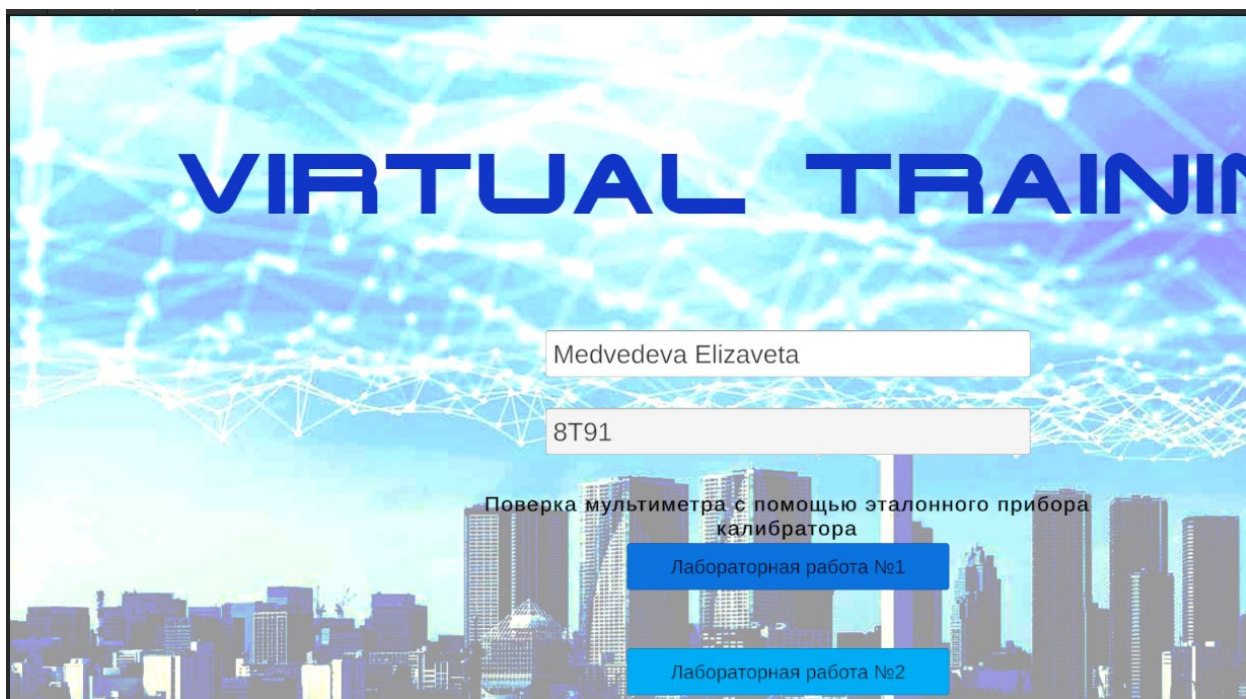


Рисунок 25 – Основное меню с активными кнопками

### 4.6.3 Реализация управления и взаимодействие с объектами

Прежде чем реализовывать сцены для лабораторных работ, нужно организовать управление.

В первую очередь реализовано управление камерой в скрипте «FlyCamera», которая позволяет управлять полетом камеры при помощи клавиш «W», «A», «S», «D». Добавлена возможность вращать камерой при помощи движения мышью.

Далее необходимо, чтобы объекты были интерактивными, то есть с ними мог взаимодействовать пользователь. Чтобы это реализовать был создан скрипт «Interaction», который делает игровой объект интерактивным, если ему добавить такой элемент как «Collider», в дальнейшем называемый коллайдер. Коллайдер создает объекту невидимые “границы” объекта и позволяет отслеживать нажатие и наведение мышью (рисунки 26а,б).

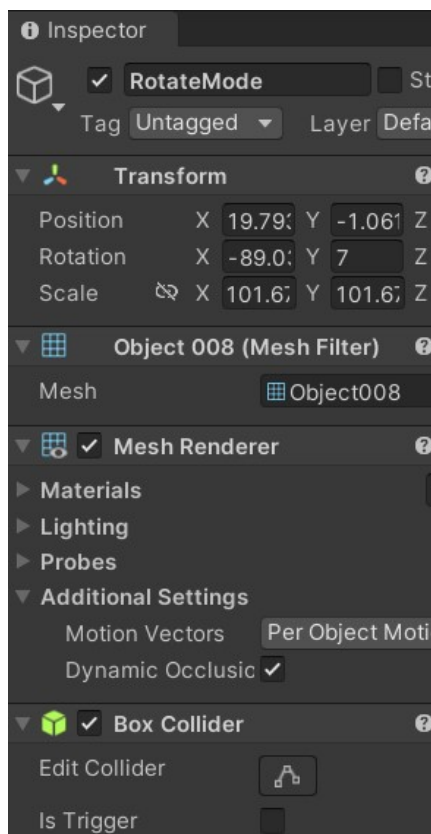


Рисунок 26 а – Коллайдер на объекте «RotateMode» в окне инспектора



Рисунок 26 б – Вид коллайдера на объекте «RotateMode»

Скрипт «Interaction» использует скрипт «Outline» для цветной обводки объектов. Таким образом, при наведении на интерактивный объект, на примере «RotateMode», он будет подсвечиваться белым (рис 27а), а если его можно выбрать для дальнейшего взаимодействия, то при нажатии на него обводка станет зеленая (рис 27б).



Рисунок 27а – Объект «RotateMode» с белой обводкой при наведении



Рисунок 276 – Объект «RotateMode» с зеленой обводкой при нажатии

#### 4.6.4 Реализация работы мультиметра

Вначале необходимо настроить все детали мультиметра для его реализации. В итоге элементы мультиметра делятся на используемые в разработке и не используемые.

Используемые элементы мультиметра:

Объект выбора режима измерения «RotateMode», который предназначен для выбора режима мультиметра при вращении. Является интерактивным объектом, так как он имеет коллайдер и содержит скрипт, отвечающий за интерактивность.

Объекты – концы проводов мультиметра – «WireTip1» и «WireTip2», предназначенные для подключения мультиметра к другим приборам. Также являются интерактивными объектами и содержат коллайдер и скрипт, отвечающий за интерактивность.

Текстовый объект «ResultDisplay», предназначенный для вывода результата измерения. Не является интерактивным объектом.

Все детали мультиметра изображены на рисунке 28. Не указанные детали выше являются не используемыми.

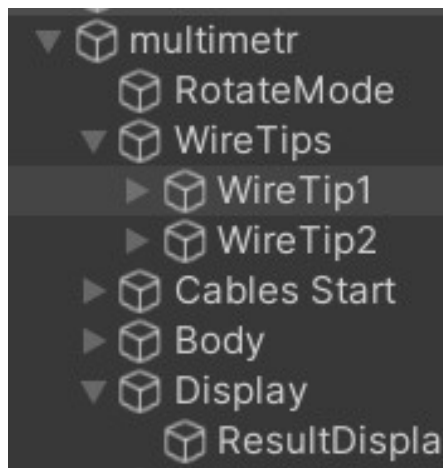


Рисунок 28 – Элементы мультиметра

Для работы мультиметра был создан менеджер мультиметра - скрипт «MultManadger», который представлен в приложенииБ, который предназначен для организации его работы, а именно для:

- получения входного сигнала;
- отображения значение сигнала на панели вывода;
- хранение текущего режима мультиметра;
- добавление погрешности при отображении входного значения, согласно его техническим характеристикам, представленных на рисунках 2, 3, 4, 5, 6.

Далее необходимо реализовать выбор режима измеряемого значения. Всего на мультиметре 10 режимов, но необходимых для лабораторных работ всего 5, которые необходимо реализовать, а именно:

- измерение сопротивления;
- измерение постоянного напряжения;
- измерение переменного напряжения;
- измерение постоянного/переменного тока;
- не работающее состояние.

Таким образом, было реализовано перечисление данных режимов.

Выбор режима реализован в скрипте «SelectModeMult», который находится на интерактивном объекте «RotateMode». Скрипт позволяет

выбрать данный объект и вращать его с помощью колесика мыши, тем самым включая нужный режим.

Для реализации интерактивности и подключения к другим устройствам мультиметра используются концы проводов «WireTip1» и «WireTip2», для которых создан скрипт «WireTip», который предназначен для корректного выбора текущего провода.

#### 4.6.5 Реализация работы калибратора

Перед тем, как реализовывать калибратор, необходимо настроить его элементы и выбрать те, которые будут нужны в процессе выполнения лабораторной работы, сделать их интерактивными. Все элементы представлены на рисунке 29.

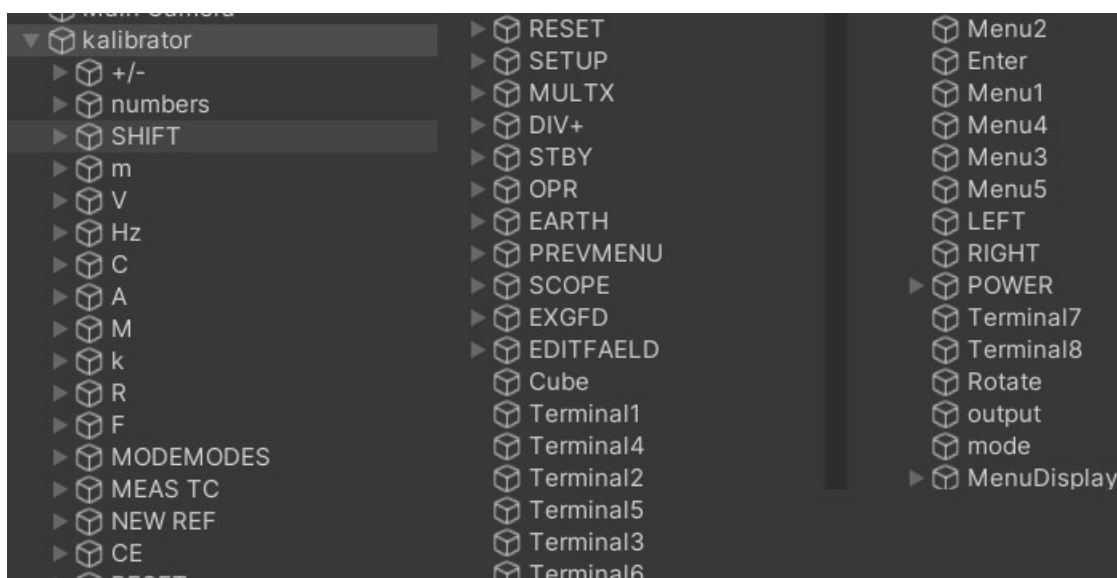


Рисунок 29 – Элементы калибратора

Для выполнения лабораторной работы необходимо реализовать работу следующих элементов:

- Кнопка включения калибратора «POWER».
- Кнопки ввода для установки выходного значения, находящиеся в объекте «numbers».
- Кнопка «Enter» необходимая для подтверждения ввода.
- Кнопка «Reset» для сброса выходного значения.

- Кнопки переключения режимов работы калибратора «OPR» (режим работы) и «STBY» (режим ожидания).
- Кнопки «A», «R», «V», «Hz» необходимые для выбора единиц измерения.
- Клеммы «Terminal» предназначенные для подключения мультиметра.
- Текстовые элементы «mode» (отображение текущего режима работы калибратора), «output» (отображение выходного значения с единицей измерения).

Для работы калибратора был создан скрипт «CalibManadger» для осуществления его работы.

В процессе создания работы калибратора было реализовано:

- кнопка включения калибратора;
- установка и отображение выходного значения на экранекалибраторав элементах «mode» и «output»;
- режимы «STBY» (режим ожидания) и «OPR» (режим работы);
- для установки выходного сигнала были созданы такие скрипты, как «InputNumbers», «EnterButton»;
- создан скрипт «ButtonInteraction», который находится на каждой кнопке калибратора, который предназначен для отслеживания нажатия, а также в нём реализовано красивое визуальное отображение нажатия;
- создан скрипт «Terminal», для корректного выбора конкретной клеммы при подключении к ним проводов мультиметра.

Выходное значение устанавливается при помощи номерной панели (рис. 30) после нажатия на кнопку «ENTER» (Рис. 31).



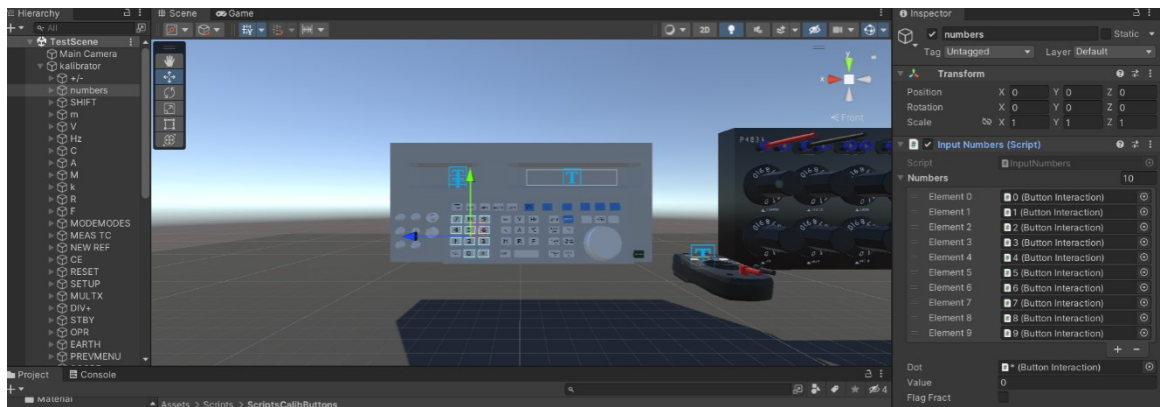


Рисунок 30 – Номерная панель ввода выходного значения

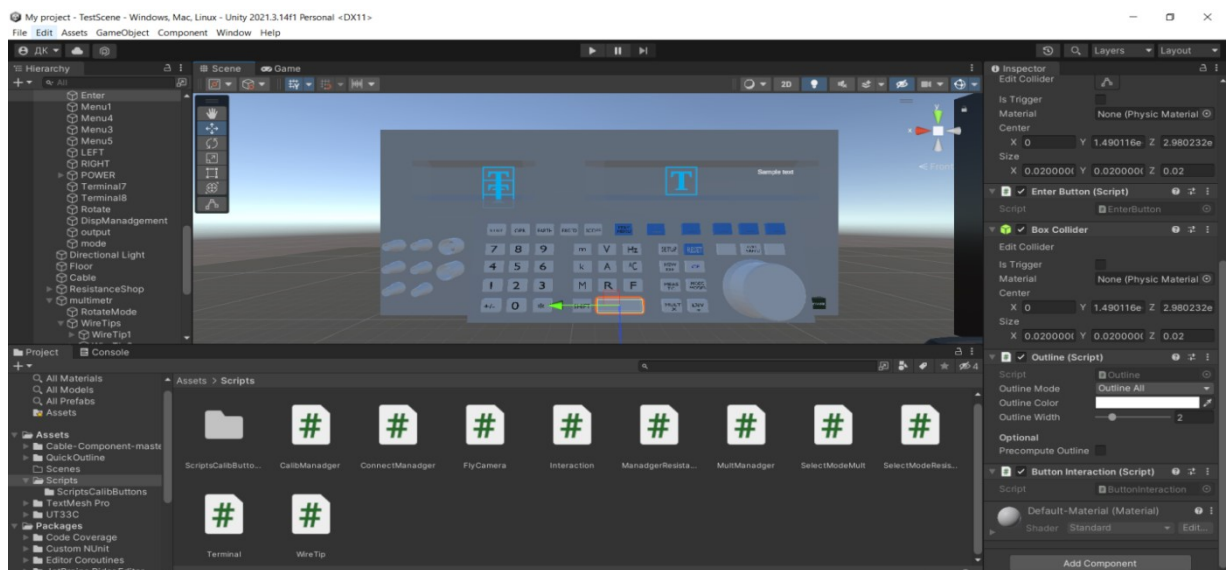


Рисунок 31 – Кнопка «Enter», подтверждающая ввод выходного значения

#### 4.6.6 Реализация магазина сопротивлений

Для реализации магазина сопротивлений необходимо определиться с интерактивными элементами. Все элементы представлены на рисунке 32. Из них активными являются все тумблеры, находящиеся в объекте «Tumblers», где каждый тумблер является интерактивными, так как для них создан скрипт «SelectModeResistanceShore», который позволяет каждому тумблеру установить своё выходное значение сопротивления в зависимости от величины, которую они могут установить. Также, аналогично калибратору, реализованы клеммы «Terminals», при помощи которых можно подключить мультиметр.



Для подсчета итогового значения сопротивления, выдаваемого магазином сопротивлений, создан скрипт «ManadgeResistanceShop». Итоговая реализация представлена на рисунке 33.

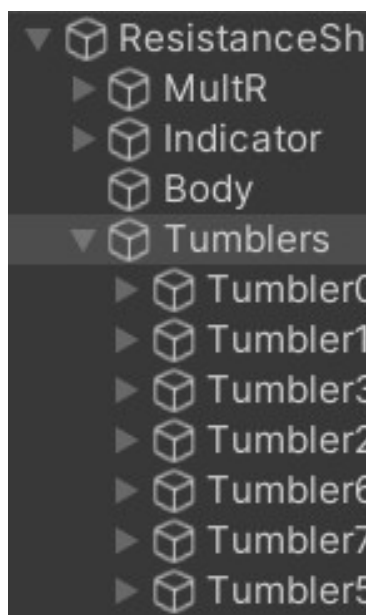


Рисунок 32 – Элементы магазина сопротивлений

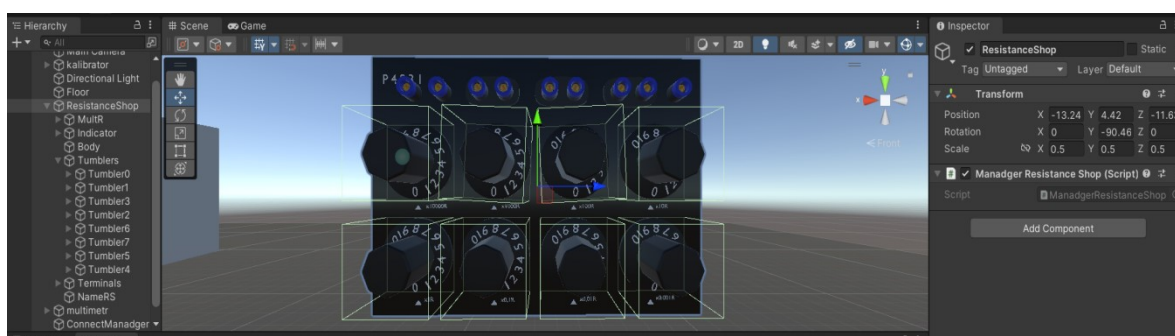


Рисунок 33 – Магазин сопротивлений

#### 4.6.7 Реализация соединения приборов

В качестве подключения мультиметра к калибратору и магазину сопротивлений был реализован скрипт «ConnectManadger», который проверяет правильно ли присоединены провода мультиметра к клеммам калибратора или магазина сопротивлений и проверяет, чтобы режимы единиц измерений были выбраны одинаковые на обоих приборах.

На рисунке 34 показано подключение калибратора к мультиметру в режиме ожидания. На рисунке 35 установленное выходное напряжение при

работе калибратора, в режиме ожидания «STBY» не отображается на мультиметра, соответственно данному режиму, когда же при включении режима работы калибратора «OPR» мультиметр считывает показания с калибратора, но отображает это значение с погрешностью, заложенной соответствующему режиму мультиметра.



Рисунок 34 – Пример работ калибратора в режиме ожидания и мультиметра



Рисунок 35 – Пример работ калибратора в режиме работы и мультиметра

#### 4.7 Сцены лабораторных работ

После проектирования и реализации всех устройств теперь нужно реализовать сцены соответственно описанию лабораторных работ.

На сцену «Lab1» для выполнения первой лабораторной работы размещены калибратор и мультиметр, как показано на рисунке 36.

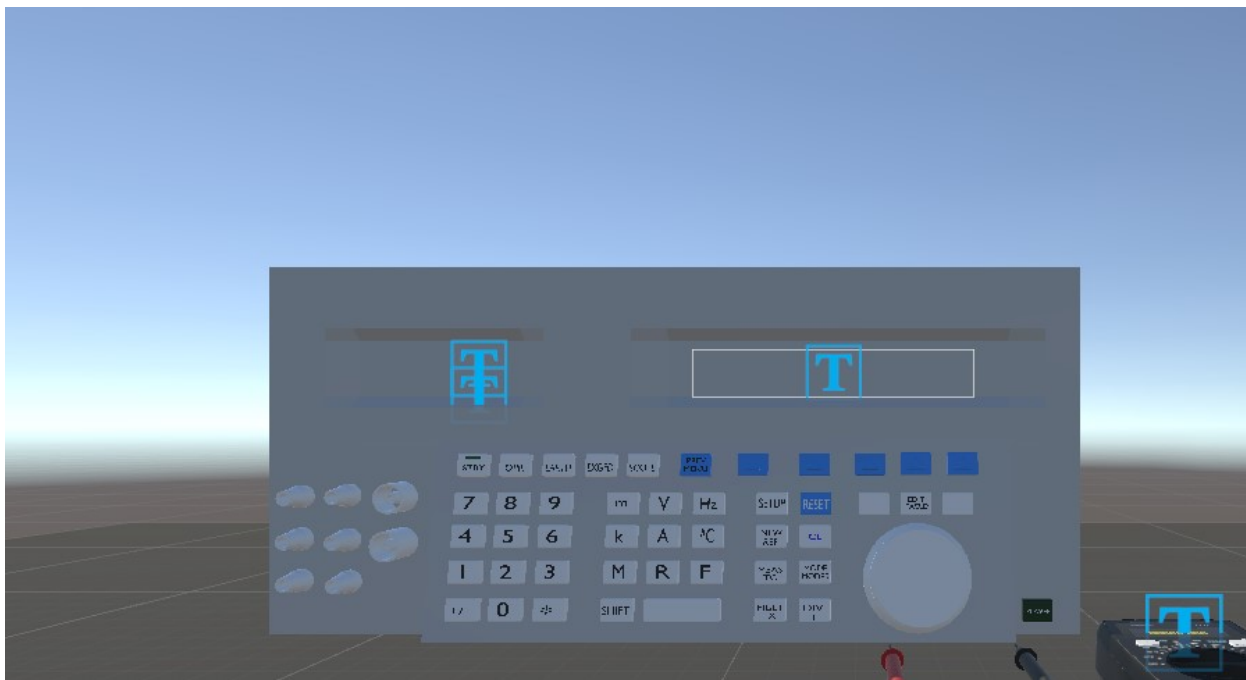


Рисунок 36 – Сцена «Lab1» с калибратором и мультиметром

Для выполнения второй лабораторной работы на сцену «Lab2» размещены магазин сопротивлений и мультиметр, как показано на рисунке 37.

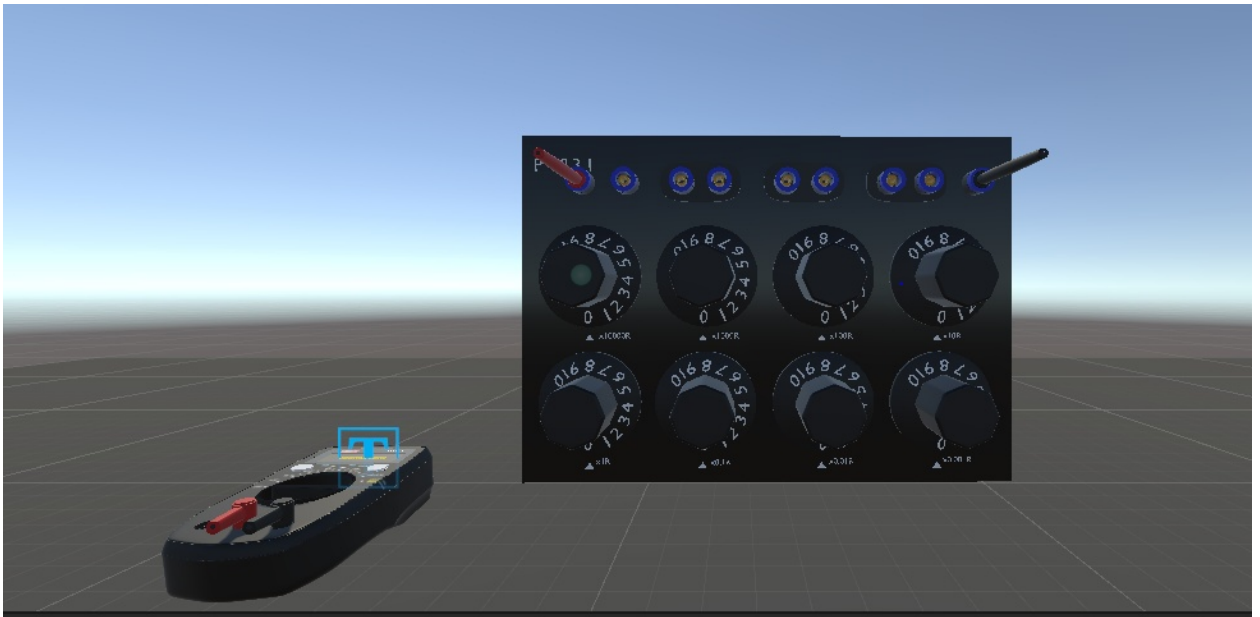


Рисунок 37 – Сцена «Lab2» с магазином сопротивлений и мультиметром

#### 4.8 Результат работы

В результате разработки в Unity с использованием скриптов на C# разработан виртуальный лабораторный стенд, видеоролик которого представлен по ссылке ниже. Видеоролик представляет собой разработанный виртуальный стенд, который поможет обучающимся с легкостью получать знания в области метрологии.

[https://drive.google.com/file/d/1d4n4wF6BD74sLHD7uCa5MxPBf8mywTl1/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1d4n4wF6BD74sLHD7uCa5MxPBf8mywTl1/view?usp=share_link)

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т92	Медведевой Елизавете Васильевне

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

<b>Перечень вопросов, подлежащих разработке:</b>	
<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 обучающихся, поскольку предназначен для проведения лабораторных работ по измерению постоянного/переменного тока, напряжения и сопротивления.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Для разработанных программно-аппаратных решений оформлена можно оформить заявку на патент на промышленный образец, но в этом нет необходимости
<i>Объем и емкость рынка</i>	Объем и емкость рынка в России составляет около 8,4 млн. рублей
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Переход к цифровой прослеживаемости всего измерительного парка — это первый шаг, дальше необходимо двигаться к цифровизации самой метрологии и модернизации используемых механизмов измерений. Метрология берет курс на более удобное оказание метрологических услуг, снижения их стоимости и в целом метрологическое обеспечение. Это ключевой тренд, над которым Росстандарт должен будет работать в ближайшее время. Для этого решается несколько основных задач, одной из которых является работа с виртуальными приборами. Виртуальные приборы помогут внедрить механизмы информатизации и удаленного доступа для снижения затрат времени и средств на оказание услуг в области обеспечения единства измерений, облегчат обучения учащихся и устранят поломки оборудования.
<i>Себестоимость продукта</i>	Чистая текущая стоимость составила 269 527 руб.

<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Конкурентным преимуществом является: индивидуальный подход, приемлемая цена, функциональность и простота в использовании. .
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вузы и высшие учебные заведения, которые обучают студентов в области техники, механики, электроники, физики и других научных и технических специальностей;</li> <li>– колледжи и техникумы, которые также обучают студентов в указанных областях;</li> <li>– научно-исследовательские институты, лаборатории и предприятия, которые нуждаются в тренажерах для обучения своих сотрудников и разработки новых продуктов;</li> <li>– инженеры и специалисты в области науки и техники, которые хотят улучшить свои знания и навыки в определенной области или подготовиться к сертификационным экзаменам;</li> <li>– государственные и коммерческие организации, которые проводят обучение и тренинги для своих сотрудников в различных отраслях промышленности и технологий.</li> </ul>
<i>Бизнес-модель проекта, производственный план и план продаж</i>	Модель по А. Остервальдеру
<i>Стратегия продвижения продукта на рынок</i>	В качестве коммуникации с потребителем будем использовать следующие каналы продвижения продукта: <ul style="list-style-type: none"> <li>– email-маркетинг;</li> <li>– SMM (маркетинг в социальных сетях);</li> <li>– мессенджер-маркетинг.</li> </ul>
<b>Перечень графического материала:</b>	
	Бизнес модель по А. Остервальдеру, таблица по расчетам себестоимости, многоугольник конкурентоспособности, вставки с интернет-опроса.

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	03.02.2023
--	------------

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Сабирова Д.Т.			

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Медведева Елизавета Васильевна		

## 5. Описание продукта

На качество и достоверность измерительных приборов влияет множество факторов, поэтому важно знать, насколько достоверные показания дает прибор. В данной работе прибором, который нам нужно поверить, является мультиметр. Поверять мультиметр будем по разным величинам, таким как сопротивление, постоянный и переменный ток, постоянное и переменное напряжение. Для качественной поверки мультиметра используем магазин сопротивлений и калибратор, которые имеются у нас в лаборатории ТПУ. Так как приборы дорогостоящие, идея нашей работы заключается в том, чтобы дать студентам понимание работы с данными приборами виртуально, это исключит поломки реальных приборов и позволит обучающимся без затруднений проводить поверку на реальных приборах.

В проекте затрагивается проблема организации обучения студентов и школьников на этапе изучения реальных приборов, когда они не под рукой. Далее представлены основные задачи разрабатываемого виртуального стенда.

Задачи:

- развить у студента специальные навыки;
- способствовать лучшему усвоению знаний;
- проработать основной теоретический материал;
- упростить выполнение лабораторных работ;
- облегчить знакомство с реальной дорогостоящей установкой.

Название продукта – VirtualTraining. На рисунке 1 представлен логотип приложения. Цвет фона и цвет текста выбран в синем оттенке, так как данный цвет ассоциируется с техникой, с электричеством. Шрифт текста

«VirtualTraining» подобран в роботизированном, машинном стиле. Иконка компьютера с мышью говорит о том, что продукт используется как программа для компьютера, а лозунг под мышью и название доказывают, что это обучающий виртуальный тренажер.

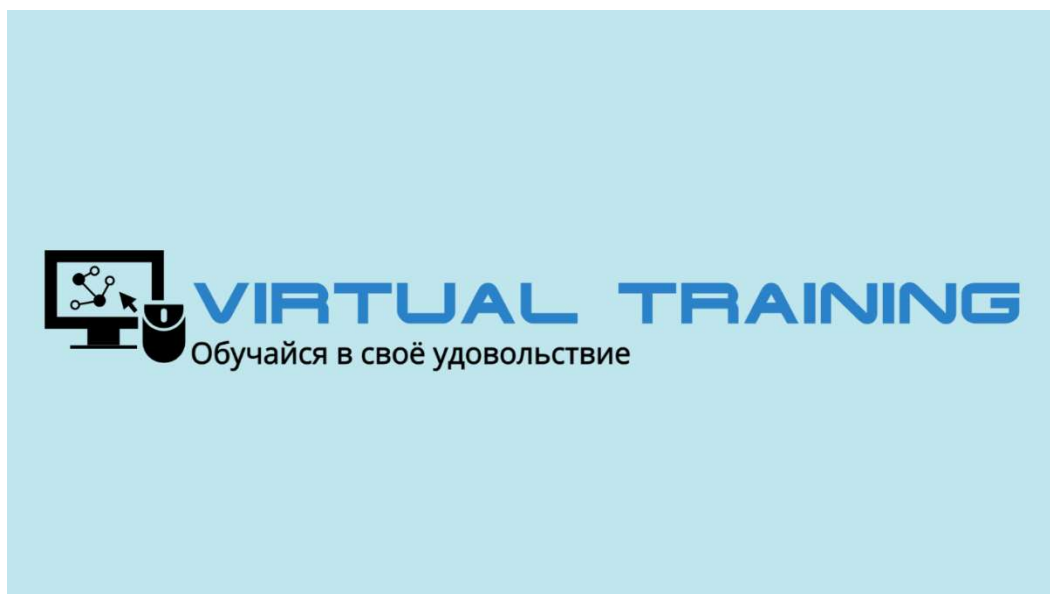


Рисунок 38 – Логотип приложения

В результате в логотип заложен смысл обучения в виртуальном формате. Подбор шрифтов и цветовой гаммы отображает основные ценности и идею приложения.

## **5.2 Интеллектуальная собственность**

Интеллектуальная собственность – это результат творческой деятельности человека. Кодифицированный федеральный закон Российской Федерации, регулирующий гражданское право, прописывает Патентное право (раздел 7 глава 72). Патентные права, речь идёт об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах. Исключительное право принадлежит тому, кто зарегистрировал своё творение в Роспатенте и получил соответствующий документ.

Исключительное право действует с момента подачи заявки на патент в течение 20 лет для изобретений, 10 лет — для полезных моделей, 5 лет — для промышленных образцов. Патент на промышленный образец разрешается



неоднократно пролонгировать на 5 лет, но не более чем на 25 лет с момента подачи заявки. Затем изобретение становится общественным достоянием.

Объектом интеллектуальной собственности является виртуальный тренажер, реализованный в виде приложения. Виртуальный тренажер может быть запатентован в качестве промышленного образца (ГК РФ Статья 1354). Если будет необходимость патентования, то будет запатентовано решение внешнего вида тренажера, инновационное техническое решение, конструктивные особенности устройства, дизайн-решение.

Аналогами виртуального тренажера являются:

– «Виртуальный лабораторный стенд «Электрические измерения»», цена данного стенда на сегодняшний день 235.290 рублей, он оснащен множеством функций. Этот стенд решает следующие задачи: для заданных параметров электрических сигналов выбрать средство измерений, определить погрешность измерений, определение систематической погрешности и ее исключение, правильное округление результатов измерений, правильное написание электрических величин и единиц измерений и другие вопросы [10].

– «Программно-аппаратный комплекс «Ультразвуковой контроль металлов»», цена этой установке находилась в запросе, и через некоторое время был получен ответ, представленный на рисунке 2. Комплекс предназначен для исследования макроструктуры металла, а также для овладения безопасными приемами ультразвукового контроля и использования современного аппарата типа УСД-46 [11].

Здравствуйте!

Программно-аппаратный комплекс «Ультразвуковой контроль метал  
Стоимость 818 820,00  
Срок изготовления 8 недель  
Срок действия цены до 30.06.2023г.

Просьба сохранять историю переписки!

С уважением,  
Гараева Маргарита  
специалист отдела маркетинга

### Рисунок 39 – Ответ по запросу на цену программно-аппаратного комплекса «Ультразвуковой контроль металлов»

Для защиты интеллектуальной собственности в форме патента в соответствии с законом необходимо:

- Придумать внешний вид тренажера, техническую реализацию новой идеи и подробно описать установку.
- Проверить изобретение по базам патентов.
- Найти юриста по интеллектуальной собственности или патентного поверенного. Его услуги в сумме обойдутся примерно в 60-100 тысяч рублей.
- Заплатить госпошину 7-15 тысяч рублей. После получения патента также нужно будет платить ежегодную пошлину за поддержание его в силе.
- Согласовать с юристом материалы патентной заявки и податься в Роспатент. Патент будет действовать с даты подачи заявки.
- Подождать 5-15 месяцев и попутно вместе с юристом ответить на все запросы Роспатента.
- Получить одобрение на патент: 5 лет, если новинка зарегистрирована как промышленный образец.

### 5.3 Объем и емкость рынка

Перед тем, как рассчитать емкость рынка, было принято решение определить, насколько часто люди ищут информацию, связанную с виртуальными тренажерами (рис. 40).

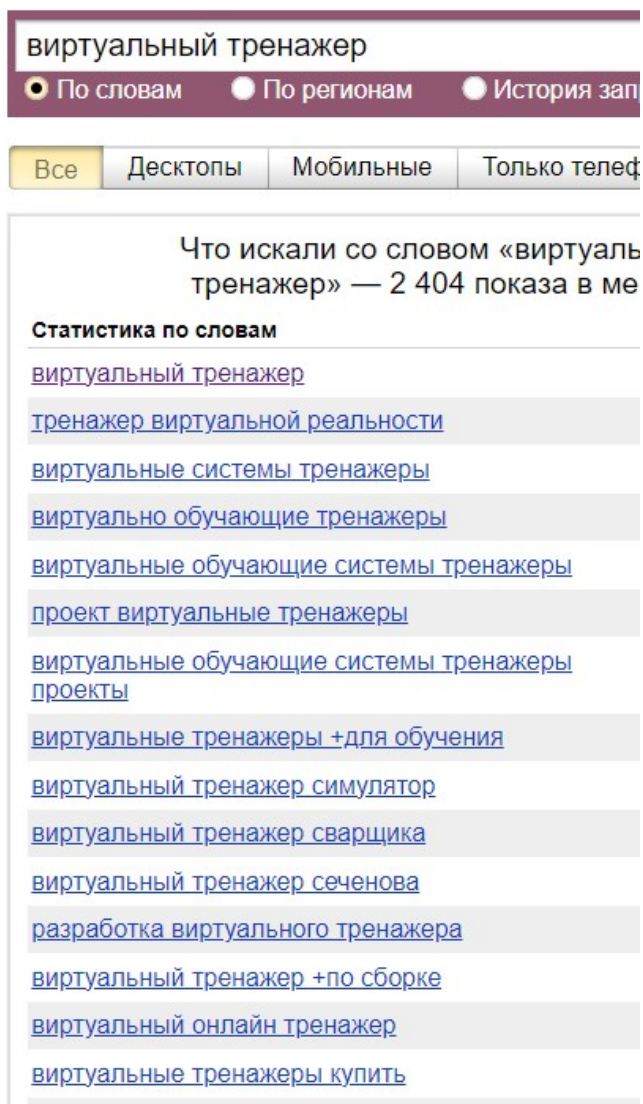


Рисунок 40 – Количество поисков в месяц фразы «виртуальный тренажер»

На рисунке 40 показано количество запросов в месяц связанных с виртуальным тренажером, при помощи онлайн-сервиса «Яндекс. Подбор слов». Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что виртуальные тренажеры — это достаточно актуальная тема, ведь при довольно узкой специализации, свыше двух тысяч запросов, связанных с этой темой.

Емкость рынка – это возможный объем реализации товара при определенном уровне цен.

Показатель емкости рынка исчисляется в деньгах (рублях) – то есть это максимальная сумма, которую может получить продавец (продавцы) на данном рынке при неизменных обстоятельствах (рисунок 41).



Рисунок 41 – Графическое представление зависимости потенциальной, фактической и доступной емкостей рынка

Потенциальная емкость рынка:

Для потенциальной емкости рынка возьмем доход компаний по разработке тренажеров с виртуальной реальностью (VR) и с дополненной реальностью (AR).

Компании, раньше занимавшиеся разработкой учебных стендов и компьютерных VR-тренажеров, создают подразделения по разработке тиражируемых виртуальных тренажеров, например, «Зарница», «Т-Софт» и Учтех «Профи». Объем выручки этих компаний за 2022 год составил 553 млн. рублей.

### Разработка VR-тренажёров

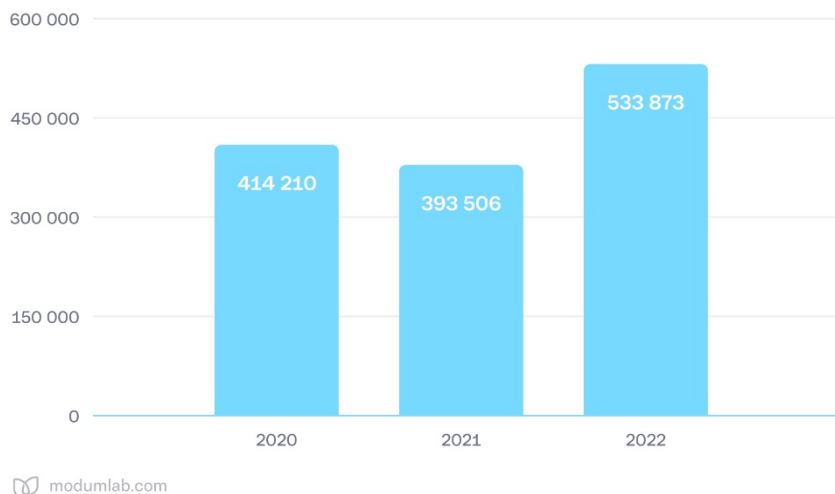


Рисунок 42 – Объем выручки компаний

В раздел отчёта по рынку дополненной реальности вошли лишь три компании, поэтому здесь вряд ли можно говорить о статистической значимости. Участники продают решения для надзора при строительстве и ассистенты для выполнения регламентных работ. Совокупная выручка этих компаний в 2022 году выросла на 67% и составила Р183 миллиона.

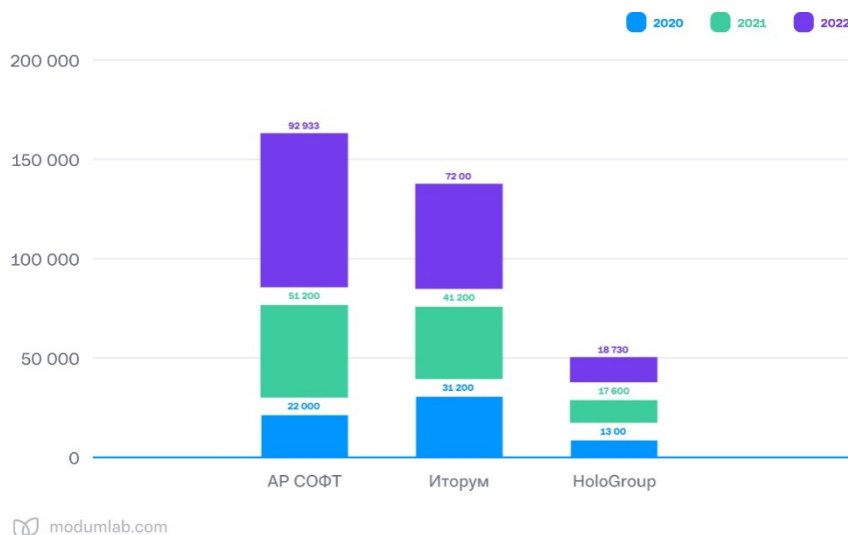


Рисунок 43 – Процент выручки компаний

$$553\,000\,000 + 183\,000\,000 = 736\,000\,000 \text{ (руб.)}$$

Совокупный объём выручки компаний составил не менее **700 млн. рублей.**

Фактическая емкость рынка:

$$84 \times 500\,000 = 42\,000\,000 \text{ (руб.)}$$

За основу были взяты университеты, колледжи, частные учреждения в которых есть направления обучения, связанные с метрологией и стандартизацией (итого найдено: **84** учреждения).

Доступная емкость рынка:

В качестве доступной емкости рынка возьмем условно 20 процентов от фактической емкости рынка.

$$42\,000\,000 \times 20\% = 8\,400\,000$$

#### **5.4 Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли**

Одним из ключевых изменений стали и поправки в закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ, которые устанавливают приоритет электронной информации над бумажными носителями. Переход к цифровой прослеживаемости всего измерительного парка — это первый шаг, дальше необходимо двигаться к цифровизации самой метрологии и модернизации используемых механизмов измерений. Метрология берет курс на более удобное оказание метрологических услуг, снижения их стоимости и в целом метрологическое обеспечение. Это ключевой тренд, над которым Росстандарт должен будет работать в ближайшее время. Для этого решается несколько основных задач, одной из которых является работа с виртуальными приборами.

Виртуальные приборы помогут внедрить механизмы информатизации и удаленного доступа для снижения затрат времени и средств на оказание услуг в области обеспечения единства измерений, облегчат обучения учащихся и устранят поломки оборудования. На рисунке 44 показаны уровни применения информационных технологий в образовательном процессе.

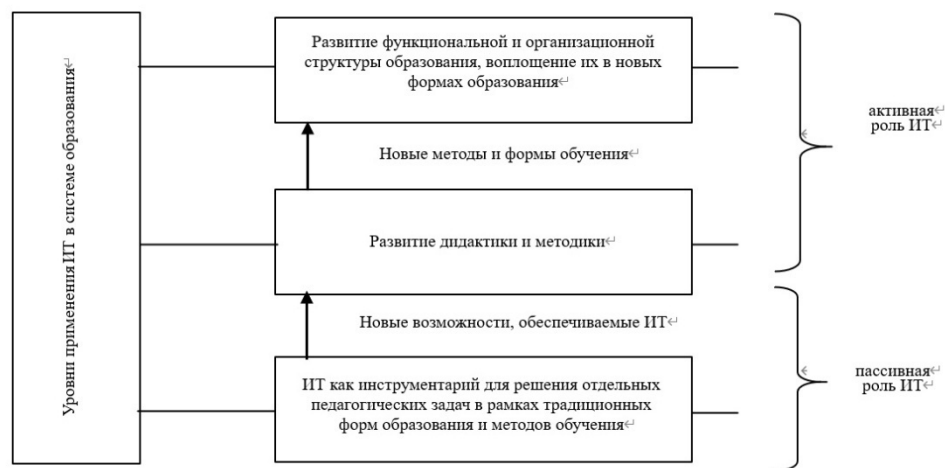


Рисунок 44 – Уровни применения информационных технологий в образовательном процессе

Данный проект используется в основном для образовательного процесса, также популярность виртуальных программ для обучения растет, при выборе формы обучения немаловажными факторами являются характер предоставляемого учебного материала, технологические навыки потенциальных обучающихся, поэтому можно выделить следующие значимые факторы:

- экономия времени и денег;
- гибкий график обучения;
- комфортный образовательный процесс;
- имеется возможность выбора определенных дисциплин;
- отсутствует фактор принуждения [9, с. 8]

Тенденции в сфере онлайн-образования приносят свои плоды. В 2016 году российским правительством был утвержден приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации», исполнение и реализация которого осуществляется в рамках государственной программы «Развитие образования» на 2013–2020 годы. Главная цель проекта - создание условий для «системного повышения качества и расширения возможностей непрерывного образования для всех

категорий граждан за счет развития российского цифрового образовательного пространства». В 2017-2020 годах на реализацию данного приоритетного проекта выделены 3,2 миллиардов рублей.

Расчеты EducationInternational [12] показывают, что мировой образовательный рынок в 2017 году составил объем в 5 трлн. долларов, объем образовательных технологий, достиг 165 млрд. долларов, что составило 3 % от всего рынка. EducationInternational по результатам исследования прогнозируют, что к 2023 году объем онлайн-образования, составят 240 млрд. долларов, и будет расти на 5 % в год.

В России на момент 2016 года на долю онлайн - образования приходилось всего 1.1% от общего объема рынка, по сравнению с долей аналогичного сегмента в мировом рынке, составившем 3%. На рисунке 45 представлена динамика развития онлайн-образования в России [13].



Рисунок 45 – Динамика онлайн-образования в России

В 2019 году, до пандемии, по данным маркетингового агентства «LibertyMarketing», наибольший объем онлайн сегмента рынка образования приходился на направление высшего профессионального образования.



## 5.5 Планируемая стоимость продукта

Определим состав и величину инвестиционных затрат по проекту.

Величина первоначальных инвестиционных затрат для данного проекта оценивается как совокупная стоимость материальных и нематериальных инвестиционных затрат. Материальные инвестиции включают в себя стоимость технологического оборудования, которое формирует амортизируемые активы предприятия; затраты на приобретение или пополнение оборотных средств предприятия (стоимость сырья и материалов, комплектующих средств). В качестве нематериальных инвестиций по условиям проекта учитывается стоимость прав на использование товарного знака.

В данном случае ни одно из выше перечисленных затрат не касается этого проекта, поэтому величина инвестиционных затрат составляет 0 рублей.

Проведем расчет себестоимости проекта исходя из расходов на создание приложения, его продвижения при помощи рекламы менеджером по продаже, страховых взносов во внебюджетные фонды.

Таблица 4 – Расчеты себестоимости

	Цена/кол-во	1 год
Заработная плата основных производственных рабочих (разработчик)	70 000 руб./мес.	840 000 руб.
Заработная плата торгового персонала, занимающегося продажами	70 000 руб./мес.	840 000 руб.
Страховые взносы во внебюджетные фонды (фонд)	30,2% / мес.	840 тыс. руб. + 840 тыс. руб. = 1 680 000 руб.

пенсионного страхования, фонд социального страхования, фонд обязательного медицинского страхования (процент от начисленной заработной платы)		$1\,680\,000 \times 30,2\% = 507\,360$ руб.
Прочие расходы	35 000 руб./мес.	420 000 руб.
Амортизационные отчисления	6,25 руб./час.	$257 \text{ дней} \times 8 \text{ час. шт} \times 6,25 = 12\,350$ руб.
Итого производственно-сбытовые затраты по проекту		2 619 710
Себестоимость в расчете на единицу продукции		$84 \text{ учрежд.} \times 10 \text{ чел.} \times 12 \text{ мес.} = 10\,080 \text{ подписок/год}$ $2\,619\,710 / 10\,080 = 260$ руб.

Далее рассчитаем выручку от продажи продукции проекта, основываясь на прогнозах продаж и конъюнктуре цен.

Выручка от реализации продукции за 1 год рассчитаем по формуле (1):

$$\text{Выручка} = \text{цена одной подписки} \times \text{количество подписок за год, (1)}$$

$$300 \text{ руб.} \times 10\,080 = 3\,024\,000 \text{ руб., (1)}$$

Теперь проведем расчеты денежных потоков поступлений и выплат за весь период реализации проекта по двум денежным потокам — по операционной и инвестиционной деятельности рассчитаем по формуле (2).

$$3\,024\,000 \text{ руб.} - 0 \text{ руб.} - 2\,619\,710 \text{ руб.} = 404\,290 \text{ руб., (2)}$$

Учитывая налог 20%, ЧПД составляет (3):

$$404\,290 \text{ руб.} \times 80\% = 323\,432 \text{ руб., (3)}$$

Рассчитаем дисконтированные показатели эффективности проекта.

В первую очередь нужно рассчитать чистые денежные потоки по формуле (4):

$$CF_t / (1 + r)^t,$$

где  $CF_t$  – денежные потоки по годам;

$r$  – ставка дисконтирования;

$t$  – номер года по счету.

Тогда в первый год чистый денежный поток будет равен:

$$323\,432 / (1 + 0,2)^1 = 269\,527 \text{руб.}$$

$$NPV (\text{чистая текущая стоимость}) = 0 + 269\,527 \text{руб} = 269\,527 \text{руб.}$$

### 5.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с отечественными и мировыми аналогами

На сегодняшний день, существует ряд аналогов разрабатываемого виртуального тренажера. Рассмотрим ряд аналогов отдельно и проведем сравнение с помощью экспертного метода оценки конкурентоспособности проекта. На рисунке 46 представлена итоговая таблица экспертов.

\*1 балл - самая низкая оценка, а 10 - самый высокий балл

Критерий	Наш проект	Виртуальный лабораторный стенд «Электрические измерения»	Программный аппаратный комплекс «Ультразвуковой контроль металлов» УЗ ПК1
Цена	7	8	8
Качество	8	8	8
Функциональность	7	6	6
Послепродажное обслуживание	8	3	3
Система обслуживания	7	5	5
Уровень рекламной деятельности	8	6	6
Предпродажная подготовка	7	8	8
Знание бренда	3	7	7

Рисунок 46 – Итоговая таблица экспертов

Для графического представления результатов, была построена диаграмма, представленная на рисунке 47.

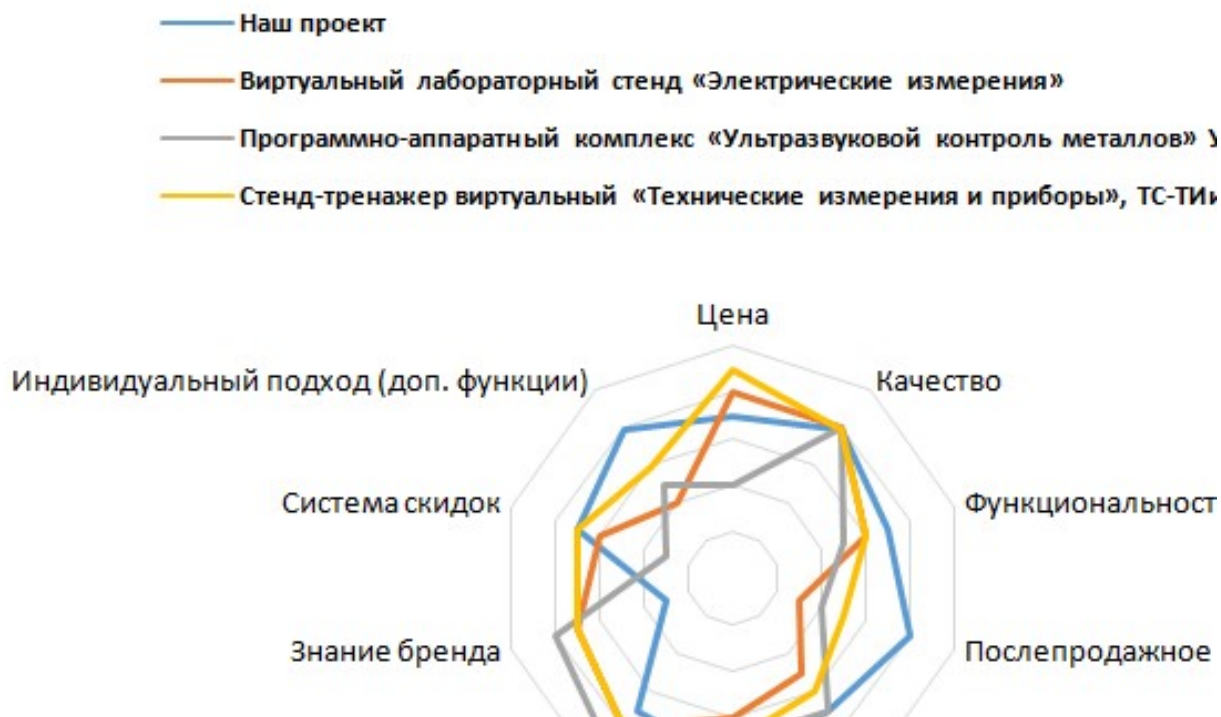


Рисунок 47 – Многоугольник конкурентоспособности

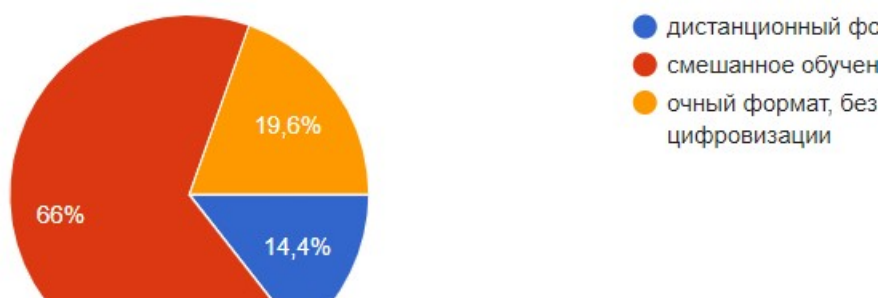
Критерии оценки были получены путем проведения интервью с преподавателем физики МБОУ «Лицей города Юрги» Вагапова Светалана Анатольевна (вставки 1-6), а также с помощью опроса в интернете, который прошли 97 человек.

**Вставка 1. Какой подход в образовательной деятельности облегчит обучения лицеистам?**

Если речь идет о внедрении в образовательный процесс виртуальных тренажеров, то было бы полезно это внедрить в обучение, так как не всегда под рукой реальные дорогостоящие приборы.

## 1. Какой подход в образовательной деятельности облегчит обучение учащимся?

97 ответов



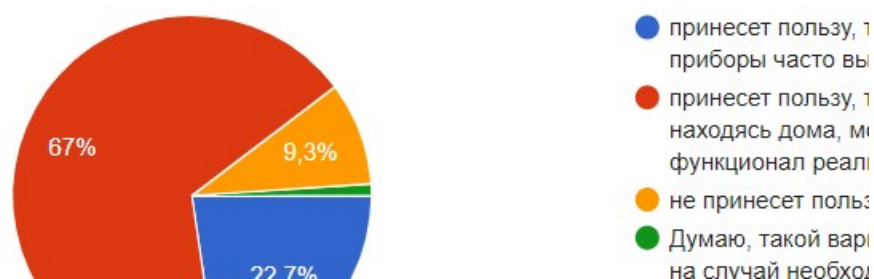
## Вставка 2. Вам на обозрение было представлено несколько аналогов, какие из них более подходящие для лицеев?

Главное условие: виртуальный тренажер должен быть легок в использовании, и по описанию 1 и 4 установка выполняет это условие.

Наиболее часто анализы проводятся по цене приборов, так как бюджет «Лицея города Юрги» ограничен, и в данном случае виртуальные тренажеры закрывают много тем в изучении дисциплины физики, по моему мнению, есть необходимость приобретения виртуальной установки.

## 2. Принесет ли пользу виртуальный тренажер, который измеряет разные показатели приборов и сам тренажер является копией реальных приборов?

97 ответов

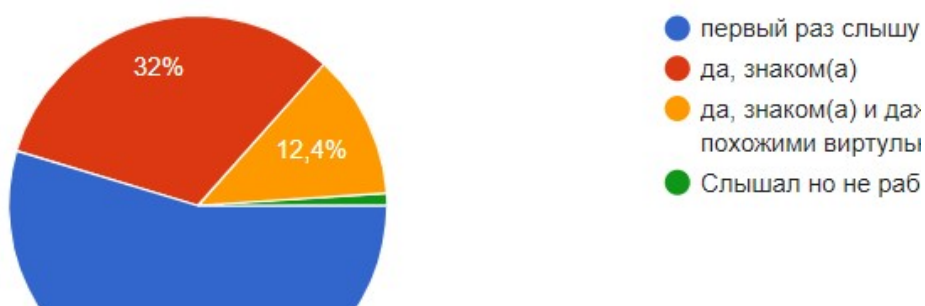


### **Вставка 3. Поступали ли предложения приобрести похожие приборы?**

Лично со мной впервые ведут диалог по поводу виртуальных установок, до этого я слышала, что есть виртуальные стенды, но на практике ни разу не приходилось ими пользоваться.

#### **3. Поступали ли предложения приобрести/поработать с виртуальными приборами?**

97 ответов

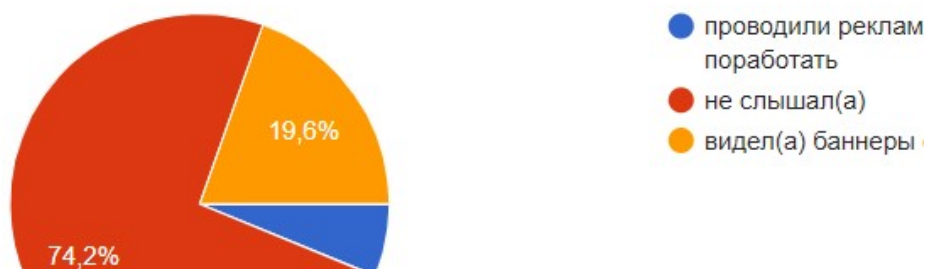


### **Вставка 4. Проводили ли учащимся рекламу по виртуальным тренажерам, если да, то какова их реакция?**

Вы первая, кто заинтересовал ребят получать знания с помощью виртуального стенда, множественный функционал и подобие установки реальным приборам удивил ребят, в том числе и я меня, я считаю в образовательный процесс стоит внедрить виртуальный стенд.

#### 4. Проводили ли учащимся/сотрудникам рекламу по виртуальным тренажерам, если да, то какова их реакция?

97 ответов

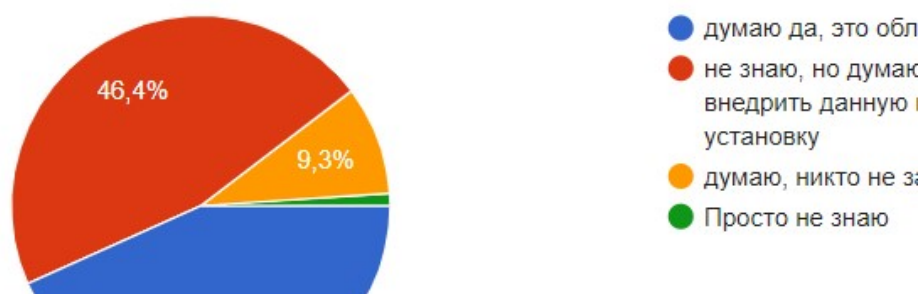


#### Вставка 5. Заинтересованы ли образовательные учреждения в данном проекте?

Умение пользоваться измерительными приборами, а также поверять их является необходимым процессом в образовательной программе, а данный проект облегчит ситуацию, в плане, что учащиеся будут заинтересованы в процессе обучения и получат необходимые знания.

#### 5. Как вы думаете, заинтересованы ли образовательные учреждения в данном проекте?

97 ответов

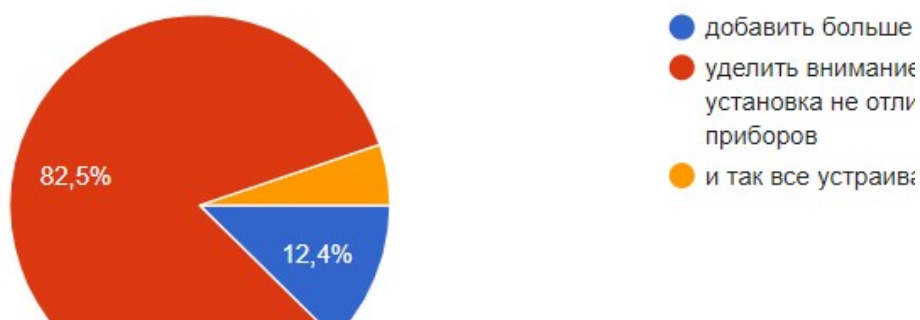


## **Вставка 6. Чему отдать приоритет при разработке данного проекта?**

По всей видимости, приоритет отходит проверке мультиметра по разным показаниям, хотелось бы еще добавить методические указания для расчета погрешностей после их получения.

### **6. Чему отдать приоритет при разработке данного проекта?**

97 ответов



## **5.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта**

Сегментирование рынка – разделение рынка на однородные группы потребителей (сегменты), каждая из которых может по-разному реагировать на различные факторы маркетинга компании.

Цель сегментирования – максимальное удовлетворение запросов потребителей, а также рационализация затрат предприятия на разработку программы производства, выпуск и реализацию товара, т.е. повышение эффективности продаж.

Охват рынка по факту отражает степень специализации бизнеса. Если компания изначально выбирает узкую специализацию, то она достигнет низкого охвата отрасли, но может достичь высокого охвата целевого рынка. Если компания выбирает агрессивный путь развития и стремится занять первое место в отрасли, то все ее маркетинговые действия должны стремиться к подходам массового маркетинга.

В мировой практике выделяют 5 методов охвата рынка.



- концентрированный маркетинг,
- избирательная специализация,
- товарная специализация
- рыночная специализация,
- полный охват рынка.

Проанализировав все методы охвата рынка, более подходящим для нашего проекта является метод рыночной специализации.

Рыночная специализация — стратегия охвата целевого рынка, концентрирующая все усилия на определенной группе покупателей и позволяющая создать высокую лояльность к продукту за счет удовлетворения всех до единой потребности целевой группы.

Целевой сегмент потребителей для нашего проекта являются:

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

Целевые сегменты (ЦА) 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.

## **5.8 Бизнес-модели проекта. Производственный план и план продаж**

Бизнес-модель — это концептуальная модель бизнеса, которая иллюстрирует логику создания добавленной стоимости.

Бизнес-модель компании или проекта позволяет ответить на следующие ключевые вопросы: кто наши потребители? Какие продукты/услуги мы предоставляем нашим потребителям? Что нас отличает от конкурентов? Каким образом мы генерируем прибыль? Рассмотрим основные элементы бизнес-моделей. На основе модели, предложенной исследователями М. Джонсоном, К.Кристенсенем и Х. Кегерманн, условно можно выделить четыре основных элемента любой бизнес-модели.

- Ценностное предложение.
- Формула прибыли.
- Ключевые ресурсы.
- Ключевые процессы.

Именно ценностное предложение является центральным элементом бизнес-модели. Многие компании сначала разрабатывают идею будущего продукта, а затем начинают поиск рынков их сбыта. Однако для успеха проекта в первую очередь нужно осознать, что действительно нужно потребителям и какой ценностью обладает продукт для решения их проблем.

Следующим важным аспектом создания бизнес-модели является ее формализация. Наиболее успешным вариантом формализации бизнес-модели является шаблон бизнес-модели, разработанный А. Остервальдером и И. Пинье (Приложение Г). Авторы предлагают структурировать любую бизнес-модель по данному шаблону, который состоит из девяти блоков

[14]. **Потребительские сегменты** — это те группы потребителей, для которых собирается работать компания.

– **Ценностное предложение** отражает те преимущества, которые получит клиент, воспользовавшись продуктом или услугой данной компании.

– **Каналы сбыта** – то, как компания взаимодействует с потребительскими сегментами и доносит до них свои ценностные предложения.

– **Взаимоотношения с клиентами** – характер отношений с клиентами зависит от решаемых компанией задач: приобретение клиентов; удержание клиентов; увеличение продаж.

– **Потоки поступления дохода** – материальная прибыль, которую компания получает от каждого потребительского сегмента.

– **Ключевые ресурсы** – наиболее важные активы, необходимые для функционирования бизнес-модели и позволяющие создавать и доставлять до потребителя ценностные предложения.

– **Ключевые виды деятельности** – действия компании, которые необходимы для реализации бизнес-модели. Это те виды деятельности, без которых невозможна работа компании.

– **Ключевые партнеры** – сеть поставщиков и партнеров, благодаря которым функционирует бизнес-модель.

– **Структура издержек** – это расходы, связанные с функционированием бизнес-модели.

## **5.9 Стратегия продвижения продукта на рынок**

Стратегией продвижения называют план эффективного увеличения продаж товаров и услуг на рынке. Иными словами, это определенное позиционирование торговых марок в сочетании с формированием интегрированных маркетинговых коммуникаций.

Стратегия продвижения товара обязательно включает в себя такие элементы:

- реклама;
- личная продажа;
- стимулирование сбыта;
- прямой маркетинг;
- связи с общественностью.

В качестве коммуникации с потребителем будем использовать следующие каналы продвижения продукта:

- email-маркетинг;
- SMM (маркетинг в социальных сетях);
- мессенджер-маркетинг.

Так как мы попадаем под категорию нишевого рынка, то массовая реклама не имеет смысла, нужно точно подбирать клиентов, а именно учреждения, в которых обучают по специальностям, связанных с метрологией и стандартизацией.

## **5.10 Вывод по разделу «стартап-проект»**

Продукт решает проблему повышения уровня знаний обучающихся, поскольку предназначен для проведения лабораторных работ по измерению постоянного/переменного тока, напряжения и сопротивления. Для разработанных программно-аппаратных решений оформлена можно оформить заявку на патент на промышленный образец, но в этом нет необходимости. Для разработанных программно-аппаратных решений

оформлена можно оформить заявку на патент на промышленный образец, но в этом нет необходимости. Исходя из этого, можно сделать вывод, что проект является экономически выгодный.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
8Т92	Медведевой Елизавете Васильевне

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><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> платформа разработки в реальном времени Unity</p> <p><i>Область применения:</i> учебный процесс ТПУ</p> <p><i>Рабочая зона:</i> офис/учебные аудитории, за персональным компьютером</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 5*5 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> персональный компьютер</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль показаний и исправность подключения приборов дистанционно, переключение режимов приборов.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.2.032-78;</li> <li>2. Трудовой кодекс РФ;</li> <li>3. ГОСТ 21889-76.</li> </ol>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</li> </ol> <p>Вредные факторы:</p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса;</li> <li>3. Статические перегрузки, связанные с рабочей позой;</li> <li>4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>5. Длительное сосредоточенное наблюдение;</li> <li>6. Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>7. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</li> <li>8. Повышенный уровень шума.</li> </ol> <p>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, наушники.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b></p>	<p>Воздействие на селитебную зону: Нет  Воздействие на литосферу: Нет  Воздействие на гидросферу: Нет  Воздействие на атмосферу: Высокое потребление электроэнергии, нагрев ПК</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b> Возникновение пожара, землетрясение, геологические воздействия (оползни, провалы грунта).</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> Возникновение пожара.</p>
<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ООД ШБИП</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т92</p>	<p>Медведева Елизавета Васильевна</p>		

## **6. Социальная ответственность**

### **6.1 Введение**

Выпускная квалификационная работа заключается в создании виртуального лабораторного тренажера для определения метрологических характеристик средств измерений с помощью среды разработки игр Unity. В качестве разработчиков виртуального стенда выступают студент и руководитель (преподаватель), а в качестве потребителей по результатам выполненной работы будут студенты вузов, техникумов, а также школьники средних образовательных учреждений (платные Лицеи). Потребителями являются в основном студенты, так как в образовательную программу вузов включена дисциплина «Стандартизация и метрология», тренажер предназначен для изучения реальных приборов, таких как мультиметр, магазин сопротивлений, калибратор, что имеет смысл при изучении данной дисциплины. Данный раздел включает подразделы, которые должны способствовать снижению возможности возникновения негативных последствий работы на разработчиков (студента и руководителями).

Проектируемое рабочее место представляет собой кабинет Томского политехнического университета, в котором работают разработчики.

Характеристика помещения:

- ширина – 5 м, длина – 5 м, высота – 2,7 м;
- площадь – 25 м<sup>2</sup>;
- объем – 67,5 м<sup>3</sup>;
- в помещении имеется естественная вентиляция
- вытяжное вентиляционное отверстие, дверь, окно;
- в помещении установлено искусственное освещение, имеется естественное освещение.

В кабинете работает в одну смену два человека максимально (студент и руководитель), в среднем на одного человека приходится 12,5м<sup>2</sup> площади



помещения. Согласно СанПин количество приходящейся площади удовлетворяет санитарно-эпидемиологических требованиям к условиям труда (сокращённо СП 2.2.3670-20) [25], согласно которым на одного работника должно приходиться не менее 4,5м<sup>2</sup> площади.

## **6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

ГОСТ 12.2.032-78 система стандартов безопасности труда «Рабочее место, при выполнении работ сидя» содержит требования, по которым должна производиться организация рабочего места при выполнении работы.

Требования по ГОСТ 12.2.032-78[16]:

– конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунках 48 и 49.

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

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

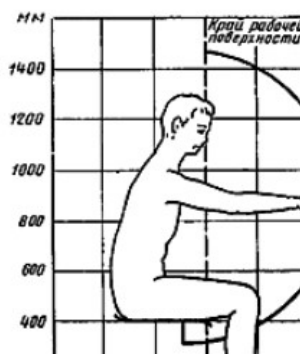


Рисунок 48 – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

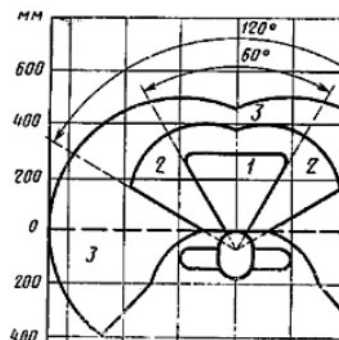


Рисунок 49 – Зоны выполнения ручных операций и размещения органов управления

Здесь: 1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

Итого, оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- Дисплей размещается в зоне «2» (в центре);
- Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- Клавиатура – в зоне «1»;
- «мышь» – в зоне «2» справа;
- реальное оборудование, необходимое при работе – в зонах легкой досягаемости ладони – «2/3».

Трудовой кодекс РФ устанавливает государственные гарантии трудовых прав и свобод граждан, создает благоприятные условия труда, защищает права и интересы работников и работодателей [17].

Согласно статье 91 главы 15 Трудового Кодекса РФ нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Статья 108. «Перерывы для отдыха и питания». В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Согласно статье 163 главы 22 Трудового кодекса РФ работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками норм выработки.

ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». «Кресло человека-оператора» содержит требования, предъявляемые к рабочему месту человека-оператора.

Согласно требованиям ГОСТ 22269-76[18]:

- кресло должно обеспечивать человеку-оператору соответствующую характеру и условиям труда физиологически рациональную рабочую позу;
- 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;
- конструкция кресла не должна затруднять рабочих движений.

### **6.3 Производственная безопасность**

Опасные производственные факторы – факторы, воздействие которых на рабочего в определенных условиях приводят к травме или другим профессиональным заболеваниям. Вредным производственным фактором называется такой, воздействие которого на рабочего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

В таблице 1 представлены возможные опасные и вредные факторы производственные факторы на рабочем месте за ПК [19-23].

Таблица 5 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте за ПК

Факторы (по ГОСТ 12.003-2015)	Нормативные документы
<b>Вредные</b>	
1. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 11 апреля 2023 года) [17].
2. Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 11 апреля 2023 года) [17].
3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [22].
4. Длительное сосредоточенное наблюдение	Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 11 апреля 2023 года) [17].
5. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»[23].
6. Монотонность труда, вызывающая монотонию	Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 11 апреля 2023 года) [17].
7. Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [23].
<b>Опасные</b>	
1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает рабочий	ГОСТ12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда» ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ [21].

### 6.3.1 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Хорошее освещение помещений обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Источники возникновения: отсутствие возможности организации естественного освещения.

По нормам освещенности, согласно СП 52.13330.2016, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Требования к освещению помещения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к освещению помещений при работе с ПК

Характеристики зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд и подряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение			
				Средняя освещенность, лк, не менее	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	Б-1	Не менее 70	400	100*	19	15
		Б-2	Менее 70	300	75*	22	20

\* Нормируется в случае необходимости обзора окружающего пространства

Место рабочего освещается таким образом, чтобы был отчетливо виден процесс работы, не напрягая зрения, а также исключая прямое попадание источника света в глаза. В помещении присутствует естественное освещение.

### 6.3.2 Отклонения показателей микроклимата

Основные факторы, характеризующие микроклимат помещения, устанавливаются в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 [23]:

- Температура воздуха;
- Скорость движения воздуха;
- Влажность;
- Интенсивность теплового облучения.

Согласно выше указанному документу, работа студента относится к категории работ 1а.

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет.

В таблице 7 и 8 представлены оптимальные и допустимые показатели микроклимата соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 (табл. 5.28, 5.29) [23].

Таблица 7 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 категория- помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха								
Холодный	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60-30	0,2	0,3

Продолжение таблицы 7 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная, не более	допустимая, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 категория-помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной								
	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60-30	0,2	0,3
Помещения с постоянным пребыванием людей, в которых люди находятся не менее 2 ч непрерывно или 6 ч суммарно в течение суток								
Теплый	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65-30	0,15	0,25

Таблица 8– Оптимальные и допустимые перепады/изменения параметров микроклимата в различных точках обслуживаемой зоны (зоны обитания)

Перепады/изменения параметров микроклимата	Для оптимальных показателей, не более	Для допустимых показателей, не более
Температуры воздуха, °С	2	3
Результирующей температуры помещения по высоте обслуживаемой зоны (зоны обитания), °С	2	
Скорость движения воздуха, м/с	0,07	0,1
Относительная влажность воздуха, %	7	15

Повышенная температура воздуха приводит к скорой утомляемости служащего, к перегреву организма или тепловому удару, а пониженная температура – может вызвать охлаждение организма, вызвать простуду или обморожение.

Повышенная влажность и повышенная температура воздуха приводит к перегреванию организма, а при пониженной температуре повышенная влажность увеличивает теплопередачу с поверхности кожи, что приводит к переохлаждению организма.

В целях поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление.

### 6.3.3 Повышенный уровень шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

В таблице 9 приведены предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука. Нормы взяты из СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [27].

Таблица 9 – Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука в помещениях производственных, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Для источников постоянного шума								
		Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1 Предельно допустимые октавные уровни звукового давления, дБ; уровни звука, скорректированные по А, дБ; эквивалентные и максимальные уровни звука, скорректированные по А, дБ, на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий для основных видов трудовой деятельности										

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора.



Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 -8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения.

Наиболее простым и действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

#### **6.3.4 Электробезопасность**

Требования электробезопасности данного объекта направлены на создание условий эксплуатации оборудования, при которых исключаются образование электрической цепи через тело человека. Под действием тока сокращаются мышцы тела. Если человек взялся за находящуюся под постоянным напряжением часть оборудования, он, возможно, не сможет оторваться от нее без посторонней помощи.

Важным фактором безопасности является заземление оборудования путем присоединения к контуру заземления. Заземляющее устройство является одним из средств защиты персонала в помещении от возникновения искры, от напряжения, возникающего на металлических частях оборудования, не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под ним в результате повреждения изоляции [21].

В качестве организационных мероприятий студенту во время работ запрещается:

- Прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- Переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- Производить отключение питания во время выполнения активной

задачи;

- Снимать защитный фильтр с экрана монитора;
- Допускать попадание влаги на поверхности устройств;
- Производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования.

#### **6.4 Экологическая безопасность**

При разработке проектного решения экологическая безопасность играет существенную роль. Работа компьютера связана с потреблением электроэнергии и нагревом аппаратных средств, поэтому разработка виртуального тренажера может косвенно влиять на атмосферу.

Потребление энергии компьютером включает потребление всех устройств в его составе — как внутренних, так и внешних. Из внешних это монитор, аудиосистема, принтеры, сканеры и прочие устройства, не питающиеся от блока питания компьютера, а отдельно подключаемые к электросети. Из внутренних устройств это все компоненты системного блока – материнская плата, процессор, оперативная память и т.д. Компьютер, который использовался для разработки системы, потребляет около 90 Ватт электроэнергии в час. Электроэнергия вырабатывается на ТЭЦ, за час работы ПК сжигается примерно 45г угля, если наша работа заняла примерно 45 дней, в день по 3 часа работы, то можно рассчитать количество угля сожженного для подачи электроэнергии. Это составило примерно 5400 г, соответственно выброс в атмосферу составил примерно 10 м<sup>3</sup>. Исходя из приблизительных расчетов, можно сделать вывод, что данный показатель не является существенным, однако для сокращения влияния на атмосферу следует выключать ПК в нерабочее время.

#### **6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (возникновение пожара, землетрясение, геологические воздействия) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий:

- Рассредоточение и эвакуация;

- Укрытие людей в защитных сооружениях;
- Обеспечение индивидуальными средствами защиты;
- Организация медицинской помощи пострадавшим.

Рабочее помещение, представленное для выполнения выпускной квалификационной работы, согласно СанПиН 1.2.3685-21 [23], можно отнести к категории В (пожароопасное).

В качестве возможных причин пожара можно указать следующие:

- Короткие замыкания;
- Перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции.

Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

Организационные мероприятия предусматривают [24]:

- Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- Обучение персонала правилам техники безопасности;
- Издание инструкций, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- Обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- Содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения.

## **6.6 Вывод по разделу социальная ответственность**

Проанализировав условия труда на рабочем месте, можно сделать вывод, что рассматриваемый в ВКР объект, место разработчика за ПК, удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники

безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведёт к ухудшению здоровья работника.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что во время производственной деятельности на работника негативно оказывают влияние вредные и опасные факторы, которые отражаются на производительности труда. Работа разработчика относится к категории 1а по тяжести труда согласно ГОСТ 12.1.005-88 [16] и к III группе персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Кабинет относится к помещениям с повышенной опасностью согласно ПУЭ [23].

Мероприятия по защите от риска воздействия вредных и опасных факторов являются важным аспектом в производственной деятельности. На сегодня целью являются более качественные, здоровые и безопасные условия труда. Защитить от воздействия вредных и опасных факторов помогут средства защиты и правильная организация рабочей зоны.

Представленное место для выполнения ВКР, согласно СанПиН 1.2.3685-21, можно отнести к категории В (пожароопасное).

## Список использованной литературы

1. Статья 13. Поверка средств измерений — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL:[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_77904/3bfb763ea01f7fc945dd7b589037fea5b6c90643/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/3bfb763ea01f7fc945dd7b589037fea5b6c90643/)(дата обращения 11.04.2023).
2. Л. Ф. Кожухов, Мирошин И. В.. Поверка и калибровка средств измерений: КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф.ГОРБАЧЕВА/ Прокопьевск 2018. – 9с.
3. UT33A+ – мультиметр/Электронприбор — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL:<https://www.citilink.ru/product/multimetr-uni-t-ut33c-1636169/properties/>(дата обращения 11.04.2023).
4. Fluke calibration – калибратор 5522A Multi-Product Calibrator. Руководствопоэксплуатации.January 2011 (Russian) © 2011 Fluke Corporation.
5. Магазин сопротивления 4831P/паспорт — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL:<http://pribor.suneto.su/paper/doc/R4831.pdf>(дата обращения 10.03.2023).
6. Приложение для 3D-моделирования — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://lifehacker.ru/programmy-dlya-3d-modelirovaniya/>(дата обращения 09.03.2023).
7. Популярные бесплатные движки для разработки игр — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://habr.com/ru/companies/timeweb/>(дата обращения 10.03.2023).
8. Руководство для начинающих по Unuty — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://floop.top/ru/unity/>(дата обращения 19.02.2023).
9. Торн А. Основы анимации в Unity. – Litres, 2022.
10. Виртуальный лабораторный стенд «Электрические измерения» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL:<https://labstand.ru/catalog/osnovy-metrologii-izmerenie-elektricheskikh-i->

[neelektricheskikh-velichin/virtualnyj-laboratornyj-stend-elektricheskie-izmereniya-2](#)(дата обращения 19.02.2023).

11. Программно-аппаратный комплекс «Ультразвуковой контроль металлов» УЗК-ПК1— [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://labstand.ru/catalog/uchebnoe-oborudovanie-po-defektoskopii/programmno-apparatnyj-kompleks-ultrazvukovoj-kontrol-metallov-uzk-pk1>(дата обращения 19.02.2023).

12. Рынок промышленных VR/AR решений в России (исследование\_TAdviser)— [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL:[https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85\\_VR/AR-%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B2%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8\\_\(%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_TAdviser\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_VR/AR-%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_(%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_TAdviser))(дата обращения 19.02.2023).

13. Тенденции развития образования в России – [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://habr.com/ru/articles/678080/>(дата обращения 19.02.2023).

14. Остервальдер А., Пинье И. Построение бизнес-моделей. Настольная книга стратега инноватора – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 288с.

15. Johnson, Mark W., Clayton M. Christensen, and Henning Kagermann.  
"ReinventingYourBusinessModel"HarvardBusinessReview86,no.12(December2008).

16. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1979.

17. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 11 апреля 2023 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664>
18. ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1978.
19. Федеральный закон о специальной оценке условий труда (с изменениями на 28 декабря 2022 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067392>
20. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартиформ, 2016. – 15 с.
21. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов». М.: Стандартиформ, 2018.
22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 122 с.
23. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>(дата обращения: 26.04.2023).
24. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>(дата обращения: 17.04.2023).
25. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологических требованиям к условиям труда». – утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 2 декабря 2020 года №40.

26. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608>(дата обращения: 26.04.2023).

27. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.



## Приложение А

### (Обязательное)

#### Сравнительная характеристика средств разработки

Таблица А.1 – Сравнительная характеристика средств разработки

Название сред разработки	Цена	Уровень	Платформа	Преимущества и недостатки
Autodesk 3ds Max	От 205 долларов в месяц, есть бесплатная 30дневная пробная версия	Для профессионалов	Windows	<b>Преимущества</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Создание игровых персонажей, предметов, и мелких элементов и др..</li><li>– Создание анимации высокого качества и уровня детализации.</li><li>– Множество возможностей для передачи текстур материалов.</li><li>– Бесплатные уроки по программе.</li><li>– Множество дополнительных текстур и примитивов, которые можно применять в работе (доступны как для покупки, так и для бесплатного скачивания).</li></ul> <b>Недостатки</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Высокие системные требования.</li></ul>
Autodesk Maya	От 205 долларов в месяц, есть бесплатная 30дневная пробная версия.	Для профессионалов.	Windows, macOS, Linux	<b>Преимущества</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Расширяемость. Широкий набор инструментов.</li><li>– Разнообразие визуальных эффектов.</li></ul> <b>Недостатки</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Сложности с интерфейсом.</li><li>– Высокая цена.</li></ul>

Продолжение таблицы А – Сравнительная характеристика средств разработки

AutodeskAutoCAD	От 210 долларов в месяц, есть бесплатная 30дневная пробная версия.	Для профессионалов.	Windows, macOS.	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Большой функционал возможностей.</li> <li>– Автоматическая и быстрая подготовка документации проекта. Это значительно экономит время пользователям.</li> <li>– Реалистичная визуализация объектов планирования.</li> <li>– Гибкость пользовательского интерфейса. Все инструменты можно разложить так, как удобно проектировщику.</li> </ul> <p><b>Недостатки</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Нет функции чтения чертежей, выполненных в других графических редакторах.</li> <li>– Не поддерживается история построения.</li> </ul>
Blender	Бесплатно	Для профессионалов и любителей.	Windows, macOS, Linux	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Быстрота. Программа запускается гораздо быстрее своих конкурентов и к тому же практически моментально реагирует на все команды даже на не очень мощных системах.</li> <li>– Функциональность. В отличие от большого количества аналогов, Blender заранее включает в себя все необходимые инструменты для решения самых разных задач.</li> <li>– Универсальность.</li> </ul> <p><b>Недостатки</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Инструменты могут быть не такими мощными, как того требует рабочий процесс.</li> <li>– Частые обновления.</li> </ul>

## **Приложение Б (Обязательное)**

### **Методические указания Fluke 5522A**

#### **Работа с прибором**

Управление Калибратором осуществляется с передней панели в режиме местного управления или через порт RS-232 или IEEE-488 в режиме дистанционного управления. Для дистанционного управления предусмотрено несколько вариантов программного обеспечения, которые позволяют включать Калибратор 5522A в состав систем калибровки с различными требованиями.

#### **Местный режим управления**

Работа в автономном режиме, как правило, включает подключение к клеммам на передней панели испытываемого устройства, и затем ручной ввод при помощи кнопок передней панели для настройки Калибратора на желаемый режим работы. Компоновка передней панели облегчает движение руки слева направо, а кнопки умножения и деления позволяют легко пошагово увеличивать или уменьшать значение нажатием одной кнопки. Кроме того, технические характеристики Калибратора можно просмотреть, нажав на две кнопки. Жидкокристаллический дисплей с подсветкой легко читается при любых углах обзора и условиях освещенности, а крупные кнопки с разборчивыми надписями имеют цветовую кодировку функций и подтверждение нажатия[5].

#### **Функции управления калибратора**

Перед началом работы с Калибратором ознакомимся с функциями управления на передней панели Калибратора 5522A, на рисунках 3.1, 3.2, 3.3 представлена передняя панель управления.

##### 1) Дисплей выходного сигнала

Дисплей выходного сигнала является двухстрочным жидкокристаллическим дисплеем, который показывает амплитуду и частоту

выходного сигнала, а также состояние Калибратора. Значения выходного сигнала отображается с помощью семи знаков и знака полярности. Частоты выходного сигнала отображаются с помощью четырех цифр. Состояние Калибратора отображается с помощью следующих сокращений:

- OPR Отображается, когда на клеммах передней панели присутствует выходной сигнал.
- STBY Отображается, когда Калибратор 5522А находится в режиме ожидания.
- u При смене выходного сигнала знак «u» (unsettled) отображается до тех пор, пока выходной сигнал не будет установлен с необходимой точностью.
- m Отображается, когда Калибратор выполняет измерение. (только функции термопары, измерения давления)

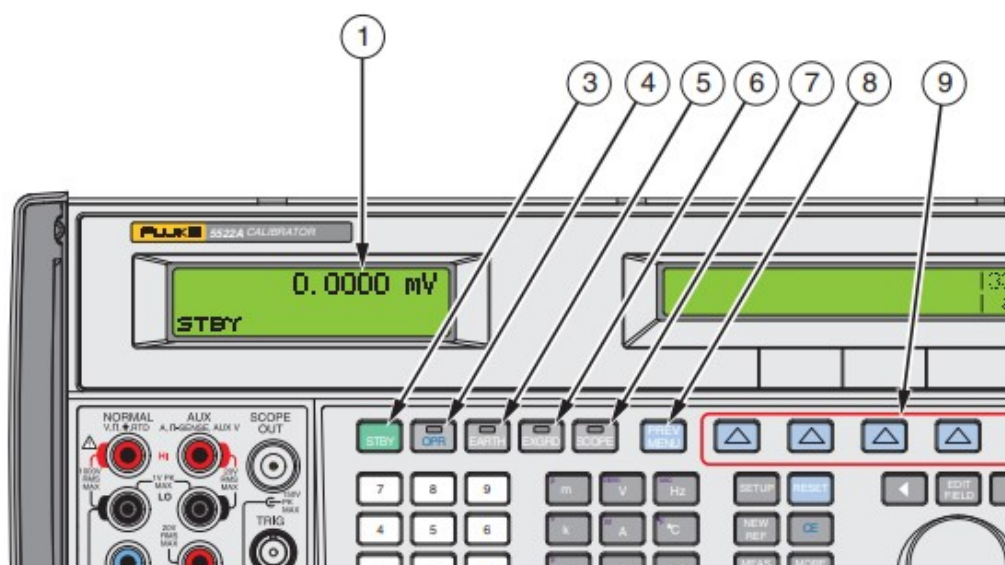


Рисунок 3.1 – Элементы передней панели

## 2) Дисплей управления

Дисплей управления является жидкокристаллическим дисплеем для отображения вводимых данных, коррекции ошибок испытываемого устройства, обозначений функциональных кнопок, фазовых углов, мощности в ваттах, коэффициентов мощности и других запросов и сообщений. Если на

дисплее выходного сигнала недостаточно места, частота выходного сигнала отображается на дисплее управления.

3) Кнопка STBY (Ожидание) переводит Калибратор 5522А в режим ожидания. В режиме ожидания выходные клеммы NORMAL, AUX и 20А внутренне изолированы от Калибратора 5522А. После включения Калибратор 5522А находится в режиме ожидания. Калибратор 5522А автоматически переключается в режим ожидания в случае любого из следующих событий: Нажата кнопка RESET. Выбрано напряжение  $\geq 33$  В, а предыдущее выходное напряжение было меньше 33 В. Изменена функция на выходе, кроме перехода между напряжением.

4) Кнопка OPR (Работа) переводит Калибратор 5522А в рабочий режим.

5) Кнопка EARTH (Заземление) размыкает и замыкает внутренний контакт между клеммой NORMAL LO и заземлением. Индикатор кнопки светится, когда этот контакт замкнут. При включении питания по умолчанию заземление отключено (индикатор не светится).

6) Кнопка SCOPE (Осциллограф) включает или отключает модуль калибровки осциллографов, если он установлен.

7) Кнопка EXGRD (ExternalGuard) размыкает и замыкает внутренний контакт между внутренним сигнальным заземлением NORMAL LO и внутренним защитным экраном. Индикатор кнопки светится, когда этот контакт замкнут.

8) Кнопка PREV MENU (Предыдущее меню) возвращает к предыдущей группе пунктов меню. Каждое нажатие этой кнопки возвращает назад на один уровень дерева меню до тех пор, пока на дисплее не появятся пункты меню верхнего уровня выбранной функции.

9) Функциональные кнопки

Функции пяти непомеченных синих функциональных кнопок определяются обозначениями, отображаемыми на дисплее управления

непосредственно над каждой кнопкой. Назначение кнопок изменяется во время работы, поэтому с их помощью можно получить доступ к множеству различных функций. Группа обозначений функциональных клавиш называется меню.

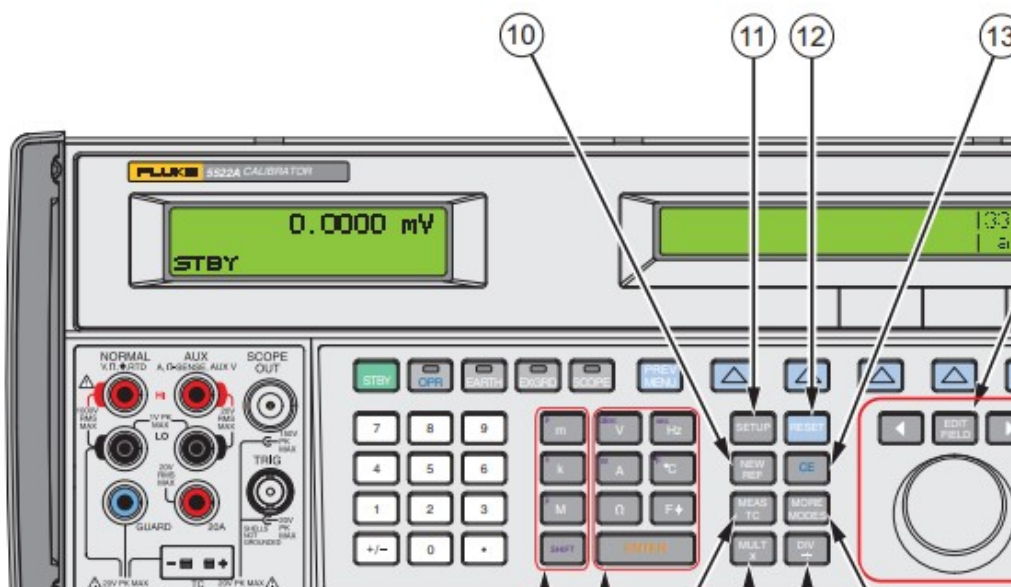


Рисунок 3.2 – Элементы передней панели

10) Кнопка NEW REF (Новый эталон) активна во время работы в режиме определения погрешности, и устанавливает текущее значение выходного сигнала в качестве нового эталона для расчета погрешности измерительного прибора.

11) Кнопка SETUP (Меню настройки) переводит Калибратор 5522А в режим настройки, отображая на дисплее управления меню настройки. Различные параметры настройки выбираются с помощью функциональных кнопок, расположенных под дисплеем управления.

12) Кнопка RESET (Сброс Калибратора) прерывает текущий режим работы Калибратора 5522А и возвращает его в стандартное состояние после включения питания.

13) Кнопка CE (Очистить ввод) очищает с дисплея управления частично введенные с помощью кнопочной панели данные. Если на дисплее имеются частично введенные данные, то при нажатии на кнопку CE выходной сигнал не изменяется.

14) Кнопка EDIT FIELD (Редактировать поле дисплея выходного сигнала) и связанные с ней левая/правая курсорные кнопки обеспечивают ступенчатую подстройку выходных сигналов. При нажатии на любую из этих кнопок или при повороте круглой рукоятки цифра на дисплее выходного сигнала подчеркивается и выходное значение увеличивается или уменьшается при вращении круглой рукоятки. При достижении цифры 0 или 9 происходит перенос на разряд влево или вправо. На практике, для выходных напряжений и токов, круглая рукоятка и курсорные кнопки используются для подстройки выходного сигнала до тех пор, пока испытываемое устройство правильно производит отсчет показаний. При этом на дисплее появляется сообщение об ошибке, показывающее отклонение показаний испытываемого устройства от эталона.

15) Выключатель питания служит для включения и выключения Калибратора.

16) Клавиша MORE MODES позволяет перейти к функции измерения давления. Для измерения давления требуется модуль Fluke серии 700.

17) Кнопка DIV (Деление) мгновенно изменяет значение выходного сигнала до  $1/10$  эталонного значения, если значение остается в рабочих пределах.

18) Кнопка MULT (Умножение) мгновенно изменяет значение выходного сигнала до 10-кратного эталонного значения, если значение остается в рабочих пределах. Эта клавиша переводит Калибратор 5522A в режим ожидания, если изменение идет со стороны напряжений ниже 33 В.

19) Клавиша MEAS TC (Измерение с помощью термопары) включает вход TC (Термопара) и расчет Калибратором 5522A температуры на основе входного напряжения.

20) Кнопки единиц выходного сигнала

Кнопки единиц выходного сигнала определяют функцию, выполняемую Калибратором 5522A. Некоторые кнопки задают другую единицу измерения, если непосредственно перед их нажатием была нажата кнопка SHIFT.

21) Кнопки задания множителей

Эти кнопки служат для выбора множителя выходного значения. Некоторые кнопки множителей имеют другую функцию, если непосредственно перед их нажатием была нажата SHIFT, затем ENTER.

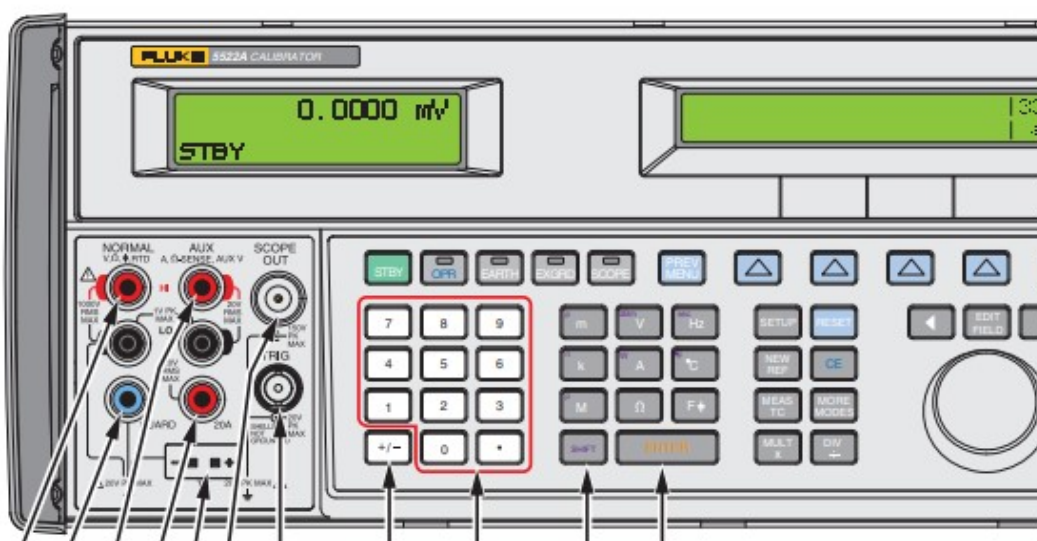


Рисунок 3.3 – Элементы передней панели

22) Кнопка ENTER вводит вновь установленное выходное значение, которое отображается на дисплее управления в Калибратор 5522A, и оно появляется на дисплее выходного сигнала. Новое значение может быть введено с клавиатуры. Если нажать кнопку ENTER без указания единиц ввода, то в большинстве случаев Калибратор 5522A сохраняет последние



использованные единицы. В режиме ошибки (редактирования) нажатие кнопки ENTER без ввода значения восстанавливает эталонное значение выходного сигнала.

23) Кнопка SHIFT служит для выбора альтернативной функции кнопок задания единиц измерения. Альтернативные значения указаны маленькими буквами в верхнем левом углу кнопок.

24) Панель цифровых кнопок

Используется для ввода цифр амплитуды и частоты выходного сигнала. Правильная последовательность ввода значения должна быть такой: сначала вводятся цифры выходного значения, затем множитель (если требуется), затем единицы измерения выходного значения и затем ENTER.

25) (Смена полярности) вызывает смену полярности выходного сигнала по постоянному току или напряжению.

26) Разъем SCOPE TRIG (Запуск осциллографа) используется для запуска осциллографа при его калибровке.

27) Разъем SCOPE OUT (Осциллограф) типа N используется для выхода при калибровке осциллографа.

28) Клемма 20A является источником токового выхода, если выбран диапазон 20 А (3 А - 20 А).

29) Клеммы AUX (Дополнительный выход) используются для вывода сигналов переменного и постоянного тока.

30) Клеммы GUARD постоянно подсоединены внутри к внутреннему защитному экрану.

31) Клеммы NORMAL (Нормальный выход) используются для источников переменного и постоянного напряжения, сопротивления и емкости.

## Приложение В

### (обязательное)

#### Скрипт реализации погрешности мультиметра

Листинг В.1 – Скрипт «MultManadger» реализации погрешности мультиметра

```
1. publicclassMultManadger :MonoBehaviour
2. {
3.     [SerializeField]
4.     privateConnectManadgermanadger; //Менеджер соединений
5.     publicTextMeshProresultText; //Текстовое поле вывода измеряемого
        значения
6.     publicenumMultMode //перечисления режимов
7.     {
8.         OFF,
9.         VoltageAC, //напряжение переменного тока
10.        VoltageDC, //напряжение постоянного тока
11.        MiliVoltageDC, //напряжение постоянного тока
12.        Resistance, //сопротивление
13.        Frequency, //частота
14.        Temperature, //температура
15.        Amperage, //Сила тока
16.        MiliAmperage,
17.        OUT
18.    }
19.    MultModecurrentMode = MultMode.OFF; //выбранныйрежим
20.    publicMultModeCurrentMode //поле для получения и изменения
        выбранного режима
21.    {
22.    get{ returncurrentMode; }
23.    set{ currentMode = value; ErrorRate = 0; }
24.    }
25.    //Словарь погрешностей - конкретному режиму соответсвует своя
        погрешность
26.    Dictionary<MultMode, float>measuremenErrors = new
        Dictionary<MultMode, float>()
27.    {
28.        [MultMode.OFF] = 0,
29.        [MultMode.VoltageAC] = 0.13f,
30.        [MultMode.VoltageDC] = 0.13f,
31.        [MultMode.MiliVoltageDC] = 0.13f,
32.        [MultMode.Resistance] = 0.1f,
33.        [MultMode.Frequency] = 0.1f,
```

Продолжение Листинга В.1– Скрипт «MultManadger» реализации погрешности мультиметра

```
34.     [MultMode.Temperature] = 0.1f,
35.     [MultMode.Amperage] = 0.1f,
36.     [MultMode.MiliAmperage] = 0.1f,
37.     [MultMode.OUT] = 0,
38.     };
39.doubleerrorRate = 0;
40.     //Поле для получения погрешностей из словаря при конкретно
        выбранном режиме
41.double ErrorRate { get { return errorRate ; } set { errorRate =
        Random.Range(-measuremenErrors[CurrentMode],
42.measuremenErrors[CurrentMode]); } }
43.     //переменная для получения входного значения с измеряемого
        прибора
44.doubleoutput = 0;
45.     //поле для получения отображаемого значения, замены и вызова
        функции отображения этого значения
46.public double Output { get { return output; } set { if (value != 0) output =
        value + ErrorRate; elseoutput = value;
47.ShowOutput();
48.     } }
49.     //метод отображения значения измерений
50.voidShowOutput()
51. {
52.if (CurrentMode != MultMode.OFF)
53.     {
54.         //отображение измеряемого значения с погрешностью
55.resultText.text = string.Format("{0:C4}", output);
56.}
57.else{ resultText.text = ""; }
58. }
59.}
```

## Приложение Г (Обязательное)

### Бизнес-модель по А.Остервальдер и И. Пинье

<p>Ключевые партнеры - Партнерское отношения: Стратегическое сотрудничество между неконкурирующими компаниями (учебными учреждениями) - Партнеры университеты, колледжи, частные образовательные учреждения</p>	<p>Ключевые виды деятельности - Создание платформы (приложения) для обучения</p>	<p>Ценностные предложения 1. Сокращение расходов Так как в нашем приложении реализуются дорогостоящие приборы, достигающие цены порядка 4 млн., что, при покупке нашего приложения, сокращаются затраты на данную технику. 2. Удобство при использовании Так как наш продукт - компьютерное приложение, то для изучения работы устройств будет достаточно запустить его на своём компьютере, что делает обучение гораздо проще.</p>	<p>Взаимоотношения с клиентами Мы клиентам предоставим персональную поддержку. Связь с клиентом будет осуществляться по электронной почте, мессенджерам, сотовой связи.</p>	<p>Потребительские сегменты - Нишевой рынок. Так как бизнес-модель нишевых рынков ориентирована на особые потребительские сегменты , то в нашем случае как раз рассматривается раздел обучения метрологов.</p>
	<p>Ключевые ресурсы - Интеллектуальные ресурсы - Персонал</p>		<p>Каналы сбыта Для нашего потребительского сегмента желателен прямой канал сбыта, а именно продажа через интернет</p>	
<p>Структура издержек Наиболее важными расходами нашей бизнес-модели является зарплата, что относится к фиксированным издержкам.</p>			<p>Потоки поступления доходов Доход от разовых сделок</p>	