

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Акустический выключатель освещения

УДК 621.326.542.082.4:628.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Сорокин П.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева И.И.	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Арышева Г. В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК(У)-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
ОПК(У)-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

ОПК(У)-4	Готовность применять современ*енные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;
ОПК(У)-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;
ОПК(У)-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
ОПК(У)-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
ОПК(У)-8	Способность использовать нормативные документы в своей деятельности;
ОПК(У)-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
ПК(У)-2	Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ПК(У)-3	Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
ПК(У)-4	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК(У)-5	Готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ПК(У)-6	Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
ПК(У)-7	Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ В.С. Иванова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович

Тема работы:

Акустический выключатель освещения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25-15/с от 25.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом проектирования является разработка акустического выключателя освещения.</p> <p>Цель работы – разработка акустического выключателя освещения (светодиодной ленты); проведение моделирования; написание программы управления освещением.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Теоретический обзор предметной области; Разработка структурной схемы; Описание назначения узлов и элементов схемы; Разработка принципиальной электрической схемы; Разработка конструкции печатной платы; Написание кода устройства;</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема электрическая принципиальная ФЮРА.648322.020 ЭЗ; Перечень элементов ФЮРА.648322.020 ПЭЗ</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
 –

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Сорокин Павел Владимирович	к.т.н.		13.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович		13.02.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.03.2021	<i>Раздел 1. Обзор литературы</i>	22
08.04.2021	<i>Раздел 2. Разработка электронной части</i>	22
13.05.2021	<i>Раздел 3. Создание макета, тестирование и программирование устройства</i>	22
20.05.2021	<i>Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
27.05.2021	<i>Раздел 5. Социальная ответственность</i>	10
08.06.2021	<i>Оформление ВКР</i>	14

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Сорокин Павел Владимирович	к.т.н.		13.02.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	к.т.н.		13.02.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы	ОЭИ
Уровень образования	бакалавриат	Направление	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта не более 700 000 рублей.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,5 баллов из 5.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка на отчисление во внебюджетные фонды для учреждений 30,2%. Коэффициент накладных расходов 0,16.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости выполняемых работ; Расчет материальных затрат, расчет основной и дополнительной зарплаты исполнителей проекта; Отчисления во внебюджетные фонды.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет уровней эффективности НИ и оценка ее эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		27.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович		27.02.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Тема ВКР:

Акустический выключатель освещения	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – устройство «Акустический выключатель света» Рабочая зона – 4 корпус ТПУ, аудитория 212. В процессе работы осуществляется взаимодействие с оловянным припоем, канифолью, флюсом, паяльной пастой, паяльной станцией, электронные приборы. Область применения – бытовая, в коммерческой и жилой недвижимости, в качестве устройства управления LED освещением
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.4.299-2015 и ТК РФ от 29.12.2020 N477-ФЗ Законодательные и нормативные документы по теме: Федеральный закон от 30.12.2020 г. №503 – ФЗ; ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ; СанПиН 2.2.4.548-96; СанПиН 1.2.3685-21; СН 2.2.4/2.1.8.562-96; ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ; ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ; ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ; СП 52.13330.2016; НПБ 105-03; СОУТ ТПУ 2019; Конституция Российской Федерации
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – Взаимодействие с вредными веществами при пайке устройства; – Недостаточная освещённость рабочей зоны; – Отклонение показателей микроклимата; – Повышенный уровень шума; – Повышенный уровень электромагнитных излучений. Психофизические факторы: <ul style="list-style-type: none"> – Монотонность труда; – Эмоциональные и физические перегрузки. Опасные факторы:

	<ul style="list-style-type: none"> – Работа с электрическим током; – Короткое замыкание; – Статическое электричество; – Термическая опасность.
3. Экологическая безопасность:	<p>Атмосфера: испарение вредных веществ, содержащихся в припое, флюсе (с примесями свинца), паяльной пасте.</p> <p>Гидросфера: химическое загрязнение водотоков в результате смывания остатков используемого флюса, припоя, попадание частей проводов в водосток.</p> <p>Литосфера: отходы и утилизация техники и периферийных устройств, а также люминесцентных ламп и макулатуры.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Перечень наиболее возможных ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар – Взрыв – Терроризм – ЧС природного характера – Пандемия <p>Наиболее вероятная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар при работе с паяльной станцией

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева Ирина Ивановна	-		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Хасанов Максим Рифатович		01.03.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 85 страниц, 32 рисунка, 23 таблицы, 37 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: акустический выключатель, многофункциональный выключатель, выключатель освещения, умный дом, акустический выключатель света.

Объектом исследования является разработка акустического выключателя освещения.

Цель работы – разработка акустического выключателя освещения (светодиодной ленты); проведение моделирования; написание программы управления освещением.

В процесс работы над проектом проводилось изучение принципов работы акустических выключателей, изучение программной среды Arduino IDE. Моделирование схемы проводилось в NI Multisim 14.2, электрическая принципиальная схема и плата были выполнены в САПР Altium Designer 19.

В результате исследования была разработана схема электрическая принципиальная, создана 3D-модель печатного узла устройства, написан программный код для управления подключенной лентой.

В будущем планируется довести устройство до готового продукта, спроектировать корпус, обеспечить питание от 220В.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 30.04.2021).

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание).

СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой).

ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов.

ГОСТ Р 52105-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения

ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами.
Рекомендации по утилизации отходов бумаги.

ФЗ-123, НПБ 104-03 Проектирование систем оповещения людей о
пожаре в зданиях и сооружениях.

ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры
конструкции.

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

МК – микроконтроллер

Оглавление

Введение.....	16
1 Обзор выключателей освещения.....	17
1.1 Типы выключателей освещения.....	17
1.2 Акустические выключатели.....	19
1.3 Схемы акустических выключателей.....	21
1.4 Патентный поиск.....	25
1.5 Обзор готовых устройств.....	25
2 Разработка электронной части.....	29
2.1 Датчик звука.....	30
2.2 Микроконтроллер.....	35
2.3 Питание устройства.....	37
2.4 Светодиодная лента WS2812b.....	38
3 Создание макета, тестирование и программирование устройства.....	41
3.1 Тестирование узлов устройства.....	41
3.2 Программирование микроконтроллера.....	42
3.3 Сборка макета датчика звука.....	44
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 49	
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	49
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	49
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	50
4.1.3 SWOT-анализ.....	51
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	53
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	53
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	54
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	55
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	57
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	63
4.4 Вывод по разделу финансовый менеджмент.....	66
5 Социальная ответственность.....	67

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	67
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	67
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	68
5.2 Производственная безопасность	69
5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	69
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия	70
5.3 Экологическая безопасность.....	75
5.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду	75
5.3.2 Анализ влияния объекта разработки на окружающую среду	76
5.3.3 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	76
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
5.4.1 Анализ возможных чрезвычайных ситуаций.....	77
5.4.2 Анализ наиболее вероятной чрезвычайной ситуации	77
5.5 Вывод по разделу	79
Заключение	80
Список используемых источников.....	81
Приложение А Схема электрическая принципиальная ФЮРА.648322.020 ЭЗ	86
Приложение Б Перечень элементов ФЮРА.648322.020 ПЭЗ	88
Приложение В Код программы управления LED лентой	90
Приложение Г Код акустического выключателя с двумя нагрузками	91
Приложение Д Календарный план-график проведения НИОКР	94

Введение

Цифровизация жизни человека является одним из основных трендов современности. Системы «умных домов» начинают включать в себя огромное количество модулей для контроля и управления различными системами, в это время компании-гиганты в сфере электроники ведут гонку за лидерство на рынке умных домов. Простейшие варианты умных устройств становятся более доступными для всех слоев населения. Начиная с использования простейших систем, человек повышает удобство пользования устройства, а также может уменьшить свои расходы на электроэнергию, водоснабжение и др.

В настоящий момент, учитывая эпидемиологическую ситуацию в мире, системы дистанционного управления чем-либо получили большое распространение, работодатели и сами люди начинают задумываться о чистоте всех поверхностей, с которыми может контактировать человек, где могут концентрироваться вирусы. Физический контакт пытаются заменить дистанционным управлением с помощью смартфонов, датчиков движения, звука и др.

Первым и самым легким вариантом совершенствования любого помещения является установка автоматической или полуавтоматической системы управления освещения, без использования примитивных выключателей. Такие устройства являются шагом в современный мир технологий и систем умных домов, которые с каждым годом становятся умнее и умнее, а также сильно упрощают жизнь современного человека. Данные выключатели просты в установке и использовании, а также достаточно недорогие для интеграции в различные типы освещения.

В данной работе представлена разработка акустического выключателя освещения, с использованием нагрузки в виде LED ленты.

1 Обзор выключателей освещения

Освещение играет большую роль как полезный общефизиологический фактор, который способствует появлению благоприятного для отдыха или работы психического состояния людей и имеет важное санитарно-гигиеническое значение. С улучшением освещения почти во всех случаях повышаются производительность труда (и иногда значительно - на 15% и более) и качество работы, понижается производственный травматизм, а на улицах и дорогах - аварийность транспорта. Затраты на улучшение освещения в большинстве случаев быстро окупаются экономически.

Выключателем освещения называется электрический прибор, который соединяет и разъединяет цепи питания приборов. Чаще всего выключатели используются для управления осветительными приборами, системами вентиляции и обогрева, кондиционирования и др. Выключатели имеют два типа установки: скрытая (при монтаже скрытой проводки) и внешней (при монтаже проводки открытым способом).

На данный момент выключатели могут управляться следующими способами: нажатием на клавишу, переключением тумблера, натяжением или отпусканием шнура, перемещением ползунка, включением кнопки, датчика движения, сенсорной панелью, интенсивностью падающего светового потока, дистанционным пультом.

1.1 Типы выключателей освещения

Клавишный выключатель является самым распространенным видом данных устройств. Замыкание и размыкание электрической цепи происходит при переключении клавиши из одного положения в другое. Выпускаются выключатели с различным количеством клавиш, которые подключаются к различным приборам. Данный тип недорогой и удобен в использовании, пригоден к ремонту, но при этом имеет низкий ресурс работы, не имеет возможности регулировки интенсивности свечения, только два положения работы – включен и выключен.

Диммеры – выключатели с регулятором. Данный тип представляет собой подобие реостата, при изменении положения регулятора изменяется ток, поступающий к нагрузке. С помощью такого выключателя можно регулировать интенсивность освещения поворотом управляющего колеса. Плюсом диммеров заключается в экономии энергии и простоте использования, при этом данные устройства имеют сравнительно большую цену и могут работать не со всеми типами нагрузок/ламп (некорректно работают с светодиодными светильниками и лампами).

Сенсорные выключатели являются новшеством в данной сфере. Они имеют длительный срок работы за счет отсутствия механических частей в своей конструкции и работают от прикосновения к панели самого выключателя. Данные выключатели могут иметь дополнительные функции такие как плавная регулировка освещения и автоотключение. Плюсом сенсорной панели является ее простота в использовании, но при этом данные выключатели имеют более высокую цену чем диммеры.

Дистанционные выключатели работают с помощью передачи сигнала от пульта к блоку управления. Функционал устройства подобен сенсорному. Данный тип устройств может комбинироваться с сенсорным выключателем. Как и предыдущие выключатели, дистанционное управление не очень распространено, так как имеют высокую цену, а также проблемы с пультами управления (постоянная смена батареек, потеря пульта, путаница в устройствах). Но есть и плюсы: удобное управление с любой точки комнаты (пульта имеют достаточное расстояние для подачи сигнала чтобы можно было управлять светом по всей комнате), простота в установке.

Акустические выключатели – это выключатели которые переключают положение ключа от подачи звукового сигнала определенной громкости, громкого звука или хлопка в ладоши. Подобные устройства часто можно встретить на лестничных площадках, где они реагируют на шум в подъезде и включают освещение, а также выключают освещение по истечению таймера. Чаще всего данные устройства дублируются с клавишными выключателями.

Основным плюсом является простота в использовании, так как нет необходимости искать выключатель в темноте или же идти до него. Однако акустические выключатели не всегда могут реагировать на громкий звук с первого раза, а также порой могут происходить ложные срабатывания [1].

1.2 Акустические выключатели

Акустический (звуковой) выключатель – это электронный прибор, который замыкает и размыкает цепь от зафиксированного звука. Данные системы созданы для управления различными устройствами в помещениях дистанционно, без контакта и прикосновения к тумблерам и выключателям. Его можно использовать для управления освещением в доме, телевизором, музыкальной аппаратурой и другими бытовыми приборами. Акустический выключатель делает пользование электрическими устройствами более простым и удобным. Подобные системы являются частью умного дома. Акустические выключатели могут работать с различными типами ламп – накаливания, энергосберегающими, галогенными, светодиодными, люминесцентными и др. Данный тип устройств имеет относительно малые размеры (немного больше спичечного коробка), чтобы была возможность установки в закрытые площадки. Пример устройства приведен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Акустический выключатель освещения

Существуют следующие типы акустических выключателей:

- Прибор, реагирующий на хлопок. Данные устройства программируются при каком количестве хлопков будет выполняться та или иная команда;
- Прибор, реагирующий на голос или заранее прописанную команду. Аналогично с предыдущим прибором программируется на ту или иную команду;
- Комбинированные устройства (например, светоакустический выключатель). В них могут быть установлены звуковые, световые датчики или сенсоры движения. Это наиболее технологические устройства, у которых риск ложного срабатывания максимально снижен;
- Устройства для слаботочных систем, используются для подключения видеокамер или передачи команды охране [3].

Акустические выключатели стали популярны благодаря удобству применения. Они полезны для пожилых людей, лежачих больных и маленьких детей. Приборы такого класса уже активно используются в системе «умный дом». Звуковые выключатели оптимально подходят для сравнительно тихих помещений в доме, где достаточно мало звуков, которые могут быть похожими на хлопки. Монтировать подобные системы в шумных местах и в помещениях может быть нецелесообразно для дешевых версий, более дорогие устройства спокойно справляются со своей функцией даже с учетом множества шумов и различных звуков. Рассмотрим основные плюсы и минусы данного типа устройств.

Важнейшим преимуществом звукового переключателя перед классическим является простота и удобство в использовании. Пользователю нет необходимости использовать лишние провода и проектировать кабель канал для выключателя, что значительно может снизить затраты при работе с ними. Также к плюсам можно отнести следующее: работа с любыми электроприборами или источниками света; возможность включения и

выключения бытового прибора или света, находясь в любой точке комнаты; отсутствие лишних проводов; длительный срок службы; безопасность.

Основными недостатками являются следующие параметры: датчик способен распознавать звук, который необходим для включения, но порой могут возникать ложные срабатывания, которые зависят от точности настройки и фильтрации микрофона; ограниченная зона чувствительности, так на большой площади придется хлопнуть громче или подходить к сенсору.

1.3 Схемы акустических выключателей

Первая схемная реализация приведена на рисунке 1.2. Работает данное устройство от батарейки в 9-12В.

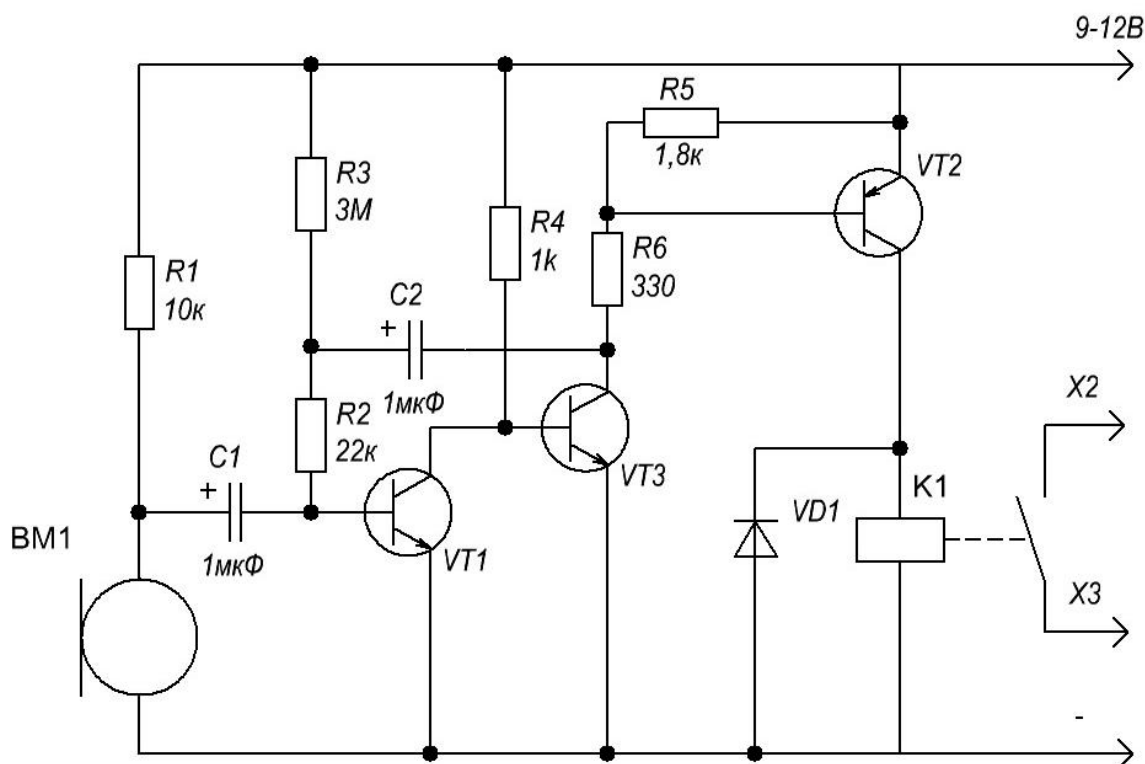


Рисунок 1.2 – Акустический выключатель на транзисторах

Данная схема представляет собой самый простой вариант хлопкового выключателя, которая основана на электретном микрофоне, усилителе с помощью двух транзисторов и управляемом реле. Сигнал с микрофона поступает на усилители, после которых идет на управляющий транзистор, в цепи которого находится реле, что замыкает или размыкает контакты подключенного устройства [4].

Схема имеет простое устройство, но при этом не пригодна для использования в жилых помещениях, так как не имеет возможности регулировки усиления сигнала с микрофона и может ловить простые шумы, которые будут переключать реле; схема имеет очень ограниченный функционал, так как может управлять лишь одним устройством, а также имеет ненадежный источник питания в виде батарейки, который имеет свойство разряжаться.

Вторая схемная реализация имеет возможность подстройки уровня срабатывания и основана на цифровом триггере (рисунок 1.3).

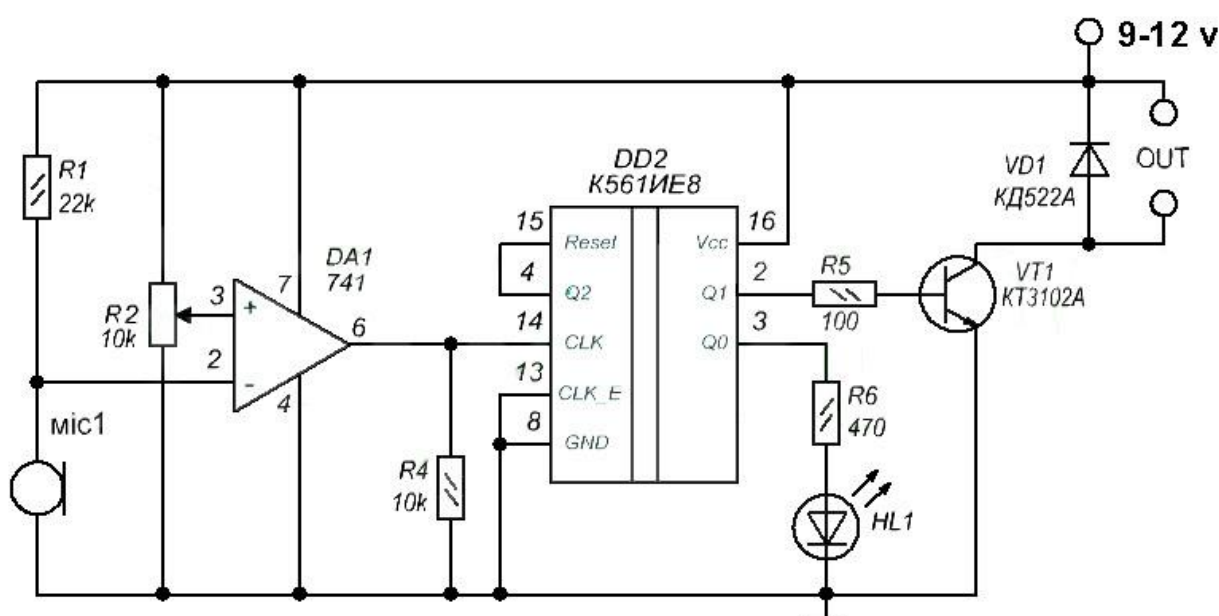


Рисунок 1.3 – Схема акустического выключателя на триггере

В данной схеме механические колебания на микрофоне преобразуются в электрический сигнал, который поступает на компаратор DA1. С помощью подстроечного резистора R2 устанавливается чувствительность срабатывания микрофона, уровень подбирается экспериментально и зависит от множества параметров. В качестве компаратора может быть использован любой операционный усилитель. Резистор R4 необходим для предотвращения ложного срабатывания. Следующей ступенью является микросхема DD2 – триггер. Она обеспечивает стабильное включенное либо выключенное состояние для нагрузки, светодиод используется для индикации состояния

нагрузки (горит – лог. 1, включенное состояние; погашен – лог. 0, выключенное состояние). Далее на выходе стоит транзистор для коммутации нагрузки, в данном случае к выходу OUT можно подключить реле как в предыдущей схеме. Питание схемы производится от блока питания или батарейки в 9-12В [5].

Приведенный вариант также прост, как и предыдущая схема, так как в ней использованы компоненты не требующие программирования и работы с микроконтроллером и ПО для них. Эта схема имеет аналогичные минусы: питание от батарейки в 9 В, подключаемая нагрузка ограничивается одним устройством, но при это имеется регулировка чувствительности срабатывания.

Третьим вариантом исполнения является схема на тринисторах с питанием от сети в 220В. Схема устройства приведена на рисунке 1.4.

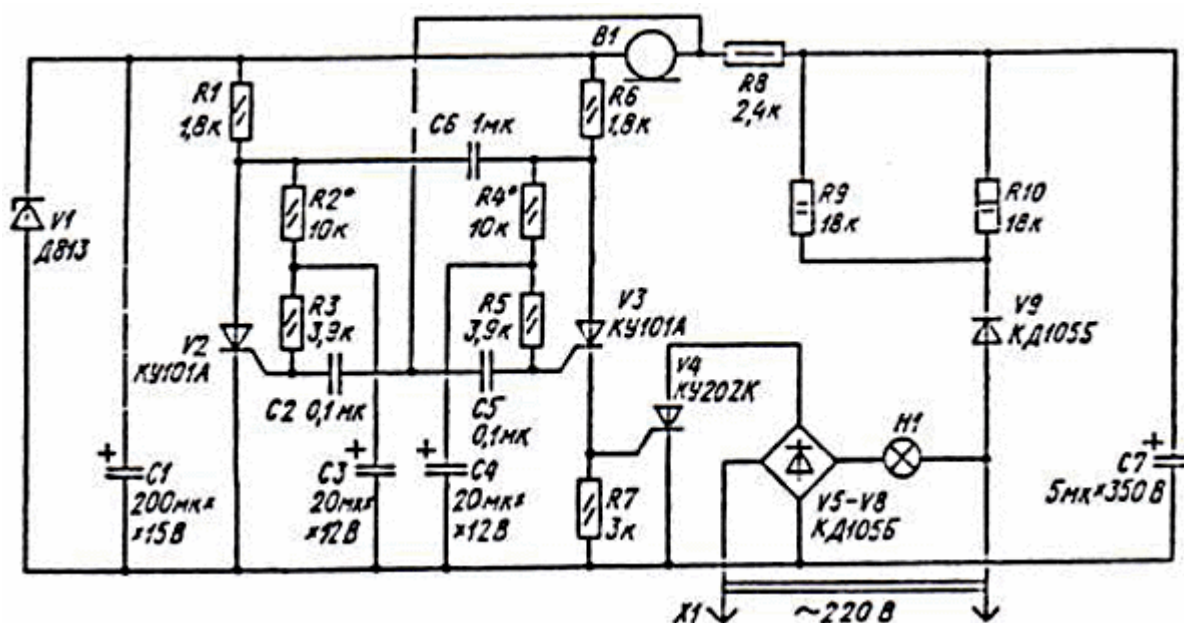


Рисунок 1.4 – Схема акустического выключателя на тринисторах

Данная схема работает на основе триггера из тринисторов (V2 и V3) и транзисторного ключа V4. Изменение состояния триггера производится с помощью подключённого микрофона, который с резистором R8 образует делитель напряжения. Сам ключ управляет лампой нагрузки H1. Устойчивое (вкл. или выкл.) состояние триггера будет, когда один из них включен, а

другой выключен. При появлении сигнала на микрофоне, триггер переключает свое состояние [4].

Относительно всех предыдущих схем, в данном варианте реализовано питание от сети 220В, что является огромным преимуществом. Но также отсутствует возможность подключения более чем 1 устройства в нагрузку цепи, а также схема может изменять состояния по постороннему шуму, так как отсутствует возможность подстройки по месту установки.

Четвертый вариант реализации является наиболее современным и востребованным, так как в своей схеме использует обработку сигнала с помощью микроконтроллера. Использование микроконтроллера позволяет увеличить количество подключаемых устройств как минимум до 10, а также позволяет работать со светодиодными лентами и другим устройствами со своим протоколом управления. Схема на основе микроконтроллера представлена на рисунке 1.5.

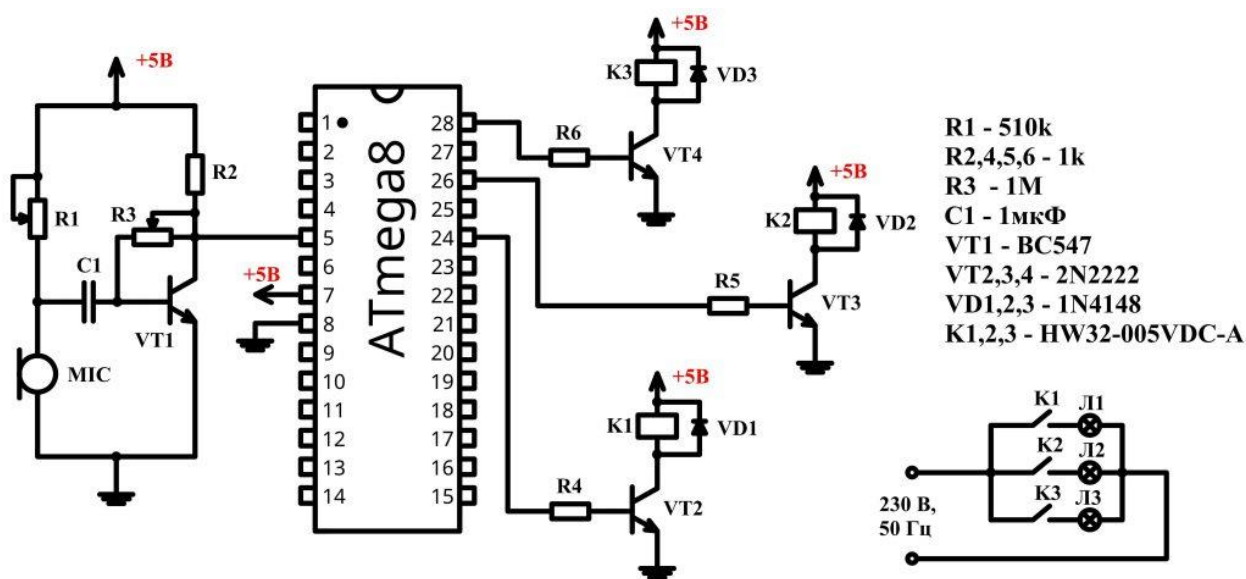


Рисунок 1.5 – Схема акустического выключателя на основе микроконтроллера

В данной схеме используется электретная микрофон с усилителем на транзисторе. С помощью резистора R1 регулируется чувствительность микрофона, с помощью R3 регулируется его усиление, усиленный сигнал с транзистора поступает на микроконтроллер для обработки. Количество

поступивших и зафиксированных импульсов будет сигнализировать о необходимости перевести тот или иной выход в инверсное состояние. Выходные цепи состоят из транзистора и управляемого реле, а также из шунтирующего диода, который защищает от перенапряжения из-за особенностей работы реле. Питание схемы осуществляется от 5В [6].

Преимуществом схемы является возможность подключения более чем 1 управляемого устройства, что встречается впервые, но схема питается лишь от 5В, которые необходимо обеспечить.

Таким образом, наиболее современной и работоспособной может являться схема с использованием микроконтроллера как обрабатывающего устройства. Использование микроконтроллера позволит не только расширить возможности подключения различных типов, видов нагрузок и управляемых устройств, но и возможность комбинирования с другими устройствами из серии «умный дом». Для управления светодиодной лентой является необходимым использование микроконтроллера.

Исходя из этого, за основу работы над акустическим выключателем освещения был взят вариант схемы с использованием микроконтроллера как коммутирующего устройства.

1.4 Патентный поиск

При патентном поиске не были найдены устройства с применением акустического или оптико-акустического датчика. Публикации в журналах содержат информацию о ранее разобранный схеме (рисунок 1.2) [9].

1.5 Обзор готовых устройств

CLAPS

Акустические выключатели данной серии представлены двумя вариантами: акустический выключатель SONIC PRO с настройкой на 1-2 хлопка в ладоши и акустический выключатель SONIC ONE на 1 хлопок с автоматическим выключением. Питание выключателя осуществляется от 220В, для управления нагрузкой/лампой используется реле, имеет 4 контакта

– 2 для питания устройства и 2 для подключения лампы. Выполнено в пластиковом корпусе. Модель представлена на рисунке 1.6 в сравнении с спичками. Параметры устройства: мощность подключаемой нагрузки – 1100 Вт, напряжение питания – 220В, условия эксплуатации – внутри жилого помещения [10].



Рисунок 1.6 – Устройство CLAPS

Экосвет-Р-200-Л

Блоки «Экосвет» – это энергосберегающие выключатели освещения для автоматического управления светом в темное время. Данный тип устройств работает со следующими лампами: накаливания, галогенная, люминесцентная, энергосберегающая, светодиодная лампы и светильники. На рисунке 1.7 приведен блок и его принцип подключения [11].

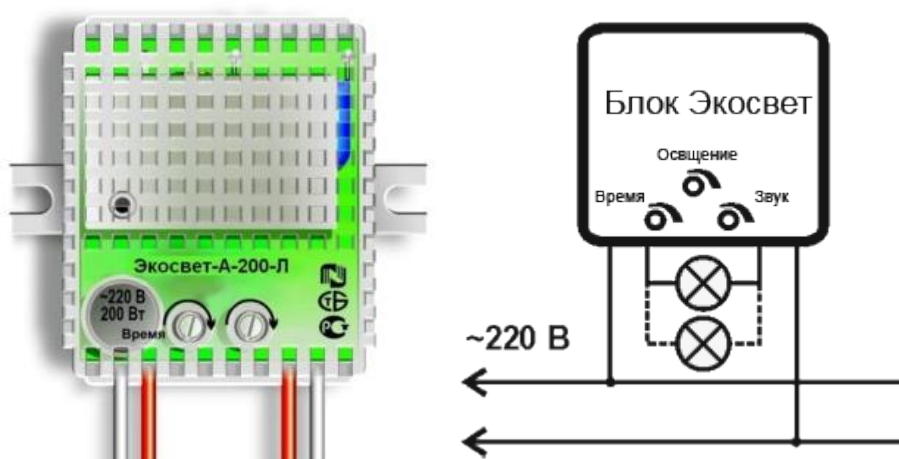


Рисунок 1.7 – Блок устройства Экосвет и принцип подключения

Принцип действия данного устройства основан на фиксации шумов, которые превышают пороговое значение при условии освещенности темного времени суток. Свет автоматически выключается через заданный (регулируемый) интервал времени, если нету шумов. На блоке имеются 3 варианта регулировок: время выключения (от 5 секунд до 15 минут), уровень освещения при котором блок будет работать и уровень шума. Параметры устройства: мощность нагрузки – до 300 ватт; чувствительность микрофона – 30-150 децибел; напряжение питания – 220 В. Устройство подобной компоновки также имеет версию «хлопкового» выключателя с возможностью регулировки чувствительности.

Акустический выключатель Таймыр TDM Electric

Представляет собой энергосберегающий акустический выключатель, реагирующий на шум в комнате, предназначен для управления электричеством и освещением в гостиницах. Принцип работы схож с ранее рассмотренным блоком Экосвет, но устройство выполнено в форм-факторе настенного выключателя. Имеет возможность информировать рабочий персонал гостиницы. Заявленная мощность подключаемой нагрузки 2кВт. Акустический выключатель Таймыр изображен на рисунке 1.8 [12].



Рисунок 1.8 – Акустический выключатель Таймыр

Исходя из приведенного обзора литературы, на данный момент нет достаточно простого и функционального устройства, которое могло бы управлять как обычными лампами накаливания, подключенными к 220В, так и светодиодными лентами, которые имеют собственный протокол данных и специфичное управление. Рассмотренные варианты устройств и чаще всего предлагают управление лишь одним устройством (имеется вариант подключения нескольких, но управление будет происходить как одним целым) и управления шумом, что не всегда является удобным для пользователя.

Таким образом была поставлена задача разработки устройства с возможностью подключения нескольких устройств, работой которых можно управлять, а также с возможностью работы с светодиодной лентой модели WS2812b, которая имеет широкое распространение и достаточный функционал для использования в качестве светильников и светового украшения комнат.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Темой выпускной квалификационной работы является разработка устройства для автоматизации и упрощения управления освещением в жилых помещениях, учебных аудиториях, рабочих местах для применения в качестве местного освещения. Данное устройство «Акустический выключатель освещения» является актуальным для пользователей различных возрастов и с различными задачами.

Устройство универсально и может иметь разные модификации, в зависимости от количества подключаемых модулей, управлением которыми производится с помощью данного выключателя (LED ленты, светильники 220В, электрические приборы). Таким образом, устройство может быть задействовано как при индивидуальном использовании, так и в промышленных целях.

Основываясь на областях применения устройства и целях использования проектируемого устройства, произведена сегментация рынка (таблица 4.1).

Исходя из таблицы уровень конкуренции при индивидуальном использовании в качестве управления LED ленты низок, при этом для остальной части на рынке представлены конкурентные продукты с разным функционалом, так как данный тип устройств имеет разные варианты исполнения. В промышленном сегменте управление местным освещением имеет одинаковую конкуренцию с индивидуальным, а также имеет более низкий спрос при управлении источниками света во всем помещении, из-за

начального уровня интеграции систем умного управления только в жилые помещения.

Таблица 4.1 – Карта сегментации

		Область применения		
		Управление LED лентой (местное освещение)	Управление электроприборами	Управление источниками света помещения
Необходимость	Индивидуальная	Низкий уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции	Высокий уровень конкуренции
	Промышленная	Низкий уровень конкуренции	Низкий уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В качестве объектов сравнения были рассмотрены акустические выключатели Экосвет-Х-200-Л и «Таймыр» TDM так как являются самыми распространенными моделями на рынке. Сравнение проводилось по критериям оценки технической части и экономической части устройства с присвоением веса критерия, данные приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнительная оценка устройств

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Функциональная мощность (возможности управления)	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
2. Удобство монтажа	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4

Продолжение таблицы 4.2

3.Надежность	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
4. Уровень материалоемкости разработки	0,08	3	4	3	0,24	0,32	0,24
5. Точность срабатывания	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,12	4	4	5	0,48	0,48	0,6
2. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Финансирование научной разработки	0,08	3	4	4	0,24	0,32	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
5. Послепродажное обслуживание	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Итого:	1				3,99	3,85	3,89

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Преимущества устройства заключаются в расширенном функционале управления устройствами нагрузки, а именно в возможности управления специфичными устройствами (LED ленты, электронные приборы), а также в возможности подключения более 1 устройства.

Преимущества конкурентов заключаются в более глубоком проникновении на рынок и лучшем финансировании проекта, а также в возможности питания от сети без применения внешнего блока питания.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

Для исследования внешней и внутренней среды проекта проведен SWOT-анализ (таблица 4.3), в котором описаны сильные и слабые стороны

проекта, а также выявлены возможности и угрозы при реализации проекта, которые могут проявиться в его внешней среде.

Таблица 4.3 –SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>C1: Перспективность технологии;</p> <p>C2: Отсутствие полных аналогов на рынке;</p> <p>C3: Удобство эксплуатации.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1: Внешний блок питания, невозможность подключения напрямую к сети.</p> <p>Сл2: Значительные временные и интеллектуальные затраты при проектировании.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1: Увеличение стоимости конкурентных устройств.</p> <p>V2: Появление спроса на функциональный продукт</p> <p>V3: Применение устройства в учебных заведениях для оборудования рабочих мест</p>	<p>Из-за отсутствия аналогичных устройств на рынке, может появиться дополнительный спрос, так как во многом устройство может заменять собой несколько более простых аналогов. А также при нестабильной эпидемиологической обстановке появился спрос на беспроводные устройства.</p>	<p>Более квалифицированные специалисты могут увеличить темпы и качество разработки. При повышении стоимости менее функциональных конкурентных разработок сделает более выгодным приобретение нашей разработки</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие спроса при появлении новой технологии.</p> <p>У2: Отсутствие финансирования;</p> <p>У3: Появление более удобных и развитых аналогичных технологий;</p> <p>У4: Полный запрет на использование зарубежных компонентов.</p>	<p>Применение современных технологий и отсутствие прямых аналогов увеличит спрос и интерес. Современность устройства может помочь найти иные источники финансирования для развития проекта.</p>	<p>Отсутствие спроса на современное устройство может замедлить время выхода на рынок и понизить квалификацию персонала (малая оплата труда). Недостаток финансирования может значительно замедлить срок выхода устройства, а также его качество. Запрет на закупки иностранных компонентов может увеличить стоимость устройства, а также разработки.</p>

Интерактивная матрица проекта, где указана степень влияния факторов друг на друга представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны			Слабые стороны	
		С1	С2	С3	Сл1	Сл2
Возможности проекта	В1	-	+	-	-	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	-	0
Угрозы проекта	У1	+	+	-	+	+
	У2	+	-	-	+	+
	У3	+	+	-	+	+
	У4	-	-	0	+	+

Таким образом, наличие сильных сторон устройства позволяют более быстро выйти на рынок, а также при наличии широкого функционала, устройство может получить большой спрос. Но при этом проект уязвим перед появлением прямых конкурентов, низкой квалификацией персонала, а также низким уровнем финансирования.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При планировании научно-исследовательской работы необходимо определить структуры работ в рамках научного исследования, участников каждой работы, установить продолжительность работ, а также построить график проведения научных исследований.

Рабочая группа, участвующая в выполнении научных исследований, может варьироваться и состоять из научных сотрудников, преподавателей, инженеров, техников и лаборантов, численность которых также варьируется и устанавливается в зависимости от работ, которые необходимо выполнить данной группе исполнителей.

В таблице 4.5 представлены основные этапы работ, их содержание и исполнители.

Таблица 4.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор направления исследований	Студент, Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Составление и утверждение технического задания	Студент, Научный руководитель
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Студент, Научный руководитель
Проектирование и разработка устройства	5	Построение электрической схемы	Студент, Научный руководитель
	6	Моделирование работы устройства	Студент
	7	Подбор компонентов	Студент
	8	Трассировка печатной платы	Студент, Научный руководитель
	9	Написание программного кода устройства	Студент
Проектирование и разработка устройства	10	Макетирование узлов устройства	Студент
	11	Сборка устройства и проведение тестов	Студент, Научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	12	Анализ полученных результатов	Студент, Научный руководитель
	13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, Научный руководитель
Оформление отчета	14	Составление пояснительной записки	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одним из важных этапов в научном исследовании является определение трудоемкости работ каждого участника, т.к. трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки.

Трудоемкость выполнения работ оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.2)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, где работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика длительности каждого этапа следует перевести из рабочих дней в календарные, для этого воспользуемся формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4.5)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

В 2021 году 365 календарных дней, из них 52 выходных и 14 праздничных дней. Тогда коэффициент календарности равен:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (5.6)$$

Все рассчитанные значения сведены в таблице 5.7.

Таблица 4.7 – Временные показатели проведения научного исследования (Р – научный руководитель, С – студент)

Номер работы (Таблица 4.5)	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работ в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни							
	Р	С	Р	С	Р	С	Р	С	Р	С	Р	С
1	2	2	7	5	4	3,2	+	+	2	1,6	3	2
2	5	5	14	14	8,6	8,6	+	+	4,3	4,3	6	6
3	20	15	30	25	24	19	-	+	24	19	36	28
4	2	2	7	7	4	4	+	+	2	2	3	3
5	20	15	30	20	24	17	+	+	12	8,5	18	13
6	5	5	15	15	9	9	-	+	9	9	13	13
7	5	5	15	10	9	9	+	+	4,5	4,5	7	7
8	10	10	25	20	16	14	-	+	16	14	24	21
9	30	30	45	45	36	36	-	+	36	36	53	53

Продолжение таблицы 4.7

10	20	20	35	30	26	24	-	+	26	24	39	36
11	20	20	35	35	26	26	-	+	13	13	19	19
12	10	10	20	20	14	14	+	+	7	7	10	10
13	3	3	10	10	5,8	5,8	+	+	2,9	2,9	4	4
14	15	10	20	15	17	12	-	+	17	12	25	18
Итого											260	233

На основе полученных данных был построен календарный план – график в виде диаграммы Ганта, приведен в таблице Д.1 (приложение Д).

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. материальные затраты НТИ;
2. затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
3. основная заработная плата исполнителей темы;
4. дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
6. затраты на научные и производственные командировки;
7. контрагентные расходы;
8. накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (4.6)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Расчет всех материальных затрат приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Материальные затраты проекта

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, руб.	Σ , руб.
Светодиодная лента	1	400	400
Микроконтроллер Arduino Nano	1	700	700
Проводники	15	10	150
Блок питания 5В	1	400	400
Электронные компоненты	1	1000	1000
Печатная плата	2	2200	2210
Флюс	1	250	250
Припой	1	100	100
Итого			5210

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работы. Так как было использовано ранее купленное оборудование, то был произведен расчет амортизации основных производственных фондов. Расчет амортизации производился по следующей формуле:

$$A = \frac{\text{Стоимость ОС} \cdot \text{Норма амортизации}}{100\%}. \quad (4.7)$$

Затраты на спецоборудование с учетом амортизационных отчислений приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Затраты на специальное оборудование

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Норма амортизации	Срок службы оборудования, год	Амортизация ежемесячная, руб/мес.
Блок питания	50000	10	10	417
Осциллограф	65000	10	10	542
Персональный компьютер	35000	33,3	3	963
Паяльная станция	10000	6,67	15	56
Мультиметр	5000	10	10	208
Итого в месяц				2186
Итого за период исследования (9 месяцев)				19674

Основная заработная плата исполнителей проекта

Расчет основной заработной платы работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле:

$$Z_{\text{ЗП}} = Z_{\text{ОСН}} + Z_{\text{ДОП}}, \quad (4.8)$$

где: $Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{ДОП}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{ОСН}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{ОСН}}$) руководителя (ассистента) рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{ОСН}} = Z_{\text{ДН}} \cdot T_{\text{Р}}, \quad (4.9)$$

где: $Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{Р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.10)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M = 10,4$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года (48 дней отпуска, 6-дневная неделя)

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн., в соответствии с таблицей 4.10.

Таблица 4.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
– Выходные дни:	52	52
– Праздничные дни:	14	14
Потери рабочего времени:		
– Отпуск	48	48
– Невыходы по болезни	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	245

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.11)$$

где $Z_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент равный 0,3 (т.е. 30 % от $Z_{\text{ТС}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Рассчитанные значения основной заработной платы приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$Z_{ТС}$, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{М}$, руб	$Z_{дн}$, руб	$T_{р}$, раб.дн	$Z_{осн}$, руб
Исполнение 1									
Руководитель	К.т.н.	15000	0,3	0,3	1,3	31200	1664	48	79872
Студент	-	15000	0,3	0,3	1,3	31200	1664	176	292864
Итого $Z_{осн}$									372736
Исполнение 2									
Руководитель	К.т.н.	15000	0,3	0,3	1,3	31200	1664	44	73216
Студент	-	15000	0,3	0,3	1,3	31200	1664	158	262912
Итого $Z_{осн}$									336128

Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.12)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным от 0,12 до 0,15).

Рассчитанные значения дополнительной заработной платы приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	$k_{доп}$	Дополнительная заработная плата, руб
Исполнение 1			
Руководитель	79872	0,13	10383,4
Студент	292864	0,13	38072,3
Итого $Z_{доп}$			48455,7
Исполнение 2			
Руководитель	73216	0,13	9518,1
Студент	262912	0,13	34178,56
Итого $Z_{доп}$			43690,7

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды, согласно законодательству РФ, они являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.14)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Рассчитанные значения отчислений во внебюджетные фонды приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Отчисление во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Общая заработная плата, руб.
Исполнение 1			
Руководитель	79872	10383,4	90255,4
Студент	292864	38072,3	330936,3
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды			0,3
Итого			126357,5
Исполнение 2			
Руководитель	73216	9518,1	82734,1
Студент	262912	34178,56	297090,56
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды			0,3
Итого			113947,4

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot \Sigma, \quad (4.15)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$Z_{\text{накл1}} = (5210 + 19674 + 372736 + 48455,7 + 126357,5) \cdot 0,16 = 91589,32.$$

$$Z_{\text{накл2}} = (5210 + 19674 + 336128 + 43690,7 + 113947,4) \cdot 0,16 = 82984,1.$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб		Примечание
	Исполнение 1	Исполнение 2	
1. Материальные затраты НИИ	5210		Таблица 5.8
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	19674		Таблица 5.9
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	372736	336128	Таблица 5.10
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	48455,7	43690,7	Таблица 5.11
5. Отчисления во внебюджетные фонды	126357,5	113947,4	Таблица 5.12
6. Накладные расходы	91589,32	82984,1	
Итого	664022,52	604634,2	Сумма ст. 1-6

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.16)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.17)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки; устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{664022,52}{664022,52} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{604634,2}{664022,52} = 0,91$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
Способствует росту производительности труда	0,15	4	5
Функционал (соответствует требованиям)	0,15	5	5
Надежность	0,25	5	4
Энергосбережение	0,05	4	5
Безопасность	0,2	5	5
Итого	1	-	-

Таким образом, показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 = 3,8.$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 = 3,75.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{3,8}{1} = 3,8.$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} = \frac{3,75}{0,9} = 4,17.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.16) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\Theta_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}. \quad (4.18)$$

Тогда сравнительная эффективность для исполнения 1 и исполнения 2 соответственно равны:

$$\Theta_{\text{ср1-2}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{3,8}{4,17} = 0,911.$$

$$\Theta_{\text{ср2-1}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{4,17}{3,8} = 1,097.$$

Сравнение эффективности разработок представлено в таблице 4.16

Таблица 4.16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,8	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	3,8	4,17
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,911	1,097

4.4 Вывод по разделу финансовый менеджмент

В ходе работы над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен сравнительный анализ двух вариантов выполнения проекта (разный срок выполнения). При анализе бюджетов было определено, что бюджет первого исполнения составляет – руб., а бюджет второго исполнения составляет – руб. После определения сравнительной оценки эффективности можно сделать вывод, что наиболее эффективным и выгодным вариантом исполнения проекта является 2 вариант, в котором срок выполнения всего спектра работ уменьшен на 1 месяц.

5 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку и создание устройства системы управления освещением в помещении с помощью акустических сигналов (хлопками, щелчками, голосом и др.) Основной функцией данной устройства является способность включать и выключать освещение бесконтактно, с помощью звука (хлопка), дополнительной функцией является возможность регулирования яркости освещения. Основным предназначением данного устройства является использование в сфере автоматизации домов, офисных помещений.

Разработка устройства предполагает создание и проектирование принципиальной схемы, проектирование печатной платы, макетирование устройства на основе имеющихся отдельных блоков.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) работник имеет право на:

- 1) рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- 2) обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- 3) отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- 4) обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

5) внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [24].

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место (4 корпус, аудитория 212) должно соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя» [25].

Рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса. Рабочее место должно занимать площадь не менее чем 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота рабочей поверхности над уровнем пола должна быть 905 мм (или 870 мм), что соответствует тонким работам, а именно монтажу радиодеталей. Оптимальные размеры поверхности стола 1600x1000 кв. мм., также под столом должно быть пространство для ног глубиной 650 мм. Клавиатура ПК должна находиться не более чем в 300 мм от края рабочего стола, расстояние от глаз до экрана монитора должно составлять от 40 до 80 см. Рабочий стол должен иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключая онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе за рабочим столом.

Рабочее место в 4 корпусе аудитории 212 соответствуют требованиям, изложенным в ГОСТ 12.2.032-78 [25].

Работу с пайкой и использованием припоев с содержанием свинца регулирует ТИ Р М-075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником» [26]. Процесс пайки элементов сопровождается вредными испарениями в

атмосферу, а также происходит загрязнение рабочей поверхности. Требованиями для рабочего места в ауд. 212 являются:

1) Технологию процесса целесообразно строить таким образом, чтобы операции пайки были на участке максимально сосредоточены.

2) Отделка помещений, а также воздуховодов, коммуникаций, отопительных приборов и т.п. должна допускать их очистку от пыли и периодическое обмывание.

3) Расходуемые сплавы и флюсы должны помещаться в тару, исключающую загрязнение рабочих поверхностей свинцом.

4) Рабочие места должны обеспечиваться пинцетами или другими специальными инструментами, предназначенными для перемещения изделий или сплава, обеспечивающими безопасность при пайке.

5) Мытье полов на участке следует производить после окончания каждой рабочей смены. Сухие способы уборки не разрешаются [26].

Рабочее место соответствует требованиям.

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

В таблице 5.1 приведены вредные и опасные факторы, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [27]. Были выбраны те факторы, которые возникают при разработке, изготовлении и эксплуатации устройства.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы рабочего места

Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Взаимодействие с вредными веществами при пайке устройства		+		ГОСТ 12.1.007-76
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016
Превышение уровня шума	+	+	+	СП 51.13330.2011
Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+		ГОСТ 12.4.011-89
Работа с электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017
Короткое замыкание	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017
Статическое электричество	+	+	+	ГОСТ 12.4.124-83
Термическая опасность		+		ТИ Р М-075-2003
Монотонность труда	+	+		ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ
Эмоциональные и физические перегрузки	+	+		СанПиН 1.2.3685-21

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия

При изготовлении итогового устройства применяется процесс пайки, который предполагает собой взаимодействие с припоем, флюсом, паяльной пастой, имеющими в своем составе соединения и элементы вредные для

человеческого организма, которые имеют токсичное и раздражающее действия. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 [28] в местах работы с вредными веществами должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ, а также выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий. Вредные вещества, выделяющиеся при операции пайки, лужения и обжиге изоляции проводов поступают в воздух рабочей зоны в виде паров, газов и аэрозолей. Предельно допустимой концентрация для используемого припоя ПОСб1 (1 класс опасности) является значение: ПДК в воздухе 0,01 мг/м³ (по свинцу). Так как аудитория проходит постоянный контроль по соблюдению безопасности труда, то данные показатели находят в норме и не превышают заданное значение. Для предотвращения воздействия при работе должна быть использована специальная одежда и средства индивидуальной защиты, вентиляция, халат хлопчатобумажный, фартук, защитные перчатки, защитные очки.

Рабочая аудитория относится к категории Ia [29]. Работы производятся сидя с незначительным физическим напряжением. В таблице 5.2 приведены оптимальные параметры показателей микроклимата на рабочем месте для соответствующей категории помещений.

Таблица 5.2 – Оптимальные показатели микроклимата Ia

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Для поддержания микроклимата в аудитории производится ежедневная влажная уборка, а также помещение проветривается после каждого часа работы. Помещение имеет водяное отопление, для поддержания температуры

в холодный период, а также систему кондиционирования. В соответствии «Специальной оценка условий труда в ТПУ 2019» микроклимат аудитории 212, 4 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Рабочее место имеет естественное боковое одностороннее освещение, а также лампы искусственного освещения. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы ПК были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно справа. Искусственное освещение равномерное. На рабочих местах применяются комбинированные системы освещения, для местного освещения применяются светильники с непросвечивающими отражателями. Освещенность поверхности стола в зоне работы соответствует норме (от 300 до 500 лк). Освещение не создает бликов на экране ПК [30].

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [31]. Источником шума в помещении аудитории может быть вытяжка, система охлаждения ПК, работа электронных приборов (осциллограф, блок питания, паяльная станция). В соответствии с СП 51.13330.2011 «Защита от шума» максимальным допустимым значением для учебных кабинетов, аудиторий образовательных организаций является 55 Дб. Так как данная аудитория проходит контроль показателей работы, то показатель шума находится в норме и не превышает заданное граничное значение. В качестве защиты (при превышении максимального уровня) применяют следующие средства: использование звукоизоляции, устранение источников шума (ремонт и своевременное обслуживание систем охлаждения), применение звукопоглощающих материалов.

При работе за ПК имеется повышенное воздействие электромагнитного поля, а также повышенная напряженность электростатического поля. Допустимые уровни электромагнитных и электростатических полей приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Допустимые уровни ЭМП

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	-	15 кВ/м

Для уменьшения влияния данного фактора следует делать перерывы при работе с ПК. Средствами защиты от повышенной напряженности являются:

- Защитные заземления;
- Оградительные устройства;
- Изолирующие устройства и покрытия;
- Использование экранирования источника излучения;
- Установка санитарно-защитной зоны;
- Увлажнение помещения (для увеличения интенсивности стекания статических зарядов с поверхностей в воздух) [29].

При работе с электроникой, электронными компонентами и электронным оборудованием одним из основных опасных факторов является возможность поражения электрическим током. Для предотвращения появления таких ситуаций рабочее место с паяльной станцией и ПК должно иметь защитное заземление, зануление в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, а также иметь устройства автоматического выключения, изолированные токоведущие части и покрытия [32]. Работник должен перед началом работы проходить инструктаж по правилам работы и

поведения с электрическим током, использовать инструменты с изолированными ручками.

Короткое замыкание (КЗ) может возникать из-за нарушения изоляции токоведущих частей, элементов или механического соприкосновения неизолированных элементов, устаревшей электросети, перегрузки электрической сети в течении долгого времени. Опасность КЗ заключается в резком и неконтролируемом увеличении силы тока из-за чего происходит выделение большого количества тепла за короткий промежуток времени, что приводит к резкому нагреву или воспламенению элементов цепи. Поражение током короткого замыкания может быть летальным для человека. Для защиты от короткого замыкания применяют следующие меры:

- Установка элементов, ограничивающих ток от короткого замыкания (установка токоограничивающих реакторов, применение распараллеливания электрических цепей, использование понижающих трансформаторов, использование автоматического отключающего оборудования);

- Применение устройств релейной защиты для отключения поврежденных участков цепи.

Также при работе с паяльной станцией происходит взаимодействие с оборудованием с повышенной температурой, а также расплавом припоев. Данный фактор имеет термическое воздействие и может быть выражен появлением ожогов до 4 степени при неаккуратном и неправильном использовании станции. При работе с припоями и станцией следует руководствоваться ТИ Р М-075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником». Основные положения приведенной инструкции:

- К выполнению работ с паяльником допускаются работники не моложе 18 лет, которые прошли обучение, инструктаж, проверку знаний по охране труда;

- Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности;
- Работники, занятые пайкой паяльником, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты (защитные очки и перчатки);
- Работы с вредными и взрывопожароопасными веществами при нанесении припоев, флюсов, паяльных паст, связующих и растворителей должны проводиться при действующей общей и местной вытяжной вентиляции [26].

Монотонный труд - труд однообразный. Он включает либо выполнение простых элементов операции в заданном или свободном темпе, либо работы с сенсорной или умственной нагрузкой низкой или средней интенсивности при отсутствии элементов новизны. Для оптимизации и исключения монотонности работы следует чередовать периоды работы и делать перерывы [24].

Для снижения психофизических факторов работники имеют короткие перерывы для отдыха в удобное время.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду

Устройство акустического выключателя освещения представляет собой печатную плату с встраиваемыми электронными компонентами при помощи процесса пайки, а также контактные площадки для подключения устройств освещения. Так при работе с паяльной станцией припоем и флюсом присутствует загазованность воздуха рабочей области вредными парами химических веществ.

Исходя из ТИ Р М-075-2003 для уменьшения последствий выделения паров химических веществ в воздух необходимо использовать систему вентиляции с очисткой воздуховодов, стенки воздуховодов периодически должны очищаться от флюса и свинца [26].

5.3.2 Анализ влияния объекта разработки на окружающую среду

Продукты производства электроники содержат бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов». Устройство, которое вышло из эксплуатации в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012 должно пройти следующие стадии:

- сбор;
- хранение;
- транспортирование;
- разборка отработавшего электротехнического и электронного оборудования [33].

Люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с ГОСТ Р 52105-2003 с помощью специализированных и имеющих лицензию на данный вид деятельности организациями [34].

Утилизацию макулатуры проводить в соответствии с ГОСТ Р 52105-2003, который регулирует меры, которые следует принимать в области обращения с отходами бумаги и картона, которые являются фракцией твердых бытовых отходов, с целью введения отходов в хозяйственный оборот в виде вторичных материальных ресурсов [35]

5.3.3 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования включает в себя работу с информацией в сети интернет, технической документацией и литературой, статьями, ГОСТами,

нормативно-технической документацией, проектирование и разработка устройства с помощью различного программного обеспечения и программных сред. Исходя из перечисленного, процесс исследования не имеет негативного влияния на окружающую среду.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате природного действия, катастрофы, аварии или другого бедствия, которое может привести к человеческим жертвам, повлечь за собой материальный ущерб и нанести вред окружающей среде. Чрезвычайные ситуации разделяются на следующие категории: техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

5.4.1 Анализ возможных чрезвычайных ситуаций

Возможная ЧС природного характера – землетрясение. В случае землетрясения необходимо в срочном порядке эвакуировать работников и посетителей в соответствии с разработанным планом эвакуации.

К ЧС биологического характера относятся инфекционные заболевания. Во время эпидемий необходимо соблюдать правила личной гигиены, регулярно проветривать и мыть помещения, не посещать места массового скопления людей, отказываться от поездов в общественном транспорте.

Еще одна возможная чрезвычайная ситуация – терроризм. Во избежание террористических актов необходимо всегда контролировать обстановку вокруг себя. При обнаружении подозрительных объектов немедленно сообщить об этом в службу безопасности или полицию, а также научному руководителю.

5.4.2 Анализ наиболее вероятной чрезвычайной ситуации

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара в помещении аудитории 212. Пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защитой. Причинами пожара на рабочем месте могут стать:

- несоблюдение техники безопасности при работе с электроприборами, для предупреждения данных ситуаций необходимо планомерно производить эвакуации и инструктажи по правилам безопасности и работы с приборами;

- неисправность электроприборов, проводки, розеток, выключателей, что влечет за собой короткое замыкание, для исключения данного фактора необходимо планомерно проводить проверку электрической системы и устранять выявленные поломки;

- перегрузка в электрической системе, для предотвращения данных ситуаций необходимо использовать системы автоматического выключения подачи электроэнергии, а также регулировать используемые электроприборы.

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода, согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптикоэлектронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [36].

Аудитория 212 оснащена пожарной автоматикой, сигнализацией в соответствии с вышеописанными документами, а также имеет первичные средства пожаротушения (огнетушитель ОУ-3, огнетушитель ОП-3), которые предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяются для тушения ПК и оргтехники (класс пожаров А, Е).

При обнаружении пожара или признаков горения в аудитории (задымление, запах гари, повышение температуры воздуха и др.) необходимо:

– сообщить по тел. 101 или 112 (назвать адрес объекта, место возникновения пожара, уточняющую информацию, а также фамилию и имя звонящего).

– принять меры по обесточиванию электрооборудования, отключения систем вентиляции, эвакуации людей (в соответствии с планом эвакуации) и тушению пожара, с привлечением отдела безопасности, обслуживающего персонала.

5.5 Вывод по разделу

Таким образом, в разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные и опасные факторы производства для работника в процессе разработки, изготовления и эксплуатации устройства акустического выключения освещения. Исходя из описанных факторов были найдены и определены способы уменьшения влияния вредных факторов, а также способы устранения опасных факторов. Были определены меры по уменьшения влияния факторов производства на здоровье человека и окружающую среду. Целью данного раздела является создание и обеспечение безопасных условий работы для человека и отсутствия последствий работы для окружающей среды.

При изучении документации было определено, что рабочая аудитория 212, 4 корпуса ТПУ соответствует нормативно-технической документации и может быть использована в качестве рабочего места для проведения разработки.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен теоретический обзор выключателей освещения, рассмотрены варианты реализации акустического выключателя освещения, выбрана и доработана электрическая схема, а также создана 3D-модель печатной платы. Описан принцип работы узлов и проведено их моделирование в среде NI Multisim. С помощью программной среды Arduino IDE был написан код для взаимодействия отладочной платы Arduino NANO с нагрузками освещения в виде светодиодной ленты WS2812 и блока реле.

Планируется продолжить данную работу: собрать устройство на разведенной плате, дополнить устройство возможностью выбора цвета свечения, яркости с помощью приложения или физическими кнопками, обеспечить устройство питанием от 220В.

Список используемых источников

1. Виды выключателей света: обзор основных типов выключателей для дома | Legko.com : сайт. – Москва, 2000-2021. – URL: <https://legko.com/blog/p/nemnogo-o-viklyuchatelyah> (дата обращения: 03.01.2021). – Текст: электронный.
2. Какие бывают выключатели : сайт. – Москва, 2013-2021. – URL: https://molter.ru/faq/kakie_bivayut_vykluchateli/ (дата обращения: 05.01.2021). – Текст: электронный.
3. Акустические выключатели. Устройство и работа. Применение : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/rozetki-vykljuchateli/akusticheskie-vykliuchateli/> (дата обращения: 06.01.2021). – Текст: электронный.
4. Хлопковый выключатель, подключение, сравнение, виды : сайт. – Москва, 2015-2021. – URL: <https://elquanta.ru/vyklyuchateli/khlopkovyjj-vyklyuchatel-osobennosti.html> (дата обращения: 14.01.2021). – Текст: электронный.
5. Акустический включатель - выключатель своими руками : сайт. – Москва, 2009-2021. – URL: <https://sdelaysam-svoimirukami.ru/4283-akusticheskiy-vklyuchatel-vyklyuchatel.html> (дата обращения: 14.01.2021). – Текст: электронный.
6. Акустический выключатель своими руками : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://diodov.net/akusticheskiy-vyklyuchatel-svoimi-rukami/> (дата обращения: 15.01.2021). – Текст: электронный.
7. Схема простого акустического выключателя света своими руками : сайт. – Москва, 2008-2021. – URL: <http://www.joyta.ru/777-akusticheskiy-vyklyuchatel-osveshheniya/> (дата обращения: 15.01.2021). – Текст: электронный.
8. Выключатель света акустический: Акустический выключатель света : сайт. – Москва, 2019. – URL: <https://soto-lux.ru/raznoe/vyklyuchatel-sveta->

akusticheskij-akusticheskij-vyklyuchatel-sveta.html (дата обращения: 16.01.2021). – Текст: электронный.

9. Михалёва М. В., Бирюков П. А., Котов С. Д. АКУСТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ. – 2017.

10. Акустический выключатель : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://claps.me/catalog/akusticheskie-vyklyuchateli/> (дата обращения: 20.01.2021). – Текст: электронный.

11. Экосвет-Р-200-Л для любых типов ламп : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://foto-rele.ru/nootekhnika/bloki-ekosvet/Ekosvet-R-200-L/> (дата обращения: 22.01.2021). – Текст: электронный.

12. Акустический выключатель света белый "Таймыр" TDM SQ1814-0603 : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://tdmelectric.ru/collection/katalog-1-782b4d/product/akusticheskij-vyklyuchatel-sveta-belyy-taymyr-tdm> (дата обращения: 22.01.2021). – Текст: электронный.

13. Устройство и примеры применения реле, как выбрать и правильно подключить реле : сайт. – Москва, 2009-2021. – URL: <http://elektrik.info/main/school/1377-rele-kak-vybrat-i-pravilno-podklyuchit.html> (дата обращения: 25.02.2021). – Текст: электронный.

14. Микрофон EM-9767(p) с выводами : сайт. – ЗАО «Промэлектроника», 1993-2021. – URL: <https://www.promelec.ru/product/92706/> (дата обращения: 30.04.2021). – Текст: электронный.

15. КТ3102АМ, Транзисторы биполярные, характеристики, параметры, даташит, аналоги : сайт. – Москва, 1996-2021. – URL: <https://eandc.ru/catalog/detail.php?ID=10208> (дата обращения: 02.05.2021). – Текст: электронный.

16. LM393P описание на русском принцип работы : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://instrument16.ru/instrument/lm393p-opisanie-na-russkom-printsip-raboty.html> (дата обращения: 02.05.2021). – Текст: электронный.

17. Arduino Nano: описание, подключение, схема, характеристики : сайт. – 3DiY (Тридай), 2013-2021. – URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/> (дата обращения: 07.05.2021). – Текст: электронный.
18. Блок питания 5В 2А : сайт. – Уфа, 2012-2021. – URL: <https://mcustore.ru/store/moduli-pitaniya/blok-pitaniya-ac-dc-5v-2a-shteker-5-5-x-2-1-mm/> (дата обращения: 12.05.2021). – Текст: электронный.
19. Arduino и адресная светодиодная лента WS2812B : сайт. – Москва, 2015-2021. – URL: <https://volti9.ru/arduino-and-ws2812b/> (дата обращения: 25.05.2021). – Текст: электронный.
20. Адресная светодиодная лента. Статья : сайт. – Москва, 2021. – URL: <https://giant4.ru/blog/tekhnologii/adresnaya-lenta-statya.html> (дата обращения: 25.05.2021). – Текст: электронный.
21. Криницина З.В., Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Криницина З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73с.
22. Девятков Г. Н., Вольхин Д. И. Проектирование печатных узлов в ALTIUM DESIGNER. – Новосибирск : НГТУ, 2018 – 104 с. – ISBN 978-5-7782-3555-7.
23. Сабунин А. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – Москва, 2009 – 432 с. – ISBN 978-5-91359-064-0.
24. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197-ФЗ: дата введения 2002-02-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения 12.05.2021). – Текст: электронный
25. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 12.05.2021). – Текст: электронный

26. ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником: дата введения 2003-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901899291> (дата обращения 13.05.2021). – Текст: электронный

27. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 13.05.2021). – Текст: электронный

28. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: дата введения 1977-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 13.05.2021). – Текст: электронный

29. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 15.05.2021). – Текст: электронный

30. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 15.05.2021). – Текст: электронный

31. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание): дата введения 2015-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 15.05.2021). – Текст: электронный

32. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой) : дата введения 2019-01-01. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения 16.05.2021). – Текст: электронный

33. ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104723> (дата обращения 16.05.2021). – Текст: электронный

34. ГОСТ Р 52105-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения: дата введения 2004-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032452> (дата обращения 16.05.2021). – Текст: электронный

35. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги: дата введения 2014-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103182> (дата обращения 17.05.2021). – Текст: электронный

36. ФЗ-123, НПБ 104-03 Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях: дата введения 2003-06-30. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866573> (дата обращения 17.05.2021). – Текст: электронный

37. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции: дата введения 2010-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075977> (дата обращения 30.05.2021). – Текст: электронный

**Приложение Д
(обязательное)**

Таблица Д.1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																										
				сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Выбор направления исследования	Студент, научный руководитель	3	█																										
2	Составление и утверждение технического задания	Студент, научный руководитель	6		█																									
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	36			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
4	Календарное планирование работ по теме	Студент, научный руководитель	3																											
5	Построение электрической схемы	Студент, научный руководитель	18																											
6	Моделирование работы устройства	Студент	13																											
7	Подбор компонентов	Студент	7																											
8	Трассировка печатной платы	Студент, научный руководитель	24																											
9	Написание программного кода устройства	Студент	53																											
10	Макетирование узлов устройства	Студент	39																											
11	Сборка устройства и проведение тестов	Студент, научный руководитель	19																											
12	Анализ полученных результатов	Студент, научный руководитель	10																											
13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель	4																											
14	Составление пояснительной записки	Студент	25																											

█ - Выполнение работы студентом с научным руководителем

□ - Выполнение работы студентом