

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС

УДК 620.179.1.05:537.322.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8А	Скрипкин Матвей Евгеньевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Солдатов Андрей Алексеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов Магеррам Али оглы	д-р экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Наталинова Наталья Михайловна	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

Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.
ОПК(У)-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных.
ОПК(У)-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.
ОПК(У)-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен 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	Способен аргументировано 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	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК(У)-4	Способен 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 школы **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
1А8А	Скрипкину Матвею Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 33-13/с от 02.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.22
--	----------

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>Объект исследования – прибор для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС.</p> <p>Цель исследования – разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС; создание прототипа прибора.</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; Описание назначения элементов устройства; Разработка схемы электрической принципиальной; Написание программного кода для микроконтроллера; Написание программного кода для консольного приложения.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема электрическая принципиальная; Перечень элементов</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Гасанов Магеррам Али оглы</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева Ирина Ивановна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Солдатов А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8А	Скрипкин Матвей Евгеньевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1А8А	Скрипкин Матвей Евгеньевич

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Затраты на реализацию НИ включают в себя затраты на комплектующие изделия, материалы, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработные платы исполнителю, отчисления на специальные нужды, накладные расходы.</i> <i>В реализации проекта задействованы научный руководитель и инженер (студент).</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с нормами и нормативными расходования материалов: ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов», ГОСТ 31532-2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения».</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>УСН, страховые взносы – 30,2% от ФОТ.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа разрабатываемого проекта.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение структуры работы (цели и ожидания). Определение стейкхолдеров и их нужд.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ</i>

4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования получения полиметилметакрилата суспензионным способом</i>
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Описание стейкхолдеров результатов НИИ*
2. *Сегментирование рынка*
3. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
4. *Матрица SWOT*
5. *Альтернативы проведения НИИ*
6. *Потенциальные риски*
7. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов Магеррам Али оглы	д-р. экон.наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8А	Скрипкин Матвей Евгеньевич		01.03.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1А8А		ФИО Скрипкин Матвей Евгеньевич	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образовани я	Бакалавриат	Направление/ специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Тема ВКР:

Разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p><i>Объект исследования:</i> прибор для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС</p> <p><i>Область применения:</i> в лабораториях</p> <p><i>Рабочая зона:</i> лаборатория</p> <p><i>Размеры помещения:</i> площадь отапливаемого помещения 30 м²</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> ПК, паяльная станция, рабочий стол оператора</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> монтаж радиоэлектронного оборудования, изготовление макетных вариантов печатных плат, тестирование экспериментального макета прибора.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. 2. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. 3. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 4. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022). 6. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. 7. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 8. ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; 2. Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства; 3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов

	<p>производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;</p> <p>4. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов;</p> <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума; 2. Повышенный уровень вибрации; 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 4. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 5. Нагрузка на зрительный анализатор; 6. Работа с вредными веществами; 7. Микроклимат. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: тепловая изоляция трубопроводов, защитные ограждения, респираторы, вентиляция, противозумные наушники.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: при разработке проектного решения воздействия на селитебную зону не происходит.</p> <p>Воздействие на литосферу: происходит из-за утилизации отходов при пайке, отходов при выходе из строя компонентов устройства, макулатуры, люминесцентных ламп.</p> <p>Воздействие на гидросферу: происходит из-за смыва отходов после пайки при уборке, отходов жизнедеятельности, отходов после макетирования печатных плат.</p> <p>Воздействие на атмосферу: происходит при выбросе свинца при выполнении пайки, при выделении паров аммиака при макетировании печатных плат.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); 2. Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); 3. Техногенные аварии (пожар при неправильном обращении с электрооборудованием). <p>Наиболее типичная ЧС: пожар вследствие короткого замыкания.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А8А	Скрипкин Матвей Евгеньевич		01.03.2022

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 школы **электронной инженерии**

Период выполнения _____ с 02.02.22 по 16.06.22

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.22
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2022	Аналитический обзор	10
15.03.2022	Разработка структурной и принципиальной схемы	20
01.05.2022	Моделирование принципиальной схемы. Изготовление макетного образца и проведение испытаний.	35
15.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
25.05.2022	Социальная ответственность.	10
16.06.2022	Оформление расчетно-пояснительной записки	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Солдатов А.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 91 с., 19 рис., 21 табл., 16 источников.

Ключевые слова: исследование, термоЭДС, внутреннее сопротивление источника термоЭДС, неразрушающий контроль, термопара.

Объектом исследования является прибор для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС.

Цель работы – разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС, разработка тестового макета прибора.

В ходе проделанной работы был собран макетный образец прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС, проведены эксперименты.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

МК – микроконтроллер

ПК – персональный компьютер

НК – неразрушающий контроль

ОУ – операционный усилитель

ТЭДС – термоэлектродвижущая сила

Оглавление

Введение.....	15
1 Литературный обзор	16
1.1 Неразрушающий контроль.....	16
1.2 Термопара	17
1.3 Прибор неразрушающего контроля металлов и сплавов «Термотест».	19
2 Разработка и обоснование структурной и принципиальной схемы прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС	21
2.1 Разработка и обоснование структурной схемы.....	21
2.2 Выбор и обоснование схемы усиления на операционном усилителе ...	21
2.3 Выбор и обоснование схемы драйвера для электромагнитного реле ...	23
2.4 Выбор микроконтроллера	26
3 Разработка программной части прибора	28
3.1 Разработка консольного приложения	28
3.2 Разработка программы для микроконтроллера	32
4 Разработка печатной платы и результаты проектирования.....	33
4.1 Разработка печатной платы в Altium Designer.....	33
4.2 Разработка макетного образца прибора.....	34
4.3 Проведение экспериментов.....	37
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	39
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	39
5.1.3 Технология QuaD	42
5.1.4 SWOT – анализ.....	44
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	45
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	45
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	47
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	48
5.2.4 Бюджет научно-технического исследования	49
5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	58
6 Социальная ответственность	61
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
6.2 Производственная безопасность	63
6.2.1 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	64
6.2.2 Монотонность труда, нагрузка на зрительный анализатор.....	65
6.2.3 Повышенный уровень шума	66
6.2.5 Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства.....	67
6.2.6 Отклонение показателей микроклимата	67
6.2.7 Выделение вредных веществ при пайке	68
6.2.8 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	69

6.2.9	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	70
6.2.10	Повышенный уровень вибрации	70
6.3	Экологическая безопасность.....	71
6.3.1	Влияние на атмосферу	71
6.3.2	Влияние на гидросферу	72
6.3.3	Влияние на литосферу	73
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
	Заключение	77
	Список используемых источников.....	78
	Приложение А. Схема электрическая принципиальная	80
	Приложение Б. Перечень элементов	83
	Приложение В. Календарный план-график проведения НИОКР	86
	Приложение Г. Листинг программы для микроконтроллера	87
	Приложение Д. Величины дифференциальных ТЭДС для различных марок сплавов измеренных при помощи «Термотест»	91

Введение

Термоэлектрический неразрушающий контроль используется для определения прочности и качества материалов, заготовок и готовых изделий. Наличие дефектов в металлах и сплавах приводит к ухудшению их коррозионной стойкости и сокращению сроков эксплуатации металлических конструкций. Методы НК не разрушают целостность, эксплуатационную пригодность и надежность объекта. Одним из приборов неразрушающего контроля металлов и сплавов является «Термотест». В приборе используется принципиально новая схема измерения дифференциальной термоэлектродвижущей силы. Данный метод применяется для разбраковки разных марок сплавов. Однако выяснилось, что для некоторых различных марок сплавов величина термоЭДС одинакова и невозможно провести разбраковку, поэтому предлагается использовать метод сравнения внутреннего сопротивления источников термоЭДС у разных марок сталей. Значения дифференциальных ТЭДС снятых при помощи «Термотест» представлены в приложение Д.

Объектом исследования является прибор для исследования внутреннего сопротивления источника ТЭДС.

Цель работы: разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника ТЭДС.

1 Литературный обзор

1.1 Неразрушающий контроль

Неразрушающий контроль используется для определения прочности и качества материалов, заготовок и готовых изделий. Методы НК не нарушают целостность, эксплуатационную пригодность и надежность объекта. В частности, НК применяется в ходе экспертизы промышленной безопасности: при обследовании зданий и сооружений и при диагностике технических устройств (ФНиП, установленные Приказом Ростехнадзора от 01.12.2020 № 478).

Классификация видов и методов НК содержится в ГОСТ Р 56542-2019 [5]. Различие между видами неразрушающего контроля заключается в физических явлениях, положенных в их основу.

Различают следующие виды неразрушающего контроля:

- Акустический неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе параметров упругих волн, возбуждаемых и (или) возникающих в контролируемом объекте.

- Вихретоковый неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем.

- Магнитный неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств объекта контроля.

- Неразрушающий контроль проникающими веществами – вид неразрушающего контроля, основанный на проникновении жидких веществ в полости на поверхности объекта контроля с целью их выявления.

- Оптический неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля.

- Радиационный неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе параметров проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом.

- Радиоволновой неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия электромагнитного излучения радиоволнового диапазона с объектом контроля.

- Тепловой неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации температурных полей объекта контроля.

- Электрический неразрушающий контроль – вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с объектом контроля или возникающего в объекте контроля в результате внешнего воздействия.

1.2 Термопара

Устройство для измерения температуры называют термопарой (термоэлектрический преобразователь), в основе работы данного устройства лежит термоэлектрический эффект (эффект Зеебека).

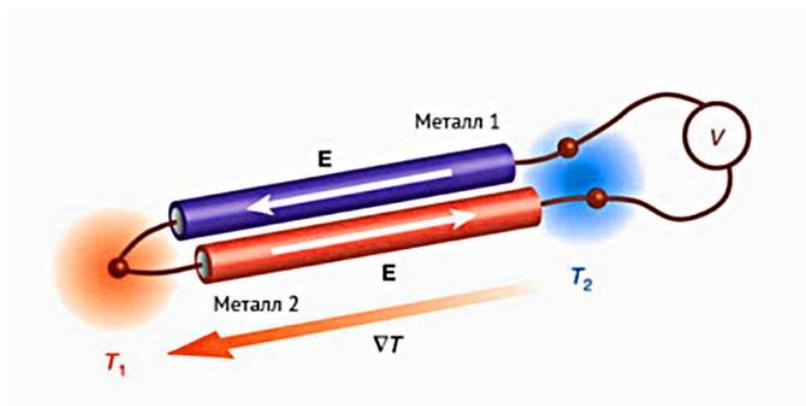


Рисунок 1 – Принцип работы термопары

Термопары широко применяются в бытовых целях и промышленности, благодаря большому диапазону измеряемых температур (от -250 до +2500) °С. Термопары используются в утюгах, холодильниках, автомобилях. Кроме того, термопары нашли свое применение в медицине, коммунальном хозяйстве и т.д. Отличительной особенностью данных датчиков является надежность, невысокая стоимость, необходимая точность и низкая инертность.

Величина ТЭДС изменяется в соответствии с уменьшением или увеличением температуры. Точность показаний зависит от типа конструкции, соблюдения технологических требований, схемы подключения проводников.

Данное явление открыл Томас Йоганн Зеебек в 1821 году. Принцип данного явления заключается в следующем, если места соединения (спаи) двух разнородных материалов находятся при разных температурах, то между ними возникает ТЭДС. Необходимое условие для выполнения данного эффекта – это использовать разнородные материалы для проводников, также необходимо придерживать спаи при разных температурах. Факторы, влияющие на значения ТЭДС:

- материалы проводников
- разница температур между контактами

Для повышения точности измерений термопарой, необходимо поддерживать холодный спай при постоянной температуре. Также необходимо подключать термопару напрямую к измерительному прибору или использовать термокомпенсационные провода, которые изготовлены из тех же материалов, что и сама термопара.

1.3 Прибор неразрушающего контроля металлов и сплавов «Термотест»

Одним из приборов термоэлектрического неразрушающего контроля является «Термотест». Данный прибор был разработан в отделе электронной инженерии.

Одной из задач, которую позволяет выполнять данное устройство – это разбраковка металлов и сплавов различных марок.

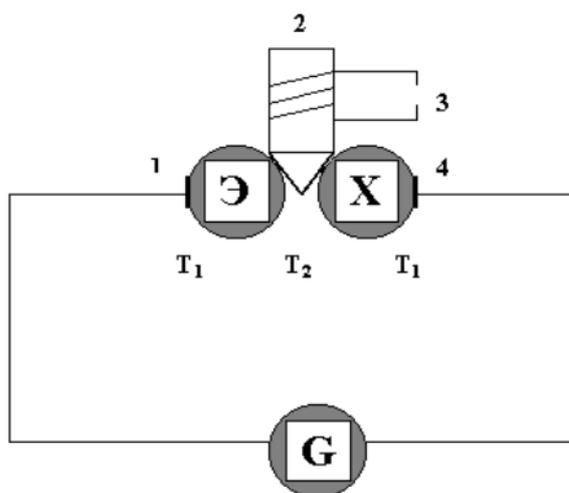


Рисунок 2 – Принципиальная схема измерения дифференциальной ТЭДС

Ключевыми элементами данного устройства являются: исследуемый и контрольный образец, два электрода (горячий и холодный), измерительный прибор (гальванометр), датчик. Для того, чтобы произвести разбраковку металлов и сплавов, необходимо измерить дифференциальную ТЭДС между контактами контрольного и исследуемого образца. Если исследуемый образец соответствует контрольному, то возникающие между образцами ТЭДС будут компенсировать друг друга, тем самым гальванометр выдаст ноль. Значения дифференциальных ТЭДС снятых при помощи «Термотест» представлены в приложение Д.

Значения дифференциальных ТЭДС для таких марок сплавов, как: У8 и Ст30, Ст30 и ШХ15, Ст30 и Ст.45, У8 и У12 отличаются незначительно, откуда

можно сделать вывод, что данные сплавы не отличаются друг от друга, но это не так.

После проведения ряда опытов, удалось выяснить, что для разбраковки таких марок сплавов, можно сравнивать внутреннее сопротивление источников ТЭДС.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо произвести исследование о соответствии требованиям разработки прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС. Цель исследования – определение потребности в интеллектуальных и материальных ресурсах, необходимых для проведения комплекса работ. В текущем разделе необходимо определить продолжительность работ, необходимо произвести расчет трудовых затрат проекта. Также необходимо организовать производство для уменьшения экономических затрат. Для эффективной организации производства необходимо экономически обосновать все инженерные решения.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Тема научно-исследовательской работы – разработка прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС. Данный прибор предназначен для использования в исследовательских целях в лабораториях. Данный прибор должен пройти этапы проектирования, сборки, настройки и тестирования. После чего необходимо подготовить техническую документацию на данное устройство.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в

постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 5.1. Основным конкурентом данной разработки является метод исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС, который используется в лаборатории на данный момент, а именно, с использованием осциллографа, магазина сопротивлений, и непосредственное участие лаборанта в вычисление внутреннего сопротивления. Конкурентная разработка представлена в таблице Бк1.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Факторные признаки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Бф	Бк1	Кф	Кк1
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки					
1. Безопасность	0,06	5	5	0,3	0,3
2. Надежность	0,05	5	5	0,25	0,2
3. Автоматизация	0,1	5	1	0,5	0,1
4. Время проведения исследования	0,08	5	2	0,4	0,16
5. Простота эксплуатации	0,04	5	3	0,2	0,12
6. Возможность дальнейшей работы с результатами	0,04	5	5	0,2	0,2
7. Затрата материалов на разработку	0,03	5	2	0,15	0,06
8. Помехоустойчивость	0,03	5	4	0,15	0,12
9. Потребность в ресурсах памяти	0,02	5	5	0,1	0,1
10. Возможность передавать данные на ПК	0,035	5	1	0,175	0,035
11. Точность исследований	0,02	4	5	0,08	0,1
Экономические критерии оценки					
1. Цена	0,1	4	5	0,4	0,5

2. Возможность модернизации продукта после выхода	0,01	5	2	0,05	0,02
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	5	5	0,15	0,15
4. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	0,35	0,28
5. Уровень проникновения на рынок	0,06	5	5	0,3	0,3
6. Послепродажное обслуживание	0,08	5	4	0,4	0,32
7. Наличие сертификации разработки	0,015	5	5	0,075	0,075
8. Финансирование научной разработки	0,03	5	3	0,15	0,09
Итого	1	93	71	4,38	3,23

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i, \quad (2)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 4,38, в то время как конкурентоспособность аналога получилась 3,23 соответственно. Результаты анализа конкурентных технических решений показывают, что данная научно-исследовательская разработка является довольно конкурентоспособной, однако уступает существующему аналогу по нескольким показателям. Основным преимуществом данной разработки по сравнению с аналогом является – автоматизация исследования. При использовании данной разработки, требуется только подключить исследуемый образец к прибору и подключить прибор к компьютеру, также запустить приложение на компьютере, что в конечном итоге существенно снижает время исследования, по сравнению с существующим аналогом. Но данная разработка уступает в точности исследования. Также из преимуществ

научной работы можно выделить возможность передавать данные на ПК. Данный прибор делает это автоматически.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

а) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность;
- правовая защищенность.

б) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки.

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относит. значение	Сред. значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Время работы	0,1	75	100	0,75	0,075
2. Надежность	0,15	90	100	0,9	0,135
3. Безопасность	0,1	90	100	0,9	0,09
4. Уровень шума	0,05	95	100	0,8	0,04
5. Простота эксплуатации	0,05	95	100	0,95	0,0475
6. Ремонтопригодность	0,1	80	100	0,8	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	55	100	0,55	0,055
3. Цена	0,15	90	100	0,9	0,135
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	90	100	0,9	0,09
Итого	1				0,8275

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i * B_i, \quad (3)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность

средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Показатель $P_{cp} = 82,75$ говорит о том, что разработку следует развивать, ее перспективность выше среднего. Следовательно, данная технология вполне может привлечь инвесторов или участвовать в конкурсе на государственные гранты.

5.1.4 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы.

Таблица 5.3 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Автоматизация исследования</p> <p>С3. Низкая стоимость;</p> <p>С4. Высокая надежность.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Точность исследования</p> <p>Сл2. Возможны ложные срабатывания устройства.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Небольшая конкуренция внутри страны;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Небольшая конкуренция внутри страны позволит ускорить выход на рынок и занять большую долю отечественного рынка.</p> <p>Появление дополнительного спроса на продукт возможно благодаря использованию доступных технических средств разработки.</p>	<p>Привлечение новых потребителей и заказчиков позволит ускорить выход на рынок. Повышение квалификации персонала позволит увеличить темп работы над проектами.</p>

Продолжение таблицы 5.3

Угрозы: У1. Невозможность организовать серийное производство; У2. Повышение стоимости компонентной базы;	Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции.	Отсутствие спроса на новые технологии и нехватка финансирования может замедлить срок выхода на рынок и понизить квалификацию персонала.
--	--	---

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны				Слабые стороны	
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2
Возможности проекта	B1	+	+	–	+	+	–
	B2	+	+	+	+	+	–
	B3	+	+	–	+	0	–
Угрозы проекта	У1	+	–	–	+	0	+
	У2	+	–	–	–	+	+

Таким образом, сильные стороны проекта позволяют ускорить выход на отечественный рынок, а также, благодаря функциональным особенностям, увеличить спрос на данный продукт. Однако, разрабатываемый прибор уязвим перед повышением стоимости компонентной базы и низким уровнем финансирования.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы

на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта. В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Студент, научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Постановка целей и задач, определение технических задания	Студент, научный руководитель
	3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Студент, научный руководитель
	4	Подбор литературы по теме работы	Студент, научный руководитель
Проектирование и разработка устройства	5	Изучение материалов и анализ существующих разработок	Студент
	6	Разработка принципиальной и структурной схем	Студент
	7	Разработка 3D-модели устройства	Студент, научный руководитель
	8	Подбор компонентов	Студент
	9	Написание программного кода для грамотной работы устройства	Студент
	10	Изготовление экспериментального макета устройства	Студент, научный руководитель
	11	Монтаж компонентов	Студент

Продолжение таблицы 5.5.

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

5.2.2 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:

$$t_{ож\ i} = \frac{3*t_{min\ i} + 2*t_{max\ i}}{5}, \quad (4)$$

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

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

$t_{max\ i}$ – 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_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i}, \quad (5)$$

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

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

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

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным отображением графика проведения научного исследования является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Необходимо длительность каждого из этапов работ из рабочих дней перевести в календарные дни при помощи следующей формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (6)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

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

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

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

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2022 год, количество календарных дней составляет 365 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных – 118 дней.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Все полученные значения приведены в таблице Г (Приложение Г). По результатам таблицы Г построен календарный план-график, представленный

в таблице Д (Приложение Д). График построен для максимального по длительности исполнения работы в рамках научно-исследовательской работы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. Работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

5.2.4.1 Расчет материальных затрат исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расxi}, \quad (8)$$

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

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

C_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, принимается в пределах (15-25) % от стоимости материалов.

Значения цен на материальные ресурсы были установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями изготовителями (либо организациями-поставщиками). Материальные затраты представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Материальные затраты

№	Наименование	Количество		Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		Исп. 1	Исп. 2		Исп. 1	Исп. 2
1	Микроконтроллер STM32F030F4P6	1	1	260	260	260
2	Микросхема CH340g	1	1	72	72	72
3	Операционный усилитель OP777	1	1	870	870	870
4	Стабилитрон на 5,1 В 1N4733A	1	1	26	26	26
5	Линейный стабилизатор LM1117-3,3	1	1	300	300	300
6	Светодиоды	3	3	6	18	18
7	Диоды bav21ws	5	5	9	45	45
8	Транзисторы IRLML0060trpbf	5	0	59	295	0
9	Герконовые реле EDR201A0500	0	5	270	0	1350
10	Кварцевые генераторы	2	2	320	640	640
11	Конденсаторы	11	11	5	55	55
12	Резисторы	28	28	4	112	112
13	Припой	1	1	100	100	100
14	Флюс	1	1	120	120	120
15	Транзисторы BC807	0	5	14	0	70
16	Транзисторы BC817	0	5	14	0	70
17	Разъем MiniUSB-A	1	1	44	44	44
18	Кнопки SMD	2	2	120	240	240
19	Клеммник	1	1	65	65	65
Итого					3262	4457

Под Исп.1 и Исп.2 подразумеваются различные технические решения. Различие между решениями заключается в способе переключения нагрузочных резисторов. В первом решение используются транзисторы, а во втором решение используются герконовые реле. Все эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данном пункте включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (стендов, приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств и механизмов), необходимого для проведения по теме НИР. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной основе.

В процессе выполнения НИР новое оборудование не закупалось, так как все необходимое было в наличии. В связи с этим, необходимо произвести расчет амортизации основных производственных фондов. Для расчета амортизации необходимо использовать формулу расчета линейного метода начисления амортизации основных средств (ОС). Изначально требуется рассчитать норму амортизации для каждого типа оборудования. Норма амортизации рассчитывается по следующей формуле:

$$A_n = \frac{1}{N} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где N – срок полезного использования.

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются по следующей формуле:

$$A_z = C_{осн} \cdot A_n, \quad (10)$$

где $C_{осн}$ – стоимость оборудования;

A_n – норма амортизации.

Ежемесячные амортизационные отчисления рассчитываются по следующей формуле:

$$A_m = \frac{A_z}{12}, \quad (11)$$

где A_z – годовые амортизационные отчисления.

Итоговая сумма амортизации рассчитывается по формуле:

$$A = A_m \cdot n, \quad (12)$$

где n – количество месяцев использования оборудования.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, были проведены с учетом десяти месяцев использования позиций (n), представленных в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб.
1	3D принтер	1	13000	1805
2	Компьютер	1	70000	2916
3	Осциллограф	1	40000	3333
4	Паяльная станция	1	4000	333
5	Мультиметр	1	4000	333
6	Источник питания	1	1000	83
	Итого	6		8803

5.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле ниже:

$$Z_{ЗП} = Z_{ОСН} + Z_{ДОП}, \quad (13)$$

где $Z_{ОСН}$ – основная заработная плата;

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

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

$$Z_{ОСН} = Z_{ДН} + T_p, \quad (14)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M * M}{F_d}, \quad (15)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 рабочих дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 рабочих дней. $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

В таблице 5.8 приведен баланс рабочего времени.

Таблица 5.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	42	52
- праздничные дни	25	25
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	48
- невыход по болезни	5	5
Действительный годовой фонд	235	235

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (16)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{ТС}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_T и

учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	Зтс, руб	к _{пр}	к _д	к _р	Зм, руб	Здн, руб	Тр, руб	Зосн, руб
Руководитель	к.т.н	30000	0,3	0,2	1,3	58500	2588	21	54348
Студент	–	12070	0,3	0,2	1,3	23536,5	1041	129	134289

Продолжение таблицы 5.9.

Исп. 1 Итого Зосн									188637
Руководитель	к.т.н	30000	0,3	0,2	1,3	68250	3252	24	78048
Студент	–	12070	0,3	0,2	1,3	23536	1121	126	141246
Исп. 2 Итого Зосн									219294

5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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 следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

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

Расчеты дополнительной заработной платы приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчет дополнительной заработной платы

Исп.	Исполнитель	Основная заработная плата, руб	$k_{\text{доп}}$	Дополнительная заработная плата, руб
1	Руководитель	54348	0,12	6522
	Студент	134289	0,12	16115
	Итого $Z_{\text{доп}}$	22637		
2	Руководитель	78048	0,12	9366
	Студент	141246	0,12	16950
	Итого $Z_{\text{доп}}$	26316		

5.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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 следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (19)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Научный руководитель	54348	78048	6522	9366
Студент	134289	141246	16115	16950
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3			
Итого	Исп. 1		Исп. 2	
	63382,2		73683	

5.2.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Научные и производственные командировки не планируются проводиться на данном этапе работ.

5.2.4.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы, связанные с выполнением каких-либо работ в рамках исследования сторонними организациями, не потребуются.

5.2.4.8 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 следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} * (\text{сумма статей}), \quad (20)$$

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

При величине коэффициента накладных расходов в размере 16%, накладные расходы составят:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (6342 + 25000 + 140224,6 + 16826,9 + 42560,9) * 0,16 \\ &= 36953 \text{ руб} \end{aligned}$$

5.2.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб		Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	
1. Материальные затраты НИИ	3262	4457	Таблица 6.6
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	8803	8803	Таблица 6.7
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	188637	219294	Таблица 6.9
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22637	26316	Таблица 6.10
5. Отчисления во внебюджетные фонды	63382,2	73683	Таблица 6.11
6. Накладные расходы	36953	36953	Пункт 6.2.4.8
7. Бюджет затрат НИИ	323674,2	369506	Сумма ст. 1–6

Различие между решениями заключается в способе переключения нагрузочных резисторов. В первом решение используются транзисторы, а во втором решение используются герконовые реле. Все эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

5.3 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (21)$$

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).

Максимальная стоимость исполнения составляет 396298 руб., следовательно, интегральный финансовый показатель разработки для первого и второго исполнения составляет:

$$I_{\text{финр}1}^{\text{исп.}i} = \frac{323674,2}{369506} = 0,88$$

$$I_{\text{финр}2}^{\text{исп.}i} = \frac{369506}{369506} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля). Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (22)$$

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 – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Ударопрочность	0,3	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	5
3. Помехозащищённость	0,15	4	4
4. Простота в использовании	0,2	5	4
5. Качество полученных данных	0,25	5	4
Итого	1	24	21

Таким образом, показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,3 + 5 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,6$$

$$I_{p-исп2} = 4 * 0,3 + 4 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,1$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}^{исп.1}} = \frac{4,6}{1} = 4,6$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{4,1}{0,91} = 4,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}, \quad (23)$$

Тогда для 1 и 2 исполнений сравнительная эффективность равна:

$$\mathcal{E}_{\text{ср } 1} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{4,6}{4,5} = 1,02$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср } 2} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{4,5}{4,6} = 0,97$$

Сравнение эффективности разработок представлено в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,6	4,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	0,97

В ходе работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен сравнительный анализ двух вариантов исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет первого исполнения составил 323674,2 руб., а второго – 369506 руб. Исходя из сравнительной оценки эффективности и полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом исполнения научно-исследовательской работы является 1 вариант.

6 Социальная ответственность

Под социальной ответственностью понимается необходимость отвечать за нарушение социальных и трудовых норм. В обязанности разработчика технологий или аппаратуры входит обеспечение безопасных условий для сотрудников на производстве, сохранение окружающей среды, уменьшение влияний вредных и опасных факторов на здоровье сотрудников и исключение вероятности возникновения негативных последствий в ходе проведения необходимых испытаний.

Проектирование и изготовление прибора для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС осуществлялось на базе лаборатории отделения электронной инженерии. Лаборатория оборудована приборами, которые позволяют осуществлять поверхностный монтаж навесных электронных компонентов и тестирование устройства.

Реализация конструктивной части осуществляется с помощью паяльной станции. Поэтому, в данном разделе рассматриваются правила техники безопасности, вредные и опасные факторы, присущие процессу разработки и реализации электронной техники, вопросы охраны труда окружающей среды в чрезвычайных ситуациях.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудником, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Они носят обязательный характер, их нарушение не допустимо. Контроль соблюдения норм трудового законодательства РФ осуществляется инспекцией и прокуратурой.

Согласно ст. 91 ТК РФ продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Итоговое количество рабочих часов, с учетом приведенной ранее статьи, устанавливается работодателем.

Согласно ст. 94 ТК РФ работники, которые заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, должны работать не более 8 часов за смену при 36-часовой рабочей неделе и не более 6 часов при 30-часовой рабочей неделе. Такие работники имеют право на льготную пенсию, надбавку к окладу и дополнительный отпуск не менее недели, который можно использовать каждый год. Льготы сотрудникам назначают в зависимости от условий и степени вредности труда. Также в повышенном размере оплачивается труд работников, занятых на работах в местностях с особыми климатическими условиями.

Согласно ст. 419 ТК РФ при нарушении норм трудового права, которые закреплены в трудовом законодательстве РФ, предусмотрены дисциплинарная, материальная, гражданско-правовая, административная и уголовная ответственности.

При организации рабочего места должно быть обеспечено наилучшее расположение орудий и предмета труда, которое не допускает общего дискомфорта, уменьшает утомляемость работника, повышает продуктивность его труда. На основании ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ 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. В данном случае, работа, выполняемая в положении сидя, – легкая работа, выполняемая за ПК, а также работа средней тяжести при выполнении пайки. Выполнение трудовых операций «часто» и «очень часто» должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда» взаимное расположение необходимых элементов и конструкция

рабочего места должна соответствовать физиологическим, антропометрическим и психологическим требованиям работы.

6.2 Производственная безопасность

Основная работа при разработке устройства проводилась за паяльной установкой и компьютером. Данные виды работ связаны с воздействием на человека вредных и опасных факторов труда.

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте *Лаборатория*

Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 2015)	Нормативные документы
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	Требования к освещению устанавливаются СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
Монотонность труда, Нагрузка на зрительный анализатор	Требования к санитарным правилам установленные СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»;
Повышенный уровень шума	Требования к допустимому уровню шума на рабочем месте устанавливаются ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности.
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под воздействие которого попадает работающий	Требования к защите от воздействия электрическим током устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
Отклонение показателей микроклимата	Требования к условиям микроклимата в рабочей лаборатории устанавливаются СанПиН 1.2.3685-21
Выделение вредных веществ при пайке	Санитарные правила и нормы устанавливаются СанПиН 1.2.3685-

	21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	Требования к пайке устанавливается ТИ Р М075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником
Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства	Требования к защите от электростатического электричества устанавливаются ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества»
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	ГОСТ 12.4.252-2013 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний.»
Повышенный уровень вибрации	Требования к допустимому уровню вибрации на рабочем месте устанавливаются ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

6.2.1 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

В помещениях с ПЭВМ искусственное освещение должно быть равномерным. В производственных помещениях, где производится работа с документами, допускается комбинированная система освещения.

В рабочей аудитории, в соответствии с СНиП 23-05-95*, предусмотрено естественное освещение через оконные проемы, расположенные перпендикулярно к плоскости монитора компьютера, таким образом свет падает на рабочую зону, не создавая бликов на экране. Искусственный свет обеспечен газоразрядными лампами типа ЛБ40.

Рабочее место, на котором выполняются паяльные работы, обеспечивается дополнительным источником искусственного освещения. Для этого используются светильники с непросвечивающими отражателями. Система крепления устройства освещения расположена так, чтобы оператор мог направить его в любую необходимую зону под необходимым углом.

Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения составляет (350-400) лк, что, согласно нормативным документам, является нормой. Освещение на поверхности экрана – 200 лк и не создает бликов на поверхности, следовательно, световая среда аудитории является допустимой.

6.2.2 Монотонность труда, нагрузка на зрительный анализатор

Длительная работа за ПК монотонна, требует высокой концентрации, может вызывать напряжение. При работе за ПК оператор находится в сидячем положении, что негативно сказывается на состоянии здоровья человека (опорно-двигательный аппарат), оказывает влияние на его психическое, эмоциональное состояние.

Первые симптомы наступления психофизического утомления: усталость, сонливость, потеря концентрации, головная боль, гипертония, боли в животе, звон в ушах.

При первых симптомах нервного перенапряжения необходимо:

- сделать длительный перерыв со сменой деятельности;
- в процессе работы рационально чередовать периоды отдыха, работы и приема пищи, использовать регламентированные перерывы.

При длительных и повторяющихся состояниях переутомления:

- начать заниматься спортом;
- ложиться спать и вставать в одно и то же время;
- произвести коррекцию рациона питания;
- в тяжелых случаях обратиться к врачу.

6.2.3 Повышенный уровень шума

Основным источником шума на рабочем месте является лабораторное оборудование – ПК, вентиляция рабочего места при пайке, а также источники, расположенные вне помещения, и люминесцентные лампы.

При выполнении данной работы в лаборатории, согласно ГОСТ 12.1.003-2014, уровень шума не должен превышать предельно допустимых норм, 50 дБ.

6.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под воздействие которого попадает работающий

При разработке устройства все работы выполняются на электрических приборах, которые питаются от сети: источник питания +27 В, осциллограф, паяльная станция, схема устройства на макетной плате. Это может привести к поражению электрическим током по следующим причинам:

- контакт работающего с токоведущими частями, находящимися под напряжением, вследствие ошибочного включения установки;
- контакт с металлическими конструктивными частями электрооборудования, находящимися под напряжением в результате повреждения изоляции;
- прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате повреждения изоляции;
- шаговое напряжение в результате протекания тока по поверхности стола, пола.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82, обеспечивается неаварийный режим экспериментальной установки, в рабочей аудитории имеется защитное заземление на рабочих местах, все розетки питающей сети заземлены, корпусные материалы и пол сделаны из токонепроводящих материалов,

влажность воздуха составляет не более 75 %, температура воздуха не выше 35 °С. Поэтому согласно ПУЭ аудиторию можно отнести к помещению без повышенной опасности.

Перед работами в помещении проводятся инструктажи по технике безопасности, на рабочих местах висят плакаты, все действия работающего производится под контролем преподавателей.

6.2.5 Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства

В рабочей аудитории предусмотрены защитные меры для защиты от статического электричества согласно ГОСТ 12.4.124-83:

- пол и мебель на рабочем месте выполнены из слабоэлектризующихся и неэлектризующихся материалов;
- все корпуса оборудования заземлены;
- паяльные работы выполняются заземлённым паяльником;
- в качестве дополнительной меры защиты могут применяться испарительные увлажняющие устройства для повышения влажности воздуха рабочей зоны;
- перед началом работы проводится инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.2.6 Отклонение показателей микроклимата

Согласно СанПиН 1.2.3.3685-21, выполнение работ за ПК и пайке относятся к легкому классу Ia, так как проводятся сидя и не требуют физического напряжения (интенсивность энергозатрат 139 ккал/ч).

В летнее время при превышении температурных норм рекомендуется выполнять проветривание помещения каждый час. В зимнее время года в

помещении предусмотрена система отопления для обеспечения равномерного и постоянного нагрева воздуха.

Для соблюдения требований по скорости воздушного потока и влажности в помещении на рабочих местах с ПЭВМ необходимо применять увлажнители воздуха, ежедневно заправляемые прокипяченной питьевой или дистиллированной водой, либо установить кондиционер для поддержания параметров на оптимальном уровне. Поэтому в аудитории для выполнения лабораторных работ установлен кондиционер.

При выполнении паяльных работ, особенно в летнее время года возможен перегрев от излучающего тепло жала паяльника. Рекомендуется ограничить время непрерывной работы и делать короткие перерывы.

6.2.7 Выделение вредных веществ при пайке

При работе с паяльной станцией в атмосферу выделяется большое количество вредных веществ, прежде всего свинца, как основного компонента припоя, а также химические вещества, содержащиеся в паяльной кислоте.

Свинец и его соединения, находящиеся в воздухе в виде аэрозоля, относятся к первому классу опасности. Предельно допустимая концентрация свинца в воздухе согласно СанПиНу 1.2.3685-21– 0,05 мг/м³.

В процессе пайки в рабочей аудитории применяются вентиляционные установки для защиты организма от воздействия вредных веществ, которые работают на протяжении всего процесса работы и некоторое время после. Также рабочее место оснащено местной системой вытяжной вентиляции, которая отделена от общей системы вентиляции и обеспечивающей движение воздуха в месте пайки не менее 0,5 м/с. Работы по очистке вентиляционных установок, проводят не реже 1 раза в месяц.

6.2.8 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека

Температура плавления припоя ПОС-60 составляет (180-190) °С, поэтому в процессе пайки радиоэлектронного оборудования и приборов высока опасность получения ожоговых травм. Существует возможность получить ожог при прикосновении к горячим частям паяльника, попадании на кожи брызг припоя, а также в результате прикосновения к разогретым радиоэлементам. Минимизация данного фактора проводится в соответствии с ТИ Р М075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником».

Во избежание получения ожоговых травм в рабочей аудитории применяются следующие меры:

- проводится инструктаж на знание мер безопасности при выполнении работ;
- к работе не допускаются лица младше 18 лет;
- применяется паяльная станция с регулировкой температуры, оператор в процессе работы контролирует необходимую температуру;
- все работы выполняются в специальной защитной одежде;
- работнику запрещается пользоваться инструментом, приспособлениями и оборудованием, безопасному обращению с которым он не обучен;
- мелкие детали и элементы при пайке закреплены в специальных приспособлениях или тисках;

6.2.9 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

При выполнении паяльных работ, есть риск получить колющее или режущее повреждение кожи рук скальпелем, пинцетом или жалом паяльника.

Согласно ГОСТ 12.4.252-2013, для предотвращения или минимизации данного риска следует использовать средства индивидуальной защиты, а именно, перчатки из полимерных материалов. Перчатки не должны сковывать движения, должны позволять легко манипулировать руками.

Перед выполнением работ должен быть проведен инструктаж по технике безопасности. А также на рабочих местах должны висеть плакаты, производиться постоянный контроль за действиями работающего. Кроме того, для указания на: включенное состояние оборудования, наличие напряжения, пробой изоляции, режим работы оборудования должны применяться предупредительные сигналы, надписи, таблички. Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, должны применяться щиты, ширмы, экраны, изготовленные из изоляционных материалов.

6.2.10 Повышенный уровень вибрации

Согласно ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001), допустимый уровень вибрации в жилых и общественных зданиях – уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к вибрационному воздействию. По способу передачи на человека различают:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

Нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне (3–6) Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход.

Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют (3–6) Гц, стоя — (5–12) Гц, грудной клетки — (5–8) Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения физиологического и функционального характера.

При разработке устройства используются паяльные установки, предполагающие использование вентиляции, поэтому присутствует вибрация, которая согласно технической документации, находится в пределах допустимой нормы.

6.3 Экологическая безопасность

В данном разделе необходимо выбрать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения и прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов.

Необходимо выбрать рациональный способ снижения воздействия на окружающую среду в профессиональной деятельности.

6.3.1 Влияние на атмосферу

В процессе поверхностного монтажа радиоэлектронного оборудования (пайки) и лужения оловянно-свинцовыми или оловянно-свинцово-кадмиевыми припоями возможно выделение токсичных веществ, согласно

ГОСТ 12.1.007-76 относящих к веществам 1-го класса опасности: свинца и оксида кадмия. В процессе пайки происходит загрязнение воздушной среды парами припоя и флюса и парами различных жидкостей, применяемых для флюса, смывки и растворения лаков, парами соляной кислоты, газами и т.д.

Необходимо минимизировать отходы на рабочем месте и вредные вещества в воздухе, что может быть достигнуто за счёт установки специальных систем фильтрации и вентиляции.

6.3.2 Влияние на гидросферу

После окончания работ по разработке устройства для экспресса - диагностики внутричерепных гематом, а именно при реализации оптической части экспериментальной установки, производится уборка, в процессе которой, происходит смыв отходов после пайки.

Согласно ГОСТ 17.1.3.13-86 сточные воды, подлежащие сбросу в канализационную сеть населенных пунктов, содержат вредные вещества в концентрациях, превышающих установленные нормы, то их следует подвергать предварительной очистке.

Согласно перечню, максимально допустимых значений нормативных показателей общих свойств сточных вод и концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, установленных в целях предотвращения негативного воздействия на работу централизованных систем водоотведения, максимальное допустимое значение концентрации свинца $0,25 \text{ мг/дм}^3$, кадмий $0,015 \text{ мг/дм}^3$.

Качественные и количественные показатели состояния поверхностных (степень загрязненности) и сточных вод следует контролировать с помощью надежной системы наблюдений, контроля и оценки. Они подлежат государственному учету.

6.3.3 Влияние на литосферу

Прибор для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС не имеет отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации. Однако после истечения срока службы отдельных компонентов необходимо правильно утилизировать их, чтобы избежать вредного влияния и загрязнения литосферы.

Утилизация корпусных частей устройства, представляющих собой пластиковый корпус и резиновые насадки, должна осуществляться совместно с компаниями, занимающимися вторичной переработкой пластика и резины.

Утилизация электроники также должна проходить на специализированных заводах с соблюдением всех требований технологического процесса и правил техники безопасности.

Технологии переработки отходов электроники делятся на несколько категорий. Все категории отличаются содержанием и стоимостью элементов, получаемых в результате переработки отходов. Используемые в приборе для исследования внутреннего сопротивления источника термоЭДС компоненты относятся ко 2 и 3 классу – с высоким содержанием драгоценных металлов. Эти компоненты, а также печатная плата, люминесцентные лампы, в соответствии с ГОСТ Р 52105-2003, макулатура, в соответствии с ГОСТ Р 55090-2012, должны быть утилизированы путем сдачи в специальные приемные пункты компаний, занимающихся утилизацией данного типа отходов.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией в рабочей лаборатории является пожар вследствие короткого замыкания. По степени пожароопасности помещение относится к классу П-Па. Согласно Федеральному закону №123 «Технический регламент о требованиях пожарной

безопасности», наиболее вероятным классом пожара для данного помещения является пожар класса Е. Данный класс пожаров определяется как пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

В случае возникновения пожара или его признаков (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.), человек, выполняющий работы в лаборатории, обязан:

1. Немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную часть (при этом необходимо четко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию).

2. Задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации.

3. Принять по возможности меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения и сохранности материальных ценностей.

4. Известить о пожаре руководителя или другого работника. Меры безопасности обеспечиваются системами предотвращения пожара и противопожарной защиты исходя из требований пожарной безопасности.

Средствами обеспечения пожаробезопасности являются:

– огнетушитель, которым обеспечена аудитория, а также пожарный кран, находящийся в здании;

– системы автоматической пожарной сигнализации.;

– средства организации эвакуации, в том числе технические.

– Мероприятия, обеспечивающие пожаробезопасность:

– обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении;

– пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

- обеспечение оборудованием и технические разработки.
- Перед началом работы необходимо пройти инструктаж и оставить свою роспись в журнале о прохождении инструктажа по пожарной безопасности.

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Условия в лаборатории позволяют отнести ее к категории безопасных помещений: влажность от 40 до 45%, хорошее проветривание и отопление помещения, ламинатный пол. Согласно СанПиН 1.2.3685-21, работа в лаборатории относится к категории труда Ib. Согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок, в лаборатории работает персонал II группы.

В соответствие с СП 12.13130.2009, помещение, в котором осуществляется разработка устройства, относится к категории Д – помещение пониженной пожароопасности. Согласно постановлению от 31 декабря 2020 года №2398, объекты, которые оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду, можно отнести к IV категории.

Заключение

Результатом разработки является готовый тестовый макет прибора для измерения внутреннего сопротивления источника термоЭДС. Поставленные задачи в ходе разработки и проектирования были полностью решены. Дальнейшей задачей является внедрение данного прибора в «Термотест».

При определении коммерческого потенциала устройства, а также при определении эффективности исследования было установлено, что разработанный прибор для измерения внутреннего сопротивления источника термоЭДС является конкурентоспособным.

Технические параметры соответствуют безопасному использованию прибора.

Данный прибор рекомендуется использовать в лабораториях.

