

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автономный источник питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя

УДК 621.311.6-042.65:621.362:662.123

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E72	Грунин Никита Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин Александр Васильевич	К.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Дукарт Сергей Александрович	К.и.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	К.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Общекультурные (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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК(У)-2	Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ОПК(У)-3	Владеет современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК(У)-4	Готов собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способен использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции выпускников	

ПК(У)-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК(У)-2	Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
ПК(У)-3	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий
ПК(У)-4	Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск
ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК(У)-6	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
ПК(У)-7	Готов участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок
ПК(У)-8	Способен внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем
ПК(У)-10	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ПК(У)-11	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
ПК(У)-12	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПК(У)-13	Готов участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний
ДПК (У)-1	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, настройку систем управления и обработки информации с использованием соответствующих инструментальных средств

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Мамонова Т.Е.
 (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
8E72	Грунину Никите Сергеевичу

Тема работы:

Автономный источник питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 50-13/с от 19.02.2021
Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021

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>Объект исследования: устройство сигнализации о лесном пожаре, состоящее из корпуса, ракетного двигателя, термоэлектрического преобразователя и радиопередатчика, осуществляющее оповещение о пожарах.</p> <p>Цель работы: разработка автономного источника питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор технологий обнаружения лесных пожаров; 2. Проектирование термоэлектрического преобразователя; 3. Выбор двигателя ракеты и расчет высоты полета; 4. Выбор радиопередатчика.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Дукарт Сергей Александрович</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Аверкиев Алексей Анатольевич</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>	<p> </p>
--	----------

Задание выдал руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Тырышкин Александр Васильевич</p>	<p>к.т.н., доцент</p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8E72</p>	<p>Грунин Никита Сергеевич</p>	<p> </p>	<p> </p>

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8E72	Грунину Никите Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

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 216 707 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 140 217 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,45 баллов из 5
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Дукарт Сергей Александрович	к.и.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E72	Грунин Никита Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8E72	Грунин Никита Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Тема ВКР:

Автономный источник питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования – устройство сигнализации о лесном пожаре, состоящее из корпуса, ракетного двигателя, термоэлектрического преобразователя и радиопередатчика, осуществляет оповещение о пожарах. Рабочая зона представляет собой место для работы за столом с автономным источником питания. Область применения – лесные массивы.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ; 2. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работы сидя. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ; 3. Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. 4. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования ГОСТ 21889-76. 5. СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда". 6. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.
--	---

<p>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата – Превышение уровня шума – Риск поражения электрическим током – Отсутствие или недостаток естественного света – Повышенная напряженность электрического поля – Недостаточная освещенность рабочей зоны
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Анализ воздействия на литосферу: образование отходов и утилизация. Воздействие на гидросферу пренебрежимо мало. Уменьшение лесных пожаров сохраняет природный ресурс.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>В процессе разработки наиболее вероятна ЧС техногенного характера – пожар при коротком замыкании (возгорание).</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E72	Грунин Никита Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 72 страницы, 2 рисунка, 28 таблиц, 26 источников.

Ключевые слова: сигнальная ракета, пожар, термопара, термопарная батарея, автономный источник питания, термоэлектрический преобразователь.

Объектом исследования является устройство сигнализации о лесном пожаре, состоящее из корпуса, ракетного двигателя, термоэлектрического преобразователя и радиопередатчика, осуществляющее оповещение о пожарах.

Цель работы – разработка автономного источника питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя.

В процессе исследования проводился расчёт и подбор необходимых частей сигнальной ракеты, а также изготовление опытного образца автономного источника питания.

В результате исследования произведена разработка, расчёт термопарной батареи, а также разработка и расчёт других компонентов, необходимых для корректного функционирования устройства сигнализации о лесном пожаре.

Степень внедрения: разработка компонентов и изготовление автономного источника питания в лабораторных условиях.

Область применения: лесные массивы.

Потенциальная экономическая эффективность использования устройства для сигнализации о лесном пожаре связана со сбережением большого количества лесных ресурсов.

В будущем планируется тестирование автономного источника питания для дальнейшего внедрения в разработку и изготовления опытного образца сигнального устройства.

Содержание

Введение.....	13
1. Обзор литературы.....	15
2. Расчётная и аналитическая часть.....	20
2.1. Устройство сигнализации о лесном пожаре	20
2.2. Расчёт высоты полёта двигателя.....	21
2.3. Выбор радиопередатчика.....	23
2.4. Термоэлектрический преобразователь.....	26
2.5. Расчёт результирующей высоты полета устройства	31
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	33
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	33
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	33
3.1.2 Технология Quad.....	34
3.1.3 SWOT-анализ.....	36
3.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	38
3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования	38
3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	40
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	41
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	41
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научной работы.....	42
3.3.3 Заработная плата исполнителей темы.....	43
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды	44
3.3.5 Накладные расходы	45
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	45
3.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	46
3.5 Оценка рисков	47
3.6 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению	56

4	Социальная ответственность.....	58
4.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	58
4.2.	Производственная безопасность.....	59
4.3.	Недостаточная освещенность.....	60
4.4.	Повышенный уровень шума.....	62
4.5.	Отклонения показателей микроклимата.....	62
4.6.	Психофизиологические факторы.....	64
4.7.	Повышенная напряженность электрического поля.....	64
4.8.	Поражение электрическим током.....	65
4.9.	Экологическая безопасность.....	66
4.10.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
4.11.	Заключение по разделу Социальная ответственность.....	68
	Заключение.....	69
	Список использованных источников.....	70

Введение

Лесные пожары – довольно частое и опасное явление. На территории Российской Федерации располагается одна пятая всего мирового лесного запаса. Часто от этого страдает не только такой важный природный объект как лес, но сгорают деревни, погибают люди и животные.

Помимо всего этого пожары весомо влияют на климатические изменения нашей планеты. В России сгорает гораздо больше леса, чем вырубается, с каждым годом количество и уровень опасности пожаров лишь растёт. Но и по сей день задача оперативного обнаружения пожара и его очага остаётся крайне сложной. До сих пор не удается вовремя обнаружить возгорание чтобы оперативно устранить пожар на раннем этапе, пока не затронуты большие территории. Для решения проблемы требуется новая система оповещения о пожарах. [3]

Устройство, которое могло бы это решить это непосредственно сигнальная ракета с маячком, уведомлявшим о пожаре и тем самым вызывавшей бы пожарную службу. При разработке системы оповещения о пожарах, следует учитывать, где располагать данные системы и на каком расстоянии от вышек связи, также стоит позаботиться о долговечности системы. Основной упор следует делать на саму ракету, которая будет позволять нашей системе взлететь как можно выше над лесом, также на выбор термоэлектрического преобразователя таким образом, что «холодные» спаи выведены на поверхность корпуса, а «горячие» - расположены внутри корпуса в зоне расположения двигателя. Помимо этого, стоит обратить особое внимание на радиопередатчик, который будет обеспечивать достаточное расстояние и частоту для передачи информации к ближайшей вышке связи. [4]

В недавнем прошлом это устройство сигнализации о лесном пожаре было запатентовано, на данном этапе произведён расчёт необходимых

частей и ведутся практические испытания по слиянию всех компонентов в единое устройство.

1 Обзор литературы

На сегодняшний день имеется несколько технологий обнаружения лесных пожаров, самые главные недостатки всех существующих методов: невозможно сразу обнаружить пожар и его очаг, недостаточная автоматизация процессов наблюдения.

В таблице 1 описаны преимущества и недостатки различных технологий обнаружения лесных пожаров, используемых в настоящее время. [6]

Таблица 1 – Технологии обнаружения лесных пожаров и их очагов

Технологии обнаружения	Преимущества	Недостатки
Обнаружение со специальных вышек	Метод достаточно прост. Возможно использование вышек, которые сохранились до наших дней долгое время без дополнительного обслуживания. Контроль при помощи местных жителей.	Необходимо привлекать большое количество людей для круглосуточного осмотра определённого участка территории. Сейчас на подобных вышках работает в десятки раз меньше людей, чем 20-30 лет назад, что делает этот способ ещё более зависимым от человеческого фактора (лесничий может уснуть или просто устать). В данном методе процесс обнаружения и оповещения не автоматизирован.

Продолжение таблицы 1 – Технологии обнаружения лесных пожаров и их очагов

Технологии обнаружения	Преимущества	Недостатки
		<p>По причине дорогостоящего ремонта или же воспроизведения новых вышек, обновления не происходит уже более 20 лет, а это значит, что большинство вышек находятся в аварийном состоянии и не используются по назначению.</p>
<p>Осмотр территорий с воздуха на вертолёте или самолёте</p>	<p>Возможно производить мониторинг любой, даже дикой и отдаленной территории.</p>	<p>Самый существенный недостаток данного метода – это слишком дорогой летный час. Для примера, летный час самолета Ан-2 (основной самолет, используемый для обнаружения лесных пожаров) около 27000 руб., однако данный самолет уже давно снят с производства, вместо него для мониторинга используют более дорогие модели.</p> <p>Необходим специально обученный персонал (штурманы), которые определяют маршрут полета,</p>

Продолжение таблицы 1 – Технологии обнаружения лесных пожаров и их очагов

Технологии обнаружения	Преимущества	Недостатки
		<p>визуально обнаруживают места возгорания и определяют координаты.</p> <p>Отсутствует возможность осматривать территории непрерывно и поэтому не всегда удаётся обнаружить пожар вовремя.</p>
<p>Обследование территорий с воздуха при помощи БПЛА</p>	<p>Стоимость лётного часа ниже, чем при использовании самолётов и вертолётов.</p> <p>Не требуется привлечение различных специалистов.</p>	<p>БПЛА стоит достаточно дорого и не может использоваться для других нужд.</p> <p>Отсутствует возможность осматривать территории непрерывно и поэтому не всегда удаётся обнаружить пожар вовремя.</p>
<p>Определение места пожара со спутника</p>	<p>Дистанционный и автоматизированный способ.</p> <p>Можно мониторировать любую территорию.</p>	<p>Влияние погодных условий на работу устройств.</p> <p>Большая площадь минимально обнаруживаемого очага возгорания: от 1-го до 50 га.</p>

Продолжение таблицы 1 – Технологии обнаружения лесных пожаров и их очагов

Технологии обнаружения	Преимущества	Недостатки
Применение систем видеомониторинга	Система автоматизирована. Используются простые и дешевые вышки с камерами наблюдения, картинка поступает к оператору.	Невозможно определить координаты местности, в которой произошёл пожар. Сложность раннего обнаружения.

Самые главные недостатки всех методов: невозможно сразу обнаружить пожар и определить его очаг, недостаточно автоматизированны процессы наблюдения.

Несмотря на использование разных способов обнаружения пожаров и применение мер по их профилактике, пожары случаются часто и наносят большой ущерб экологии и экономике России. Главная причина возникновения всех пожаров человеческий фактор.

Ключевыми отличиями сигнальной ракеты от имеющихся на сегодняшний день способов оповещения о лесных пожарах являются следующие факторы:

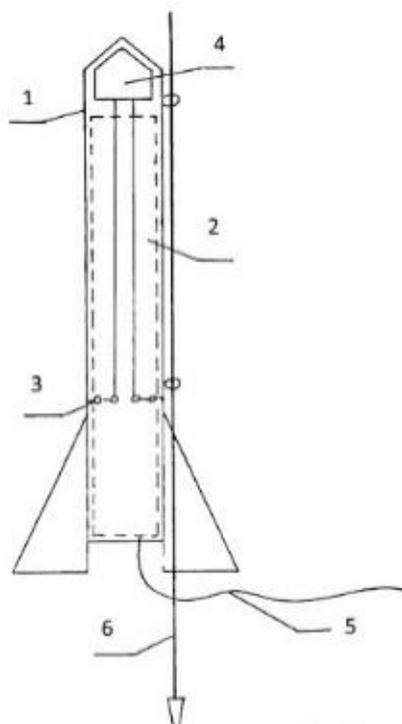
- относительная дешевизна по сравнению с другими способами предупреждения лесных пожаров.
- большой срок службы. Предложенное устройство не содержит гальванических элементов электропитания. Энергия генерируется и

потребляется только в случае возникновения пожара. В этом случае срок службы устройства определяется только сроком службы конструктивных элементов, который на порядок больше, чем срок службы гальванических элементов.

- пропадает необходимость в постоянном отслеживании с воздуха (на самолётах, вертолётах) наличия пожара, что экономит бюджет.

2 Расчётная и аналитическая часть

2.1 Устройство сигнализации о лесном пожаре



1 – корпус ракеты; 2 – ракетный двигатель; 3 – термоэлектрический преобразователь; 4 – радиопередатчик; 5 – воспламенитель; 6 – механизм крепления

Рисунок 1 – Схема устройства сигнализации о лесном пожаре

В исходном состоянии устройство, представленное на рисунке 1, располагают в зоне возможного возгорания.

При возникновении пожара в зоне расположения устройства происходит возгорание воспламенителя, что приводит к запуску двигателя. При вертикальном старте устройство поднимается выше пламени пожара, экранирующего радиоволны; радиус прямой видимости радиопередатчика повышается, по мере выгорания топлива «горячие» спай термоэлектрического преобразователя нагреваются, «холодные» спай термоэлектрического преобразователя, обдуваясь набегающим потоком

воздуха, остаются холодными; в результате вырабатывается термоЭДС, поступающая на вход радиопередатчика, который начинает транслировать сигналы оповещения. Сигналы оповещения транслируются как на активном участке полета устройства, так и на пассивном, до полного остывания горячих спаев термоэлектрического преобразователя. Радиосигналы могут быть приняты любой станцией лесоохраны, МЧС и другими службами. [1]

2.2 Расчёт высоты полёта двигателя

Проведем расчёт высоты полёта двигателя ракеты.

Найдём ускорение двигателя. Расставим силы, действующие на двигатель (рисунок 2).

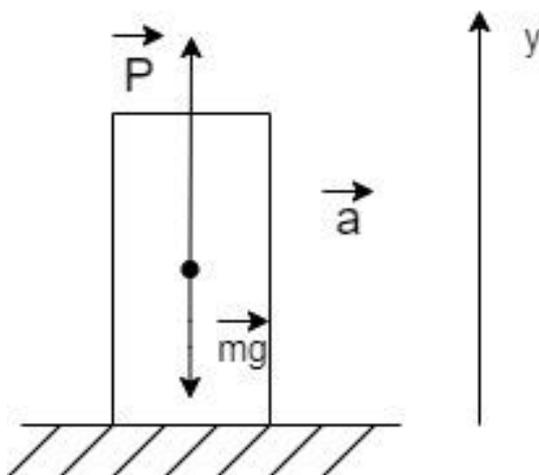


Рисунок 2 – Силы, действующие на двигатель в ходе полёта

Воспользуемся вторым законом Ньютона. Получим следующее уравнение:

$$\vec{P} + m\vec{g} = m\vec{a}, \quad (1)$$

где P – средняя тяга двигателя,

m – масса двигателя,

g – ускорение свободного падения,

a – ускорение двигателя.

Напишем уравнение, спроецировав силы на ось y и выразим ускорение:

$$P - mg = ma, \quad (2)$$

$$a = \frac{P - mg}{m}, \quad (3)$$

Зная ускорение двигателя можем найти высоту, на которую может вывести ракету двигатель. Будем искать высоту полёта двигателя ракеты по формуле:

$$h = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (4)$$

$$v_0 = 0, \quad (5)$$

$$h = \frac{at^2}{2}, \quad (6)$$

где t – время горения заряда.

Проведём расчёты, основываясь на данных формулах и паспортных данных двигателей ракет: [2]

Таблица 2 – Паспортные данные для двигателей

Название	Цена, руб	Масса, г	Длина, мм	Диаметр, мм	Тяга(макс), Н	Тяга(ср), Н	Время горения, с
РД1-10-5	350	23	70	17,5	14	7,5	1,2
РД1-20-5	370	36	85	20	25	16	1,2
РД1-30-5	400	55	130	20	37	23	1,2
РД1-50-0	670	107	123	29	50	30	1,8
РД1-100-7	800	200	240	29	120	50	2

Рассчитаем высоту для двигателя РД1-10-5. При этом будем использовать следующие величины, взятые из Таблицы 2: среднее значение тяги двигателя ($P=7,5$ Н), время горения заряда ($t=1,2$ с), массу двигателя

($m=0,023$ кг).

Из уравнений (3) и (6) посчитаем ускорение и высоту ракеты:

$$a = \frac{7,5 - 0,023 \cdot 9,8}{0,023} = 316 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \quad (7)$$

$$h = \frac{316 \cdot 1,2^2}{2} = 228 \text{ м}, \quad (8)$$

Следует отметить, что в данных расчётах не учитывается сила сопротивления воздуха, а также масса корпуса ракеты.

Результаты расчётов для двигателей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Высота полёта двигателей

Название	Ускорение двигателя, $\text{м}/\text{с}^2$	Высота полёта двигателя, м
РД1-10-5	316	228
РД1-20-5	435	313
РД1-30-5	408	294
РД1-50-0	271	438

Следующий шаг – расчёт высоты полёта самой ракеты. Для этого в предыдущих расчётах нужно учесть массу корпуса.

В корпус ракеты входит:

1. двигатель;
2. термобатарея;
3. радиопередатчик.

2.3 Выбор радиопередатчика

Подберём радиопередатчики.

В таблице 4 представлены паспортные данные для нескольких радиопередатчиков. [8]

Таблица 4 – Паспортные данные для радиопередатчиков

Приёмопе редатчик	Масса, г	Напряже ние, В	Диапазон рабочей частоты, МГц	Мощн ость, мВт	Радиу с дейст вия, м	Цена, руб.
SI4432	(8,2±0,1)	(1,8 - 3,6)	(240~930)	100	1000	134
E31- 230T27D	(8,2±0,1)	(3,3 - 5,2)	(225~237,6)	500	4000	832
E70- 868T14S2	(1,1±0,1)	(2,1 - 3,8)	(861~876,5)	25	1500	384
E70- 915T30S	(4,8±0,1)	(2,6 - 5,5)	(907~922,5)	1000	6000	832
E70- 868T30S	(4,8±0,1)	(2,6 - 5,5)	(861~876,5)	1000	6000	832
E18- 2G4Z27SI	(1,5±0,1)	(2,5 - 3,6)	(2400~2480)	500	2500	576
E30- 170T27D	(8,2±0,1)	(3,3 - 5,2)	(148~173,5)	500	5000	832
E10- 433MD- SMA SI4463	(3,4±0,1)	(1,8 - 3,6)	(425 ~ 525)	100	2000	268
E10- 868MS30	(5,0±0,1)	(5,0 - 5,5)	(855 ~ 880,5)	1000	6000	602
E10- 433MS1W	(5,0±0,1)	(4,8 - 5,5)	(425 ~ 525)	1000	6000	522

Продолжение таблицы 4 – Паспортные данные для радиопередатчиков

Приёмопередатчик	Масса, г	Напряжение, В	Диапазон рабочей частоты, МГц	Мощность, мВт	Радиус действия, м	Цена, руб.
E10-915MS30	(5,0±0,1)	(5,0 - 5,5)	(900 ~ 925,5)	1000	6000	508
E30-170T20D	(7,6±0,1)	(2,3 - 5,2)	(148 ~ 173,5)	100	2500	406

Сигнализационная ракета, в первую очередь, должна иметь диапазон частот, схожий с каким-либо оператором сотовой связи в том или ином регионе, а также низкую себестоимость, большой радиус действия и сравнительно небольшую массу, так как от этого напрямую зависит эффективность работы сигнализации о лесном пожаре.

Рассмотрим диапазон радиочастот, на которых работают вышки сотовой связи в Томской и Новосибирской областях. [11]

Таблица 5 - Распределение частот между российскими сотовыми операторами

Область	МТС – 900 МГц	Мегафон – 900 МГц
Томская	890-898,6	880,1-882,1
Новосибирская	890-894,2	880,1-881,9

Исходя из этого, наиболее подходящим радиопередатчиком будет E10-915MS30 (Радиус действия – 6000 м, цена – 508 рублей, масса – 5 г), так как диапазон рабочей частоты данного радиопередатчика частично совпадает с диапазоном сети Мегафон в данных областях.

2.4 Термоэлектрический преобразователь

Термопара является важной составляющей сигнальной ракеты. За счёт разности температуры холодного и горячего спаев, в термопарах генерируется ЭДС, которая поступает на радиопередатчик. Величина вырабатываемой ЭДС зависит от металлов, из которых сделана термопара. Термоэлектрических преобразователей должно быть точное количество, для того чтобы вырабатываемая ими ЭДС была достаточна для питания радиопередатчика.

Таким образом, термоэлектрический преобразователь выбирается на основе диапазона температур, в котором он будет работать, и величины вырабатываемой ЭДС.

Вырабатываемая ЭДС определяется по формуле:

$$E = \alpha \cdot \Delta t, \quad (9)$$

где α – коэффициент термо-ЭДС (коэффициент Зеебека), Δt - разность температур горячего и холодного спая, E – термо-ЭДС.

Таблица 6 - Сводная таблица видов термопар [12]

Тип термопары	Материалы термоэлектродов		Диапазон рабочих температур, °С	Цветовая кодировка
	Положительный	Отрицательный		
ТПП(S)	Платинородий (10% Rh)	Платина	0 – 1300 (1600)	
ТПП(R)	Платинородий (10% Rh)	Платина	0 – 1300 (1600)	
ТПР(В)	Платинородий (10% Rh)	Платинородий (10% Rh)	600 - 1700	-

Продолжение таблицы 6 - Сводная таблица видов термопар

Тип термопары	Материалы термоэлектродов		Материалы термоэлектродов	Цветовая кодировка
	Положительный	Положительный		
ТХК(L)	Хромель	Копель	-200 – 700 (900)	
ТХА(K)	Хромель	Алюмель	-200 – 1200 (1300)	
ТЖК(J)	Железо	Константин	-200 – 750 (900)	
ТВР(A)	Вольфрам – рений (5% Re)	Вольфрам – рений (20% Re)	0 – 2200 (2500)	-

Рассчитаем минимальное требуемое количество термопар исходя из следующих условий:

1) Радиопередатчик E10-915MS30;

Напряжение питания: 5,0 - 5,5 В.

2) Ракетный двигатель РД 1-10-5

Температуру горения заряда двигателя примем равной $t_1 = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$

Температуру внешней среды примем равной $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Разность температур:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 1500^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 1480^\circ\text{C}, \quad (10)$$

1. ТПР(B)

Состав: Платинородий (30 % Rh), платинородий (6 % Rh)

Диапазон температур: 600 – 1800°C:

$$\alpha = 10,5 - 11,5 \frac{\text{мкВ}}{^\circ\text{C}},$$

$$E = 10,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1500 = 0,016 \text{ В}, \quad (11)$$

Количество термопар:

$$N = \frac{U_{\text{пит.}}}{E} = \frac{5,0}{0,016} = 313, \quad (12)$$

2. ТВР(А)

Состав: Вольфрам-рений (5% Re), вольфрам-рений (20% Re);

Диапазон температур: 0 – 2200°C:

$$\alpha = 7,0 - 10,0 \frac{\text{мкВ}}{\text{°C}},$$

$$E = 7,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1480 = 0,01 \text{ В}, \quad (13)$$

Количество термопар:

$$N = \frac{U_{\text{пит.}}}{E} = \frac{5,0}{0,01} = 500, \quad (14)$$

3. ТЖК

Состав: Железо – Константан;

Диапазон температур: –200 – 750°C:

$$\alpha = 57,0 \frac{\text{мкВ}}{\text{°C}},$$

$$E = 57,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1480 = 0,084 \text{ В}, \quad (15)$$

Количество термопар:

$$N = \frac{U_{\text{пит.}}}{E} = \frac{5,0}{0,084} = 59, \quad (16)$$

4. ТХК

Состав: Хромель-Копель;

Диапазон температур: –200 – 700°C:

$$\alpha = 81,0 \frac{\text{мкВ}}{\text{°C}},$$

$$E = 81,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1480 = 0,12 \text{ В}, \quad (17)$$

Количество термопар:

$$N = \frac{U_{\text{пит.}}}{E} = \frac{5,0}{0,12} = 42, \quad (18)$$

5. ТХА

Состав: Хромель-Алюмель;

Диапазон температур: $-200 - 1200^{\circ}\text{C}$:

$$\alpha = 40,0 \frac{\text{мкВ}}{^{\circ}\text{C}},$$

$$E = 40,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1480 = 0,059 \text{ В}, \quad (19)$$

Количество термопар:

$$N = \frac{U_{\text{пит.}}}{E} = \frac{5,0}{0,059} = 85, \quad (20)$$

В результате расчётов выяснил, что меньше всего требуется ТХК термопар ($N = 42$), однако на данном температурном диапазоне устройство не сможет работать из-за низкой температуры плавления. В связи с этим выберем термопару с подходящим температурным диапазоном, это ТХА термопара ($N = 85$).

Термопары изготавливаются в двух исполнениях по номинальной статической характеристики: ХА(К), ХК(Л). Для производства термопар используется термопарный кабель российского и зарубежного производства.

Материал термопарного кабеля, материал корпуса, а также способ изоляции рабочего конца термопары определяют диапазон рабочих температур.

Ниже представлены некоторые модели ТХА и их характеристики. [10]

Таблица 7 – Модели ТХА

Название	Диаметр электродов, мм	Диаметр монтажной части, мм	Длина монтажной части, мм	Изоляция рабочего спая, Н-неизолир.	Диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	Цена, руб.
ТП.ХА-К11	0,5; 0,7; 1,2	-	-	Н	минус 200...1200	82
ТП.ХА-К12	1,2	-	-	Н	минус 200...1200	82

Продолжение таблицы 7 – Модели ТХА

Название	Диаметр электрода, мм	Диаметр монтажной части, мм	Длина монтажной части, мм	Изоляция рабочего спая, Н-неизолир.	Диапазон температур, С	Цена, руб.
ТП.ХА-К2	0,5	4,0; 5,0	20,0; 30,0; 60,0; 80,0	Н	минус 200...120 0	381
ТП.ХА-К4.1	0,5; 0,7	4,0; 5,0; 6,0	10,0; 20,0 30,0; 60,0 80,0; 100,0; 120,0; 200,0; 250,0; 320,0	Н	минус 200...120 0	599
ТП.ХА-К5	0,5	4,0	30,0	Н	минус 200...120 0	407
ТП.ХА-К2	0,5	4,0; 5,0	20,0; 30,0; 60,0; 80,0; 100,0; 120,0; 200,0; 250,0; 320,0	Н	минус 200...120 0	381
ТП.ХА-К2.1	0,5	4,0; 5,0	20,0; 30,0	Н	минус 200...120 0	381
ТП.ХА-К3	0,5	4,0	13,0	Н	минус 200...120 0	392
ТП.ХА-К4	0,5; 0,7	4,0; 5,0; 6,0	10,0; 20,0 30,0; 60,0	Н	минус 200...120 0	599

Исходя из данной таблицы, наиболее подходящей термопарой

является ТП.ХА-К12, так как она имеет довольно низкую цену и широкий диапазон температур.

2.5 Расчёт результирующей высоты полета устройства

Следующий шаг – рассчитать результирующую высоту всей ракеты.

Расчёты аналогичны расчётам высоты полёта двигателя, но теперь будет учитываться масса термобатареи, двигателя и радиопередатчика.

Масса термобатареи $m_T = 85$ г., масса радиопередатчика $m_{рп} = 5$ г., масса корпуса $m_k = 150$ г.

$$\begin{aligned} P - (m_{\text{двигателя}} + m_T + m_{\text{рп}} + m_k)g &= \\ &= (m_{\text{двигателя}} + m_T + m_{\text{рп}} + m_k)a, \end{aligned} \quad (21)$$

Выразим из (21) ускорение всей ракеты:

$$a = \frac{P - (m_{\text{двигателя}} + m_T + m_{\text{рп}} + m_k)g}{(m_{\text{двигателя}} + m_T + m_{\text{рп}} + m_k)}, \quad (22)$$

Рассчитаем для двигателя РД1-10-5:

$$a = \frac{7.5 - (0.023 + 0.085 + 0.005 + 0.15) \cdot 9.8}{0.023 + 0.085 + 0.005 + 0.15} = 18,72 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \quad (23)$$

$$h = \frac{18,72 \cdot 1,2^2}{2} = 13,48 \text{ м}, \quad (24)$$

Проведём аналогичные вычисления для других двигателей.

Результаты вычислений представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Высота полёта ракеты

Название	Ускорение ракеты	Высота полёта ракеты
РД1-10-5	18,72	13,48
РД1-20-5	51,04	36,75
РД1-30-5	77,65	55,91

Теперь рассчитаем полную высоту ракеты, для этого воспользуемся законом сохранения энергии:

$$\frac{mU^2}{2} = mgh, \quad (25)$$

Выразим высоту, которую пролетит ракета после прекращения работы двигателя:

$$h = \frac{U^2}{2g}, \quad (26)$$

Таблица 9 – Полная высота полёта ракеты

Название	Высота, на которую поднимется двигатель после прекращения работы двигателя	Полная высота полёта ракеты
РД1-10-5	25,74	39,21
РД1-20-5	191,37	228,12
РД1-30-5	443,01	498,92

Считая, что средняя высота деревьев в лесу составляет примерно 22 м, определим самым лучшим вариантом двигатель РД1-10-5.

Таким образом, устройство оповещения о пожарах будет содержать:

1. двигатель РД1-10-5;
2. радиопередатчик E10-915MS30;
3. термопара ТП.ХА-К12

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается рядом некоторых задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегательной), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Необходимо оценить потенциал и перспективность данной разработки, рассчитать затраты при воплощении проекта. Результатом выполнения раздела является определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности данной работы.

В рамках данной выпускной квалификационной работы рассматривался автономный источник питания для сигнальной ракеты на основе термоэлектрического преобразователя.

Сигнальная ракета представляет собой устройство подачи сигналов

тревоги с использованием радиосвязи с диспетчерскими пунктами лесоохраны, определяющими местоположение очага пожара и может быть использовано для оповещения служб лесоохраны о пожаре в любом лесном массиве.

Целевая аудитория представленного устройства — это Министерство природных ресурсов, Рослесхоз и МЧС.

3.1.2 Технология Quad

Для оценки перспективности разработки в соответствие с методологией Quad была составлена оценочная карта, представленная в таблице 10.

Таблица 10 – Quad анализ

№	Факторы оценки	Вес фактора	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
	1	2	3	4	5	6
Показатели технического потенциала						
1	Влияние погодных условий	0,1	85	100	0,85	0,085
2	Надежность	0,15	90	100	0,9	0,135
3	Скорость реакции	0,15	95	100	0,95	0,1425
4	Приспособленность к различным пожарам	0,15	75	100	0,9	0,135

Продолжение таблицы 10 – Quad анализ

№	Факторы оценки	Вес фактора	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
5	Простота эксплуатации	0,1	100	100	1	0,1
6	Срок службы	0,1	95	100	0,95	0,095
7	Ремонтопригодность	0,05	40	100	0,4	0,02
Показатели коммерческого потенциала						
8	Объем трудовых затрат	0,05	85	100	0,85	0,0425
9	Цена	0,1	95	100	0,95	0,095
10	Финансовая эффективность научной разработки	0,05	90	100	0,9	0,045
	Итого	1				0,895

На основании данных таблицы и в соответствии с методикой QUAD анализа, можно сделать вывод о том, что средневзвешенное значение перспективности технологии составило 89,5, а так как полученное число больше 80, то, соответственно, внедряемую разработку можно считать перспективной.

3.1.3 SWOT-анализ

Для наглядного описания ситуации, в рамках которой предстоит разрабатывать и реализовывать данный проект, использован такой метод анализа сильных и слабых сторон организации, а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды, как SWOT-анализ.

Полученный SWOT-анализ проекта представлен в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы	
	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	1. Повышение скорости реагирования на лесные пожары	1. Достаточно сложные расчеты 2. Требуется наличие специалистов
	2. Экономия ресурсов на тушении пожара 3. Высокая вероятность срабатывания 4. Простота в обслуживании 5. Автоматизация реагирования 6. Новизна идеи	3. по обслуживанию 4. Возможны трудности с установкой 5. Отслеживание пригодности ракеты со временем не предусмотрено 6. Отсутствие серийного производства

Продолжение таблицы 11 – SWOT-анализ проекта

	<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение количества лесных пожаров 2. Увеличение количества приёмных вышек связи рядом с нашими ракетами 3. Озеленение территории 4. Снижение стоимости комплектующих 	<p>Обеспечивать высокую скорость срабатывания системы оповещения и бесперебойность работы вне зависимости от внешних условий</p>	<p>Снижению стоимости способствует появление новых технологий производства или внедрение более дешевых, но не менее эффективных материалов для изготовления ракеты</p>
	<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Падение спроса по причине изменения состояния экономики 2. Повышение цен на комплектующие 3. Вырубка лесов 4. Разработка аналогов-конкурентов 	<p>С целью привлечения большего количества заказов, следует раскрывать потенциальным заказчикам всю уникальность и эффективность проекта, это способствует массовому заказу.</p>	<p>Обеспечивать обслуживание продукта после введения его в эксплуатацию. Проводить поиск новых рынков сбыта, в том числе в зарубежных странах.</p>

Таким образом, по результатам SWOT – анализа можно заключить, что данный проект обладает большим количеством сильных сторон и

возможностей, которые можно будет реализовать в будущем. Однако, необходимо обеспечить возможность проверки работоспособности ракет при эксплуатации и наладить серийное производство в будущем.

3.2 Планирование научно-исследовательской работы

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Планирование является одним из важнейших процессов управления проектом, определяющим во времени всю деятельность по его осуществлению. Целью планирования проекта является построение плана реализации разработки, для её достижения необходимо выделить три основных этапа: подготовительный, основной и заключительный этапы. На каждом из них необходимо назначить ответственных за их исполнения и установить временные сроки, в рамки которых необходимо уложиться. В конечном итоге отчётным документом в данном подразделе выступает диаграмма Ганта, показывающая продолжительность работ.

Для выполнения научного исследования сформирована рабочая группа, состоящая из научного руководителя и инженера (студента). По каждому виду работ установлена соответствующая должность исполнителя или исполнителей. Список работ, их продолжительность и распределение исполнителей указаны в таблице 12. Продолжительность работ указана в календарных днях.

Таблица 12 — Перечень работ и продолжительность их выполнения

Номер	Содержание работ	Продолжительность работ, дни	Должность исполнителя
Разработка технического задания			
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	3	Руководитель

Продолжение таблицы 12 — Перечень работ и продолжительность их выполнения

Номер	Содержание работ	Продолжительность работ, дни	Должность исполнителя
2	Составление и утверждение ТЗ	3	Руководитель, инженер
Сравнение с аналогами			
3	Обзор и изучение технической литературы и нормативной документации	6	Инженер
4	Проведение патентных исследований	6	Инженер
5	Разработка плана собственного исследования	3	Руководитель, инженер
Исследование и проектирование			
6	Разработка эскиза устройства	5	Руководитель, инженер
7	Прототипирование устройства	8	Инженер
8	Подбор необходимых компонентов и материалов для готового продукта	10	Руководитель, инженер
9	Проведение расчетов каждого компонента в отдельности	12	Инженер
10	Моделирование термопарной батареи	10	Инженер
11	Создание автономного устройства питания на основе термоэлектрического преобразователя	14	Руководитель, инженер

Продолжение таблицы 12 — Перечень работ и продолжительность их выполнения

Номер	Содержание работ	Продолжительность работ, дни	Должность исполнителя
Оформление отчета			
12	Оформление расчетно-пояснительной записки	3	Инженер
13	Оформление графического материала	3	Инженер
14	Подведение итогов	4	Инженер
Итого:		90 дней	

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее наглядным представлением графика проведения работ является диаграмма Ганта, построенная на основе таблицы 12.

Таблица 13 — Календарный план-график работ

№ работ	T _{кв} , дни	Продолжительность выполнения работ								
		март			апрель			май		
		1-10	10-20	20-31	1-10	10-20	20-30	1-10	10-20	20-29
1	3									
2	3									
3	6									
4	6									
5	3									
6	5									
7	8									
8	10									
9	12									
10	10									

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование части	Единицы измерения	Количество	Цена за 1 ед., руб.	Затраты, руб.
Двигатель	шт	1	350	350
Радиопередатчик	шт	1	677	677
Термопарный кабель	м	1	763	763
Корпус и крепление ракеты	шт	1	100	100
Итого				1890

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научной работы

В процессе выполнения проекта из оборудования был задействован персональный компьютер, с первоначальной стоимостью 40 тыс.руб. и относящиеся ко второй амортизационной группе со сроком полезного использования от 2 до 3 лет включительно. Использование ПК предполагается в течение всего периода выполнения проекта. Срок выполнения проекта, согласно плану, составляет 90 дней или 3 месяца.

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} * 100\% = \frac{1}{3} \times 100\% = 33,3\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_g = 40000 * 0,333 = 13320 \text{ рублей.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = \frac{13320}{12} = 1110 \text{ рублей.}$$

Итоговая сумма амортизации ПК:

$$A = 2 * 1110 * 3 = 6660 \text{ рублей.}$$

3.3.3 Заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе продолжительности выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Расчёт затрат на заработную плату по следующей формуле:

$$Зп = Зосн + Здоп,$$

где $Зосн$ – основная заработная плата;

$Здоп$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Зосн = Здн \times Тр,$$

где $Здн$ – среднедневная заработная плата;

$Тр$ – продолжительность работ, выполняемых работником, в рабочих днях.

Продолжительность работ по таблице 3.3.1 для руководителя составила 38 календарных дней, для инженера — 87.

Стоит учесть, что у руководителя пятидневная рабочая неделя, а у инженера — шестидневная. Отсюда, разные коэффициенты календарности ($k_{\text{кал}5} = 1,48$; $k_{\text{кал}6} = 1,22$).

В таком случае:

$Тр_{\text{НР}} = 38/1,48 \approx 26$ – продолжительность работ руководителя;

$Тр_{\text{И}} = 87/1,22 \approx 71$ – продолжительность работ инженера.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м}}{F_{д}},$$

где $З_{м}$ – оклад работника за месяц;

$F_{д}$ – количество рабочих дней в течение месяца, для пятидневной рабочей недели равное 22, для шестидневной — 26.

Заработная плата работника за месяц рассчитывается по формуле:

$$З_{м} = З_{ок} \times (1 + K_{пр} + K_{д}) \times K_{р},$$

где $З_{ок}$ – оклад, руб.;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,1;

$K_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок, равный 0,15;

$K_{р}$ – районный коэффициент, равный для Томска 1,3.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{доп} = 0,12 \times З_{осн}.$$

Расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 15.

Таблица 15 — Затраты на заработную плату

Исполнители	Тр, раб.дни	Зок, руб.	Зм, руб.	Здн, руб.	Зосн, руб.	Здоп, руб.	Зп, руб.
Научный руководитель	26	43 264	70 304	3 195,6	83 087	9 970	93 057
Инженер	71	9 489	15 420	593	42 107	5 053	47 160
Итого:							140 217 рублей

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды, включающие в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 27,1% от полной заработной платы (на основании пункта 1 ст.58

№212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность).

$$\text{Зстр} = \text{Зп} \times \text{Котч},$$

где Котч – доля отчислений на страховые взносы, равная 0,271.

$$\text{Зстр} = 140\,217 \times 0,271 = 37\,999 \text{ рублей.}$$

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты проекта, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

Расчет накладных расходов ведется по формуле:

$$\text{Знакл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \times \text{Кнакл},$$

где Кнакл – коэффициент накладных расходов, равный 0,16.

$$\text{Знакл} = (2260 + 140\,217 + 37\,999 + 6660) \times 0,16 = 29941,8 \text{ рублей.}$$

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета текущих затрат

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	2260	0,9
Затраты на заработную плату	140217	64.6

Продолжение таблицы 16 – Расчет бюджета текущих затрат

Страховые взносы	37999	17.6
Затраты на амортизацию	6660	3.1
Накладные расходы	29941	13.8
Общий бюджет	216707	100

Бюджет затрат составил 216707 рублей, на зарплату приходит больший процент затрат, равный 64.6%.

3.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность проекта показывает соответствие затрат и результатов проекта интересам и целям участников, а также интересам государства и населения, определяется с помощью интегрального показателя по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^N a_i \cdot b_i ,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания (в данном случае шкала от 0 до 5);

N – число параметров сравнения.

Были рассмотрены функционирование мобильного робота без использования модуля движения и с ним. Расчет интегрального показателя проведён в таблице 17.

Таблица 17 — Оценка показателей эффективности проекта

№	Параметры/объект исследования	Весовой коэффициент параметра	До внедрения проекта	После внедрения проекта
1	Безопасность	0,10	4	5
2	Долговечность	0,05	2	3
3	Помехоустойчивость	0,05	4	4
4	Ремонтопригодность	0,15	3	4
5	Скорость реагирования	0,15	3	5
6	Стоимость	0,10	5	3
7	Точность (безошибочность)	0,15	3	5
8	Удобство в эксплуатации	0,05	5	4
9	Энергосбережение	0,05	2	5
10	Эффективность	0,15	3	5
	Итого	1	3.35	4.45

$$I_{\text{до}} = 4 \cdot 0,10 + 2 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,10 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 = 3,35.$$

$$I_{\text{после}} = 5 \cdot 0,10 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,15 = 4,45.$$

По результатам расчёта интегральный показатель до внедрения предлагаемого продукта значительно меньше, чем после, 3,35 и 4,45 соответственно, что указывает на эффективность данного проекта. А точнее на его важность и нужность для нас, для населения нашей стороны, а также выгода и интерес со стороны государства

3.5 Оценка рисков

Риск – это возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода потерь.

Оценка рисков производится в процессе планирования проекта и включает качественный и количественный анализ. Качественная оценка рисков помогает идентифицировать риски и причины их вызывающие, а количественная оценка определить вероятность наступления риска/потерь и влияние последствий рисков на проект. [24]

В процессе формирования качественной оценки определены и описаны основные группы рисков данного проекта (таблица 18).

Таблица 18 – Оценка рисков проекта

	Наименование риска	Описание риска
1	Политические	1.1. Падение спроса или остановка производства по причине изменения состояния политической обстановки в стране и мире (чрезвычайные ситуации, эпидемии, военные действия)
2	Экономические	2.1. Повышение цен на материалы, оборудование и рабочую силу по причине изменения состояния экономики (инфляция, девальвация, кризис) 2.2. Увеличение налогов 2.3. Рост популярности и спроса конкурентных продуктов

Продолжение таблицы 18 – Оценка рисков проекта

	Наименование риска	Описание риска
3	Социальные	<p>3.1. Недостаточная осведомлённость населения о предлагаемых технологиях</p> <p>3.2. Падение спроса в связи с уменьшением платежеспособности населения</p>
4	Экологические	<p>4.1. Природные катаклизмы могут привести к повреждениям аппаратной части и приостановке работы системы</p> <p>4.2. Загрязнение окружающей среды во время производства</p>
5	Технологические	<p>5.1. Использование конкурентами новых технологий производства или внедрение более дешевых, но не менее эффективных материалов для изготовления продукта</p> <p>5.2. Устаревание используемых технологий и ПО</p>
6	Финансовые	<p>6.1. Недостаток средств на разработку, отсутствие финансирования на развитие проекта</p> <p>6.2. Рост стоимости обслуживания</p>

Продолжение таблицы 18 – Оценка рисков проекта

	Наименование риска	Описание риска
7	Организационные	7.1. Несогласованность действий подразделений сотрудников 7.2. Неравномерное распределение обязанностей
8	Маркетинговые	8.1. Неэффективная стратегия продаж, нерезультативная рекламная кампания 8.2. Ненадежные или некачественные каналы сбыта предлагаемой продукции
9	Кадровые	9.1. Недостаточность квалифицированных сотрудников, как обслуживающего, так и инженерного персонала
10	Технические	10.1. Выход из строя производственного оборудования 10.2. Поставка некачественных комплектующих 10.3. Ошибки или неточности в чертежах, расчётах, приводящие к производству бракованных изделий

В ходе выполнения количественного анализа рисков выполнена оценка вероятности риска по соответствующей шкале (таблица 19) и шкале оценки уровня потерь (таблица 20). Результат представлен в таблице 21.

Таблица 19 – Шкала оценки вероятности риска

Вероятность	Значение
Низкая	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 1 до 40%.
Средняя	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 41 до 70%.
Высокая	Вероятность того, что данное событие произойдет, лежит в диапазоне от 71 до 99%.

Таблица 20 – Шкала оценки уровня потерь

Уровень потерь	Значение
Нулевой	Даже если данное событие произойдет, то оно не повлечет за собой никаких потерь.
Низкий	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, незначительны, но заметны как для заказчика, так и для спонсора.
Средний	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, существенны, могут привести к нарушению приемных критериев заказчика, выходу за временные или бюджетные рамки.
Высокий	Потери проекта в случае, если данное событие произойдет, значительны, могут поставить проект под серьезную угрозу.

Таблица 21 – Оценка вероятности риска и уровня потерь

	Риск		Вероятность	Уровень потерь
1	Политические	1.1	Низкая	Высокий
2	Экономические	2.1	высокая	Средний
		2.2	Средняя	Низкий
		2.3	Высокая	Средний
3	Социальные	3.1	Низкая	низкий
		3.2	Средняя	низкий
4	Экологические	4.1	Низкая	низкий
		4.2	Низкая	средний
5	Технологические	5.1	Средняя	высокий
		5.2	Низкая	средний
6	Финансовые	6.1	Высокая	высокий
		6.2	Низкая	средний
		6.3	Низкая	средний
7	Организационные	7.1	Низкая	низкий
		7.2	Низкая	низкий
8	Маркетинговые	8.1	Средняя	средний
		8.2	Низкая	средний
9	Кадровые	9	Высокая	высокий
10	Технические	10.1	Средняя	высокий
		10.2	Средняя	средний
		10.3	Средняя	высокий

Далее представлена таблица «Матрица вероятности рисков/потерь» составленная на основе информации ранее изложенной в таблице 21. Результат этапа представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Матрица вероятности рисков/потерь

		Уровень потерь		
		Высокий	Средний	Низкий
Вероят- ность	Высокая	6.1, 9.1	2.1, 2.3	
	Средняя	5.1, 10.1, 10.3	8.1, 10.2	2.2, 3.2
	Низкая	1.1	4.2, 5.2, 6.2, 6.3, 8.3	3.1, 7.1, 7.2, 4.1

где красная область – высокий риск;

желтая – существенный риск;

синяя область – умеренный риск;

зеленая область – незначительный риск.

Таблица 23 – Основные мероприятия по снижению риска

№	Наименование риска		Мероприятия по снижению риска
1	Политические	1.1	Формирование финансовых резервных фондов
2	Экономические	2.1	Сотрудничество с другими странами по закупке материалов и оборудования, впоследствии и сбыта готового продукта
		2.2	Повышение цен на изготавливаемый продукт
		2.3	Обеспечение безопасности предлагаемого продукта, а также рассмотрение возможности повышения функционала Поддерживать высокий поток клиентов и скорость обслуживания на должном уровне

Продолжение таблицы 23 – Основные мероприятия по снижению риска

№	Наименование риска		Мероприятия по снижению риска
3	Социальные	3.1	Распространение общедоступной информации (познавательные видео и статьи на сайте компании) поясняющую принцип работы, особенности технологии, преимущества и недостатки предлагаемого продукта
		3.2	Обеспечивать поддержку и обслуживание товара после введения его в эксплуатацию, что продемонстрирует серьёзность и надёжность компании
4	Экологические	4.1	Формирование финансового резерва Создание страховых фондов
		4.2	При необходимости установка очищающих фильтров, солнечных батарей, и др.
5	Технологические	5.1	Постоянно развивать и модернизировать конструкцию и ПО предлагаемого продукта, осуществлять поиск инновационных технических решений
		5.2	
6	Финансовые	6.1	Поиск инвесторов
		6.2	Повышение цен на изготавливаемый продукт
		6.3	Повышение интереса к предлагаемому товару путём внедрения дополнительных услуг (гарантийного обслуживания, транспортных услуг).

Продолжение таблицы 23 – Основные мероприятия по снижению риска

№	Наименование риска		Мероприятия по снижению риска
7	Организационные	7.1	Выделение ответственного со стороны высшего руководства, контролирующего сроки и качество работ по проекту
		7.2	
8	Маркетинговые	8.1	В рекламе основной акцент – снижении риска аварийных повреждений ТС (безопасности) и уменьшение расходов на ремонт, что в дальнейшем позволит полностью оправдать затраты на покупку
		8.2	Предварительная проверка всех предполагаемых каналов сбыта Проводить поиск новых рынков сбыта, в том числе в зарубежных странах
9	Кадровые	9.1	Проводить мероприятия по обучению персонала работы с изделием Стимулирование сотрудников к обучению работе с предлагаемым продуктом
10	Технические	10.1	Систематически проводить технический осмотр производственного оборудования Закупка дополнительного оборудования
		10.2	Предварительная проверка комплектующих перед каждым получением товара
		10.3	Многоуровневая проверка результатов

Подводя итоги оценки рисков проекта можно сделать вывод, что для данного проекта наиболее значительными являются риски, связанные с

областью финансов, а также маркетинговые и технические риски. Однако, не смотря на число и тяжесть представленных рисков, разработан ряд небезрезультативных мероприятий по снижению и, возможно, предотвращению возникновения рисков в будущем.

3.6 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению

В данном разделе был произведен SWOT-анализ, который выявил, приоритетные стороны этого проекта, указывающие на перспективность проекта в целом. По результатам анализа потенциала проекта можно заключить, что проект обладает большим количеством сильных сторон и возможностей, которые можно будет реализовать в будущем. Однако вместе с тем были обнаружены и слабые стороны проекта, на основании которых были выдвинуты предложения по снижению угроз и минимизации их влияния.

Составленный график Ганта наглядно показал последовательность этапов проекта и равномерность распределения работ между участниками проекта. Общая длительность проекта составила 90 дней.

При оценке рисков проекта выяснилось, что наиболее существенным оказался риск нехватки средств на реализацию проекта и недостаточная квалификация сотрудников. Однако, не смотря на общее количество и различную тяжесть представленных в исследовании рисков, разработан ряд небезрезультативных мероприятий по снижению и предотвращению возникновения рисков в будущем.

Также в ходе оценки эффективности проекта был рассчитан бюджет затрат, равный 216707 рублей.

На эффективность данного проекта указывает то, что рассчитанный интегральный показатель экономической эффективности до внедрения

предлагаемого продукта значительно меньше, чем после.

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет значение – 4.45 (по 5- балльной шкале).

Выгода от внедрения предлагаемой системы достаточно высока, а конкретно заключается в том, что данный продукт совершенно новый для данной области разработок. Несмотря на то, что первоначальная стоимость продукта велика, устройство окупиться достаточно быстро и принесет пользу, в связи с большим количеством сэкономленных лесных ресурсов.

4 Социальная ответственность

Работы по проектированию термобатареи проводились в лаборатории, в отделении автоматизации и робототехники ТПУ. В будущем эксплуатация устройства планируется в лесном массиве, как комплектующая устройства об оповещении о лесных пожарах.

В этом разделе были проанализированы меры по защите работника от всевозможных негативных факторов со стороны внешней среды, помимо этого рассмотрены чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть в ходе разработки и испытания устройства.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основная часть работы по разработке устройства будет производиться за столом, соответственно, необходимо рассмотреть требования к организации рабочих мест.

Рабочее место должно быть сформировано в соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

Согласно трудовому кодексу РФ:

- трудовая смена длится не более 8 часов в день и не более 40 часов в неделю;
- необходимо осуществлять обеденный перерыв не менее 40 минут;
- необходимо осуществлять два перерыва дополнительно от 20 и 30 минут, при рабочих промежутках от часа до двух и от двух, соответственно;

– во время данных перерывов разумно проветривать помещение и выполнять физические упражнения.

4.2. Производственная безопасность

В ходе разработки и создания источника питания может сказываться воздействие вредных и опасных факторов. В таблице 24 указаны таковые факторы, а также нормативных документы, контролирующие их.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	– СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
Повышенный уровень шума	-	+	+	– ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация – СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.

Продолжение таблицы 24 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Отклонения показателей микроклимата	+	+	+	– СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)».
Психофизиологические факторы	+	+	+	ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере.
Повышенная напряженность электрического поля	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
Поражение электрическим током	-	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

4.3. Недостаточная освещенность

При работе в аудитории за рабочим местом может быть недостаточно освещения. Недостаточное освещение может стать причиной зрительного дискомфорта или повышенной утомляемости зрительных

органов. Помимо этого, недостаток освещённости рабочей зоны может снизить работоспособность человека и негативно повлиять на психику человека и, впоследствии, вызывать усталость ЦНС.

Освещение рабочей зоны складывается из естественного и искусственного освещения. Требования к освещению установлены в СНиП 23-05-95.

В таблице 25 представлены регламентированные допустимые характеристики освещенности рабочих мест в учебных аудиториях университета.

Таблица 25 – Требования к освещению

Искусственное освещение		Естественное освещение	Совмещенное освещение			
Освещенность, лк		КЕО e_n , %				
При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	При верхнем или комбинированном	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Всего	В том числе от общего					
400	200	200	4,0	1,5	2,4	0,9

Искусственное освещение в компьютерных аудиториях должно осуществляться системой равномерного освещения.

Проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров, а также правильное проектирование производственных помещений — это ключевые меры профилактики.

4.4. Повышенный уровень шума

Шум на рабочем месте значительно ухудшает условия труда и повышает утомляемость человека, а при выполнении сложных задач, требующих особого внимания и скрупулёзности, вероятен рост ошибок и сроков их выполнения.

Повышенный уровень шума может возникать как из-за работы осветительных приборов, компьютеров и других электронных устройств, так и проникать из вне.

Предельно допустимые уровни звукового давления представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Самые распространённые средства защиты от шума — это наушники, беруши и шлемы. Самая эффективная защита от шумов на производстве создается при проектировании рабочего места, а также при применении звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов.

4.5. Отклонения показателей микроклимата

Под микроклиматом производственных помещений понимается климат окружающей человека внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями

температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих его поверхностей.

Изменения в микроклимате рабочего помещения могут вызвать внешние погодные условия за окном, отключение или подключение отопления, вентиляция.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Работы, осуществляемые человеком с данной системой обезвешивания, относятся к категории Ia. Характерные энергозатраты до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Работа производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением. Таким образом, для данной категории работ оптимальные величины показателей микроклимата представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	20-22	21-25	40-60	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	40-60	0,1

Для поддержания оптимального микроклимата необходимо проводить профилактические мероприятия, как с целью утепления дверных проемов и окон, так и с целью вентиляции и увлажнения воздуха. В рабочих помещениях необходимо проводить проветривание каждый час, а также влажную уборку ежедневно.

4.6. Психофизиологические факторы

Работа за персональным компьютером ведет к нервно-психическим перегрузкам, для их снижения необходимо придерживаться графика перерывов в работе для отдыха. В таблице 28 представлено суммарное время регламентированных перерывов.

Таблица 28 – Суммарное время регламентированных перерывов

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, ч	При 8-часовой смене	При 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

При разработке устройства уровень нагрузки относился к группе В и категории работы III, соответственно, суммарное время перерывов должно быть не менее 90 минут. Согласно ТОО Р-45-084-01 для III категории работ с ПЭВМ необходимы перерывы по 15 минут каждый час рабочего времени.

4.7. Повышенная напряженность электрического поля

Повышенная напряженность электрического поля может возникать в аудитории в результате работы электронных устройств, таких как персональные компьютеры, мониторы и другие технические средства ввода вывода информации.

В результате длительного воздействия электрического поля происходит нарушение обмена веществ и эндокринного аппарата, изменение состава крови, а также снижение работоспособности

Пребывание в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня, а нахождение в поле напряженностью от 5 до 20 кВ/м допускается в течение одного часа.

Для уменьшения воздействия электромагнитного излучения от ПК и других устройств следует увеличить расстояние между источником направленного действия и рабочим местом, а также необходимо каждый час делать перерыв на 15 минут, выполнять различные упражнения, в том числе для глаз.

4.8. Поражение электрическим током

Поражение электрическим током – это следствие контакта с изолированными проводами питания различного оборудования в рабочем кабинете.

Человеческий организм реагирует на силу тока более 1 мА. Проходя через него, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства. Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц, легких и сердца.

В результате могут возникнуть различные нарушения и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания. Любое воздействие электрического тока выражается в получении двух видов поражения — местные электрические травмы и электрические удары.

Выделяют несколько пороговых значений действия электрического тока:

1. пороговый ощутимый — 0,6-1,5мА на переменном и 5-7мА на постоянном;

2. пороговый неотпускающий (ток, при прохождении сквозь организм человека вызывающий судорожные сокращения мышц) — 10-15мА при переменном, 50-80мА при постоянном;

3. пороговый фибрилляционный (ток, при прохождении через организм вызывающий фибрилляцию сердечной мышцы) — 100мА при переменном и 300мА при постоянном.

Для предотвращения поражения электрическим током, необходимо проводить инструктажи, устанавливать устройства аварийного отключения питания, различные знаки безопасности, а также отключать электрическое питание в случае чрезвычайной ситуации.

4.9. Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого устройства на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки автономного источника питания.

Основным источником загрязнения окружающей среды является потребление электроэнергии. Осуществляется негативное воздействие как на атмосферу, так и на литосферу, в некоторых случаях и на гидросферу.

Жизненный цикл системы включает в себя утилизацию ее элементов. При утилизации использованных термопар происходит загрязнение окружающей среды. Не все материалы данной разработки способны разлагаться и быть безопасными для окружающей среды.

Для уменьшения негативного влияния разработки на окружающую среду следует минимизировать отходы и потребление самых разных ресурсов, за счет использования вторичного сырья, там, где это возможно. Также необходимо маркировать, сортировать и утилизировать отходы в соответствии с их классификацией. Во избежание негативного воздействия утилизации следует использовать наименее вредные материалы, а также уделять особое внимание самой утилизации отходов.

4.10. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией техногенного характера в процессе изготовления и эксплуатации моделируемой системы может быть возникновение пожара в следствии возгорания. ЧС приводят к полной потере информации, затратам на технику.

Причин для возгорания может быть множество, в их числе: неработоспособное оборудование, электроприборы с дефектами, короткое замыкание, перегрузка проводов, их перегрев и искрение, а также статическое электричество.

Для предотвращения вредных последствий, возникающих в результате короткого замыкания, применяются электрические предохранители, которые отключают участок цепи, где произошло короткое замыкание, от сети, размыкая цепь при возрастании тока до опасной величины. При этом в плавких предохранителях от сильного тока расплавляется тонкая проволочная вставка, в автоматических предохранителях срабатывает выключатель.

Необходимо тщательно следить за исправностью электропроводки и электроприборов, за целостностью розеток, вилок и электрошнуров.

Также должна быть обеспечена работа системы предотвращения пожара и противопожарной защиты. Для тушения пожаров в рабочей зоне необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия и высокой эффективностью борьбы с огнём.

4.11. Заключение по разделу Социальная ответственность

В данном разделе были проанализированы основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации автономного источника питания для сигнальной ракеты. Были проанализированы факторы негативного влияния разработки на окружающую среду и возможные чрезвычайные ситуации на производстве. Были изучены государственные стандарты и нормы.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассчитаны и теоретически подобраны необходимые компоненты для устройства сигнализации о лесном пожаре: ракетный двигатель, термоэлектрический преобразователь и радиопередатчик.

Проанализированы основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке компонентов сигнальной ракеты.

Также в ходе оценки эффективности проекта был рассчитан бюджет затрат равный 216707 рублей.

На эффективность данного проекта указывает то, что рассчитанный интегральный показатель экономической эффективности до внедрения предлагаемого продукта значительно меньше, чем после, а также низкая оптовая стоимость компонентов, а значит и каждого устройства.

Список использованных источников

1. Патент РФ № RU2682421C1, 19.03.2019. Устройство сигнализации о лесном пожаре // Патент России № 2682421. 2019. / Тырышкин А.В., Дмитриев И.В.
2. Твeрдотопливные двигатели для моделей ракет // <https://rc-go.ru/> URL: https://rc-go.ru/cat/cid_971_brand__sorttype_3_sort_desc_avail0 (дата обращения 08.04.2021).
3. Акимов В.А. Лесные пожары на территории России / В.А. Акимов, С.Ю. Соколов. – М.: Дэкc, 2004, 312 с. Барсуков, В.С. Современные технологии безопасности / В.С. Барсуков, В.В. Водолазский. - М.: Нолидж, 2000. - 496 с., ил.
4. Гeращенко О. А. Тепловые и температурные измерения. Справочное руководство. К.: Накова думка, 1965, 304 с.
5. Летные качества моделей ракет // <http://www.modelizd.ru/> URL: <http://www.modelizd.ru/rocket/theories/letnyie-kachestva-modeley-raket> (дата обращения 02.05.2021).
6. Способы мониторинга лесных пожаров // <https://www.gksotcom.ru/> URL: <https://www.gksotcom.ru/services/monitoring-lesnogo-pojava> (дата обращения 10.05.2021).
7. Каталог термopар Сибавтоматика+ // <https://www.sib-a.ru/> URL: <https://www.sib-a.ru/price/?word=термопара> (дата обращения 14.05.2021).
8. Интернет магазин “Платан” // <https://www.platan.ru/> URL: <https://www.platan.ru/cgi-bin/qweryv.pl/0w86956.html?m=EBYTE> (дата обращения 02.05.2021)
9. Интернет магазин “Real Rockets” // <http://real-rockets.ru/> URL: <http://real-rockets.ru/shop/dvigatel-rd1-10-5/> (дата обращения 02.05.2021)

10. Интернет магазин “Relsib” // <https://relsib.com/> URL: <https://relsib.com/product/termopara-preobrazovatel-termoelektricheskij-tph-k11-tph-k12> (дата обращения 02.05.2021)
11. Распределение частот для сотовой связи в российских регионах // <https://www.cnews.ru/> URL: https://www.cnews.ru/news/top/2018-12-21_kak_v_rossii_podeleny_chastoty_mezhdu_mtsbilajnom (дата обращения 28.05.2021).
12. Распределение частот для сотовой связи в российских регионах // <https://www.metotech.ru/> URL: https://www.metotech.ru/art_termopary_4.htm (дата обращения 01.05.2021).
13. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
14. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
16. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
18. ГОСТ 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ.
20. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. – Утверждено Приказом Минсвязи РФ от 2 июля 2001 г. № 162.
21. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

22. Маслова Е.Л. Теория менеджмента: Практика для бакалавров. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2014. – 160 с.
23. Лапыгин Ю. Р. Стратегический менеджмент: учебное пособие /Ю. Н. Лапыгин — Изд-во «Эксмо», 2010. 280 с. – ISBN 5-16-002856-0.
24. Шкурко В. Е. Управление рисками проектов: учебное пособие / В. Е. Шкурко; [науч. ред. А. В. Гребенкин]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 184 с. – ISBN 978-5-7996-1266-5.
25. Полковников А. В. Управление проектами. Полный курс MBA / А. В. Полковников, М. Ф. Дубовик — М.: ЗАО «Олимп —Бизнес», 2013. — 552 с.: ил.
26. Баскакова О. В. Экономика предприятия (организации): Учебник / О.В. Баскакова, Л. Ф. Сейко. — М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2013. — 372 с. ISBN 978-5-394-01688.