

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

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Система мониторинга лесных пожаров

УДК 654.9:621.395.7:614.841.42:630

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Жуань Сыпэн		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко О.Ю.	д-р мед. наук, профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»	Филипас А.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.0
Код компетенции	Наименование компетенции

ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования – Магистратура
Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года
Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	Основная часть ВКР	60
23.05.2022 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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

(Подпись)

ЗАДАНИЕ

Магистерская диссертация

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

Група

ФИО

8EM01

Жуань Сыпэн

Устройство сигнализации о лесном пожаре

Утверждена приказом директора (дата, номер)

16.02.2022, 47-6/c

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2022

Исходные данные к работе

(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.).

Разработать систему мониторинга лесных пожаров. Рассматриваются вопросы создания сети оповещения о пожарах на основе мобильной связи с использованием автоматических сигнальных ракет.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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

- 1) Аналитический обзор аналогов
- 2) Выбор основных элементов
- 3) Проектирование мобильной платформы и устройства оповещения
- 4) Разработка алгоритма работы

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	
---	--

Перечень графического материала

(с точным указанием обязательных чертежей)

Презентация в Microsoft Office PowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Т.В., Доцент ОSGН,ШБИП
Социальная ответственность	Федоренко О.Ю., Профессор ООД ШБИП, д-р мед. наук
Раздел, выполненный на английском языке	Пичугова И.Л., Старший преподаватель ОИЯ ШБИП

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

Расчетная часть (Settlement part)

Описание продукта (Product description)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Жуань Сыпэн		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЕМ01	Жуань Сыпэн

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники(ОАР)
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.04 «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	Стоимость ресурсов НИ определялась по средней рыночной стоимости; оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расходование ресурсов осуществляется в соответствии с установленными нормами НИ ТПУ и ФЗ РФ от 2022 г.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Провести предпроектный анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Представить Устав научного проекта магистерской работы
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составить план управления научно-техническим проектом
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценить эффективность использования результатов ВКР

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Т.В.	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Жуань Сыпэн		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8ЕМ01		Жуань Сыпэн	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники(ОАР)
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

Тема ВКР:

Система мониторинга лесных пожаров	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: Система мониторинга лесных пожаров. Данное устройство состоит из цилиндрического корпуса из несгораемого материала, ракеты двигателя, термоэлектрического преобразователя, радиопередатчика, воспламенителя и стартового устройства. Длина устройства около 50 см. Эксплуатация системы производится в лесу при пожаре. С помощью передатчика ракеты передается сигнал о пожаре.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021). ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. 2. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. 3. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. 5. Ссылка на ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. 6. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» 7. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. 8. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. 9. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1). 10. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

	11. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) / ГОСТ от 14 июня 1991 г.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов. – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора.	Вредные факторы: - аномальные микролиматические параметры воздушной среды на местонахождении работающего. - отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения. - повышенный уровень шума на рабочем месте; - психофизиологические факторы (монотонность труда, нервно-психические перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов); - повышенный уровень электромагнитных излучений; Опасные факторы: - поражение электрическим током; - короткое замыкание; - статическое электричество. Средства коллективной защиты: защитные покрытия от электромагнитного излучения; устройства защитного заземления. Расчет: расчет системы искусственного освещения
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	Воздействие на селитебную зону, гидросферу и атмосферу отсутствует. Воздействие на литосферу: при утилизации персонального компьютера и периферийных устройств (принтеры, МФУ, веб-камеры, наушники, колонки, телефоны), аккумуляторных батареек, люминесцентных ламп, макулатуры.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС – ураганы, ливни, оползни, пожары. Наиболее типичная ЧС – пожар на рабочем месте.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко О.Ю.	Доктор Медицинских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Жуань Сыпэн		

Реферат

Магистерская выпускная квалификационная работа содержит 114 страниц текста, 35 таблиц, 22 рисунков, список использованных источников из 25 наименования и 1 приложение.

Ключевые слова: лесной пожар, радиопередатчик, источник питания, термоэлектрический преобразователь, радиомодуль, элемент Пельтье, ракетная двигатель, приёмопередатчик, аппаратный модуль, коммуникация.

Цель работы – разработка системы мониторинга лесных пожаров.

Объектом исследования является разрабатывать систему мониторинга лесных пожаров. В дипломную работу входит введение, три главы, разработанный рабочий алгоритм и итоговое заключение.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, ставится проблема, и цель исследования, и рассматриваются все необходимые для данного проекта.

В рамках развития проекта планируется произвести следующие работы: собрать все необходимые части проекта и сделать эксперимент.

Оглавление

Введение	15
Обзор литературы	17
1.1 Расчётная часть.....	20
1.2 Расчет термо ЭДС термопар	27
1.3 Выбор передатчика на основе принципа сотовой связи.	31
1.4 Описание принципа анализа категории пожара	53
1.5 Общий алгоритм разработки сигнализации о лесном пожаре	54
1.6 Описание продукта.....	56
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
2.1 Предпроектный анализ.....	58
2.2 Инициация проетка	64
2.3 Планирование управления научно-техническим проектом	66
2.4 Оценка сравнительной эффективности исследования	75
3. Социальная ответственность	78
3.1 Введение	78
3.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	79
3.2.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)	79
3.3 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.....	80
3.4 Производственная безопасность	81
3.4.1 Естественная освещенность.....	83
3.4.2 Повышенный уровень шума	87

3.4.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений.	88
3.4.4 Перенапряжение зрительных анализаторов.....	89
3.5 Экологическая безопасность.	90
3.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	91
Заключение	95
Список публикаций.....	96
Список использованных источников.	97
Приложение А (справочное).....	100

Введение

В настоящее время, защита лесных ресурсов от пожара является важной задачей управления лесным хозяйством. Среди множества источников атак на лес пожар является самым опасным. Он также представляет опасность для людей, поскольку лесные пожары уничтожают жилища и объекты социальной инфраструктуры, а также ежегодно приводят к гибели большого количества человек. Для Российской Федерации лес имеет огромное значение, так как лесной занимает более половины территории страны.

С момента развития науки и техники, учёные стали уделять внимание охране природы, в частности, лесным пожарам. В 2010 году в России сначала на территории Центрального федерального округа, а затем и в других регионах возникла сложная пожарная обстановка. По статистике, площадь сгоревших лесов в Томской области с 2010 по 2018 год составила 23,7 тысячи гектаров. Это второй показатель по Сибирскому федеральному округу после Красноярского края, говорится в докладе Минприроды России. Наибольшие площади уничтоженных пожаром лесов отмечены в Красноярском крае (69,637 тыс. га), Томской области (23,736 тыс. га), Иркутской области (14,323 тыс. га), Республике Саха (Якутия) (10,819 тыс. га). В таблице 1 показана динамика лесных пожаров на территории РФ за период 1991-2019 гг. [1]

Таблица 1- динамика лесных пожаров на территории РФ за период 1991-2019 гг.

Годы	Число лесных пожаров в	Площадь лесного фонда, пройденная пожарами, тыс. га.		
		общая	лесная	нелесная
1991	40169	1849,0	1459,9	389,1
2001	29285	284,7	213,1	71,6
2011	18189	238,2	170,2	68,0

Продолжение Таблица 1- динамика лесных пожаров на территории РФ за период 1991-2019 гг.

2015	15201	698,2	492,7	205,5
2019	25345	1126,0	1384,7	310,5

Как видно из таблицы 1.1, несмотря на отлаженную систему тушения лесных пожаров, их число в отдельные годы составляло от 30 до 40 тысяч, а площадь пройденных лесов в 1991 и 2019 годах составила 1,85 млн. га и 1,7 млн. га соответственно. В настоящее время учёные разработали достаточное количество средств для тушения и предупреждения пожаров, однако эти средства не всегда являются эффективными и имеют свои преимущества и недостатки.

Это определяет актуальность нашего исследования и обосновывает постановку цели: разработать устройство сигнализации о лесном пожаре.

Обзор литературы

Существует ряд технологий обнаружения лесных пожаров. Такие как, традиционное наблюдение с пожарных вышек, и облёт лесных массивов как пилотируемыми аппаратами, так и беспилотниками, и различные технические средства типа пожарных извещателей.

В таблице 2 показаны разные виды устройств и оборудования для обнаружения и тушения лесных пожаров.

Таблица 2 - виды устройств и оборудования для обнаружения и тушения лесных пожаров.

Виды средств охраны	Достоинства	Недостатки
Сотрудники лесоохраны	Индивидуальный подход к осмотру территории	Высокие трудозатраты Низкая производительность
Лесопожарные самолеты танкеры	Высокая мобильность	Высокая стоимость и ограниченность количества
Система мониторинга пожаротушения FSM-2500-EP	Реализация дальности управления и своевременное получение сигнализации.	Высокая стоимость и сложность
Система обнаружения лесного пожара. Ru 2617138 C1	Техническое обеспечение представляет собой раннее локальное обнаружение	Оператор радиопередачи имеет стесненность в радиусе 20 км.
Способ обнаружения пожара. Ru 2492899 C1	Обеспечение автономности системы, увеличение срока службы системы.	Невысокая надежность и автономность, большая вероятность ложных срабатываний

Как видно из таблицы 1.2, на сегодняшний день не существует надёжной системы оповещения о лесном пожаре, которая бы удовлетворяла существующим требованиям лесоохраны.

Для обнаружения лесных пожаров существуют множество решений, однако, чтобы достичь их реализации, необходимо подумать о расчете устройства.

Предложен ряд технических решений, защищённых патентами на изобретения. Так, например, известно устройство для сигнализации о лесном пожаре [RU 2617138 C1], которое содержит n датчиков, каждый из которых содержит акустический сенсор, первый температурный выключатель, первый выход которого соединен с источником питания, а второй выход связан с первым входом электропитания радиопередатчика, выход которого соединен с радиопередающей антенной. Первый выход второго температурного выключателя соединен с источником питания, а второй выход подключен к входу таймера с управляемым ключом, выход которого связан с первым входом электропитания радиопередатчика, второй вход которого подключен к выходу усилителя, первый вход электропитания которого соединен со вторым выходом первого температурного выключателя, а второй вход связан с выходом акустического сенсора [2].

Недостатком устройства является наличие, как минимум, $2n$ соединительных проводов, что затрудняет практическое применение устройства в лесу, и снижает надежность устройства.

В качестве прототипа для разработки нами выбрано устройство для обнаружения лесных пожаров, расположенных на контролируемой территории, [RU 2492899 C1]. Устройство содержит температурный выключатель, соединенный с источником питания и с радиопередатчиком. Причем температурный выключатель расположен в земле, на глубине 5-10 см [2].

Недостатком устройства является низкая надежность и высокая сложность обслуживания, которая обусловлена тем, что автономный источник питания имеет ограниченный срок службы и требует периодической замены.

В Томском политехническом университете разработано устройство сигнализации о лесном пожаре с длительным сроком дежурства в зоне охраны и способного передавать радиосигналы из очага возгорания.

Предложенное устройство сигнализации о лесном пожаре содержит радиопередатчик, соединенный с термоэлектрическим преобразователем, и двигатель, которые размещены в цилиндрическом корпусе, выполненном из несгораемого материала с головным обтекателем и хвостовым оперением. «Холодные» спаи термоэлектрического преобразователя выведены на наружную поверхность корпуса, а «горячие» - расположены внутри корпуса, в зоне расположения двигателя, который соединен с воспламенителем, часть которого выведена за пределы корпуса.

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. Возможность передачи радиосигналов из очага пожара достигается тем, что устройство способно взлетать выше леса и выше пламени пожара. В этом случае, лес не оказывает влияния на уровень сигнала путем его поглощения, а пламя не оказывает экранирующего эффекта.

1.1 Расчётная часть

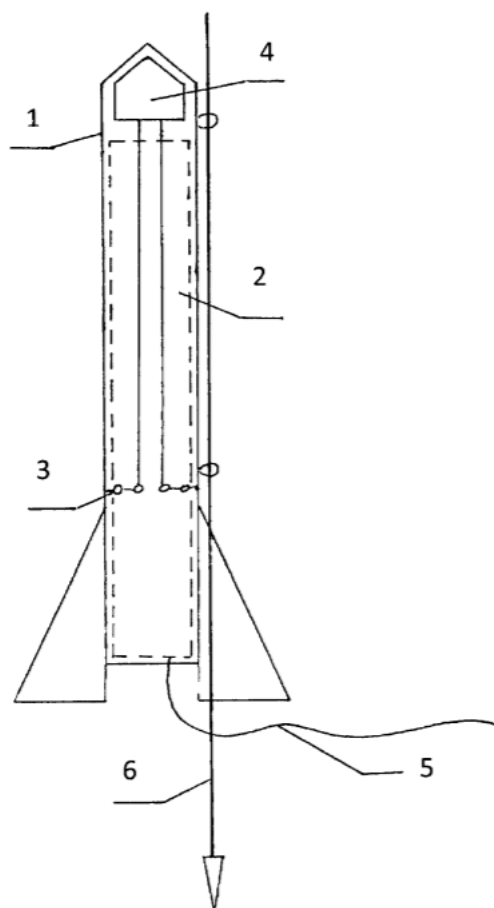


Рисунок 1 - Устройство сигнализации о лесном пожаре

На Рис. 1 представлена схема устройства сигнализации о лесном пожаре. Устройство сигнализации о лесном пожаре содержит цилиндрический корпус 1, выполненный с головным обтекателем и хвостовым оперением из негорючего материала. Внутри корпуса расположен двигатель 2. В корпус вмонтирован термоэлектрический преобразователь 3 таким образом, что «холодные» спаи выведены на поверхность корпуса, а «горячие» - расположены внутри корпуса 1 в зоне расположения двигателя 2. В головной части корпуса 1 расположен радиопередатчик 4, соединенный с термоэлектрическим преобразователем 3. Двигатель 2 соединен с воспламенителем 5, который выведен за пределы корпуса 1. Корпус 1 свободно закреплен при помощи держателей в виде колец на стартовом устройстве 6. Стартовое устройство 6 может быть выполнено в виде прямого

металлического стержня, нижний конец которого заострен или снабжен наконечником.

В ходе выполнения МД был решён ряд технологических вопросов для внедрения устройства в серийное производство.

В данной дипломном проекте больше уделяет внимание на части радиопередатчиков. Некоторые методы обнаружения пожара включают наблюдение со сторожевых вышек и использование спутниковых изображение. К сожалению, этот метод неэффективен по нескольким причинам, таким как высокая стоимость инфраструктуры (сложное оборудование), тот факт, что они требуют большого количество обученного персонала, и что они затрудняют мониторинг в реальном времени, поскольку при обнаружении явление его скорость распространения привела к неконтролируемому уровню ущерба. Данный метод предлагается метод обнаружение лесных пожаров с использованием сеть беспроводных датчиков и методы слияния информации.

Таблица 3 -Основные характеристики и параметры пирилакса [3].

Агрегатное состояние	Прозрачная вязкая жидкость желтого цвета. Допускается осадок и опалесценция
Запах состава	Обладает легким запахом сосны, который исчезает после полного высыхания состава
Плотность при температуре +20°C, г/см ³	1,210...1,220
РН среды	1,0...3,0
Температура при обработке, °C	-15...+50
Температура кристаллизации, °C	При -16 частично кристаллизуется, после размораживания сохраняет свои свойства.
Температура при эксплуатации, °C: - для хвойных пород древесины - для лиственных пород древесины	- 50...+80 - 50...+50

Способ обработки	Кистью, методом распыления или окунаия
------------------	--

Продолжение таблица 3 -Основные характеристики и параметры пирилакса [3].

Внешний вид поверхности после Обработки	Светлую древесину тонирует в янтарный цвет («Золотая русская усадьба»). Пленку на поверхности не создает
Совместимость с ЛКМ	Через 15 дней после обработки поверхность можно покрывать лакокрасочными материалами, которые не содержат в себе мел, кальцит, цемент, известь
Безопасность состава	Соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям
Условия хранения	В закрытых полиэтиленовых или нержавеющей емкостях при температуре от -50оС до +50оС на расстоянии не менее 0,5 м от нагревательных приборов и светильников
Условия транспортировки	Транспортируется всеми видами крытого транспорта
Срок годности, лет	5
Фасовка	ПЭТ бочки – 50 кг, ПЭТ бутылки – 3,2 кг и 1,1 кг

В качестве двигателя 2 может быть использован любой серийно выпускаемый твёрдотопливный двигатель типа РД. Характеристики двигателей приведены в таблице 2.

Таблица 2-Основные характеристики РД

Наименование	РД1-10-5	РД1-20-5	РД1-30-5	РД1-50-5
Цена, руб	350	370	400	670
Диаметр, мм	17,5	20	20	29
Длина, мм	70	85	130	123
Длина канала, мм	50	60	110	95
Масса, г	22-23	35-36	54-55	109

Предложение таблицы 2 - Основные характеристики РД

Импульс тяги суммы, Н.с	8,2-10	18-20	26-30	45-50
Тяга максимальная, Н	14	25	37	50
Тяга средняя, Н	7,5	16	23	30
Время горения, с	1,2	1,2	1,2	1,8
Замедлитель t, с	5	5	5	5

Для вычисления высоты полёта используем Второй закон Ньютона.

На ракету в полёте действуют две силы- сила тяги двигателя и сила тяжести. Силой сопротивления воздуха пока пренебрегаем.

$$F_{\text{тяги}} - P = ma, \quad (1)$$

где P - вес ракеты;

m – масса ракеты;

a – ускорение.

Так как $P = mg$,

$$a = \frac{F_{\text{тяги}}}{m} - g \quad (2)$$

При выполнении проекта преследуется цель создания сигнального устройства минимальной массы и минимальной цены. В связи с этим проведём расчёт для самого лёгкого и дешёвого двигателя из приведённой таблицы. Так как масса двигателя составляет всего 22 грамма, будем считать, что стартовый вес устройства не превысит 200 граммов. Фактический вес будет определён в результате создания экспериментального образца.

В этом случае

$$a = \frac{7,5}{0,2} - 9,8 = 27,7 \text{ м/сек}^2$$

На активном участке полёта (пока работает двигатель), с учетом нулевой начальной скорости, ракета взлетит на высоту

$$H_{\text{акт.}} = at^2/2, \quad (3)$$

где t - время работы двигателя.

$$H_{\text{акт.}} = 27,7 \times 1,2^2 / 2 = 20 \text{ м.}$$

Уменьшение веса ракеты по мере выгорания двигателя не учитывается, так как ошибка играет положительную роль и уменьшает отрицательную ошибку, вызванную сопротивлением воздуха.

После окончания работы двигателя ракета продолжит полёт по инерции. Высоту подъёма на пассивном участке полёта можно посчитать из условия закона сохранения энергии- кинетическая энергия летящей ракеты перейдёт в потенциальную энергию взлетевшей ракеты.

$$mv^2/2 = mgH_{\text{пас.}} , \quad (4)$$

отсюда:

$$H_{\text{пас.}} = v^2/2g \quad (5)$$

Скорость ракеты в верхней точке активного полёта с учётом нулевой начальной скорости описывается формулой:

$$V = at/2 \quad (6)$$

Тогда:

$$H_{\text{пас.}} = a^2 t^2 / 8g \quad (7)$$

$$H_{\text{пас.}} = 27,7^2 \times 1,2^2 / 8 \times 9,8 = 14 \text{ м}$$

Таким образом, максимальная высота, на которую взлетит ракета будет равна сумме $H_{\text{акт.}}$ и $H_{\text{пас.}}$, то есть 20 метров плюс 14 метров, получаем 34 метра.

Полученной высоты достаточно для того, чтобы ракета взлетела выше леса, где происходит поглощение радиосигнала и выше зоны пламени, где происходит экранирование радиосигнала.

Основной вывод, который можно сделать на основе проведённого расчёта, говорит о том, что предложенное устройство может быть реализовано на основе серийно выпускаемых ракетных двигателей. Применение аналогичных более мощных двигателей позволит не только увеличить высоту полёта, но и применить как более мощные радиопередатчики, так и разместить на ракете дополнительные устройства. Это могут быть парашютные системы, вспомогательные пиропатроны и другое оборудование.

Ракетные двигатели серии РД1 предназначены, в основном, для использования в технических видах творчества и спорта.

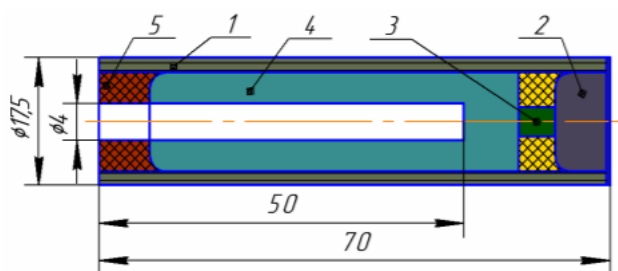


Рисунок 2 - Схема двигателя РД1-10-5

Двигатель РД состоит из прочной бумажной оболочки 1, в которой установлено сопло 5, заряд твердого топлива 4, замедлитель 3 и вышибной заряд 2 (см. рис. 1). Движущая сила (тяга) создается за счет истечения через сопло продуктов сгорания заряда твердого топлива [4].

После сгорания заряда твердого топлива загорается замедлитель. Тяга при сгорании замедлителя не создается. После сгорания замедлителя за время t воспламеняется вышибной заряд, который раскрывает систему спасения модели, например парашют. При использовании данного двигателя для реализации разрабатываемого устройства, замедлитель и вышибной заряд могут исключаться на этапе заводского изготовления. Это позволит снизить как стоимость двигателя, так и вес всего изделия [5].

В качестве воспламенителя двигателя РД применяют петлю из вольфрамовой проволоки, на которую нанесен горючий состав. При накаливании проволоки импульсом электрического тока состав загорается и воспламеняет заряд твердого топлива двигателя. В данном проекте

предлагается в качестве воспламенителя применять использовать любой сгораемый шнур, пропитанный окислителем. Например, хлопчатобумажный шнур, пропитанный калийной селитрой. В случае возникновения пожара шнур загорается и воспламеняет топливо двигателя. В случае дождя воспламенитель может отсыреть, однако во время дождя и пожар не возникает. Возникновение пожара начинается с поверхности земли – так называемый низовой пожар, а затем перекидывается на кроны – верховой пожар. Если допустить, что всё-таки воспламенитель отсырел, а низовой пожар развивается, то пламя низового пожара рано или поздно высушит и подожжёт воспламенитель. Так как корпус ракеты имеет более высокую пожаростойкость, чем воспламенитель, ракета взлетит из очага пожара, не утратив своей работоспособности.

1.2 Расчет термо ЭДС термопар

Если соединить два разнородных проводника, нагреть место соединения, а свободные концы оставить холодными, то на свободных концах возникнет разность потенциалов, которая называется термоЭДС. На рисунке 3 показано подключение термопары к измерительному прибору, а таблице 5 приведены металлы и сплавы, применяемые для изготовления термопар [6].

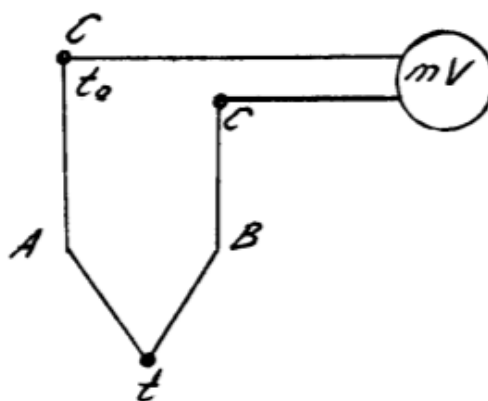


Рисунок 3 - Подключение измерительного прибора в свободный конец

Таблица 4 - Металлы и сплавы, применяемые для изготовления термопар

Наименование металла или сплава	Состав	Т.ЭДС, мВ $t = 100^{\circ}\text{C}$ $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$	Длительный нагрев, $^{\circ}\text{C}$	Кратковремен - ный нагрев
Хромель	90%+10%	+2,95	1000	1250
Нихром	80%+20%	+2,0	1000	1100
Железо		+1,8	600	800
Молибден		+1,31	2000	2500
Платиноиридий	90%+10%	+1,3	1000	1200
Вольфрам		+0,79	2000	2500
Медь		+0,75	350	500
Платинородий	90%+10%	+0,64	1300	1600
Платина		0,0	1300	1600

Медь		+0,75	350	500
Платинородий	90%+10%	+0,64	1300	1600
Платина		0,0	1300	1600

В таблице 4 даны значения Т. ЭДС различных термоэлектродов в паре с платиной при $t = 100^{\circ}\text{C}$ и $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. Знак '+' или '-' перед значениями Т.ЭДС означает, что данный термоэлектрод в паре с платиной является положительным или отрицательным.

Выше сказаны все относятся к элементу Пельтье, под которым понимается термоэлектрический преобразователь, выполненный в виде платины с двумя выводами питания. При приложении постоянное напряжение к этим выводам, одна сторона будет охлаждаться, в то время другая сторона как температура противоположной стороны будет расти. Таким образом, мы получаем пластину с горячей и холодной сторонами на обоих концах элемента. Кроме того, следует отметить одно правило. Если принудительно отвести тепло от горячего конца (например, с помощью радиатора), температура холодного конца будет снижаться еще больше, пока он не замерзнет. В настоящее время существует много разновидностей элементов Пельтье. На сегодняшний день в таком качестве используют тип TEC1-12706, внешний вид представлен на рисунок 4.



Рисунок 4 – внешний вид элемент Пельтье TEC1-12706.

Как показано в рисунок 4, питающие провода состоит из двух разных полярностей, также в наличии отличается двух цветов, которые приведет к размену горячей и холодной стороны. По данному принципу обусловлено внутренним строением элемента, которые состоит из множества групп термических пар, которые поставлены между платинами. В качестве схемы на рисунок 5 показано две полупроводниковых пары. В реальном элементе требуется большие количества.

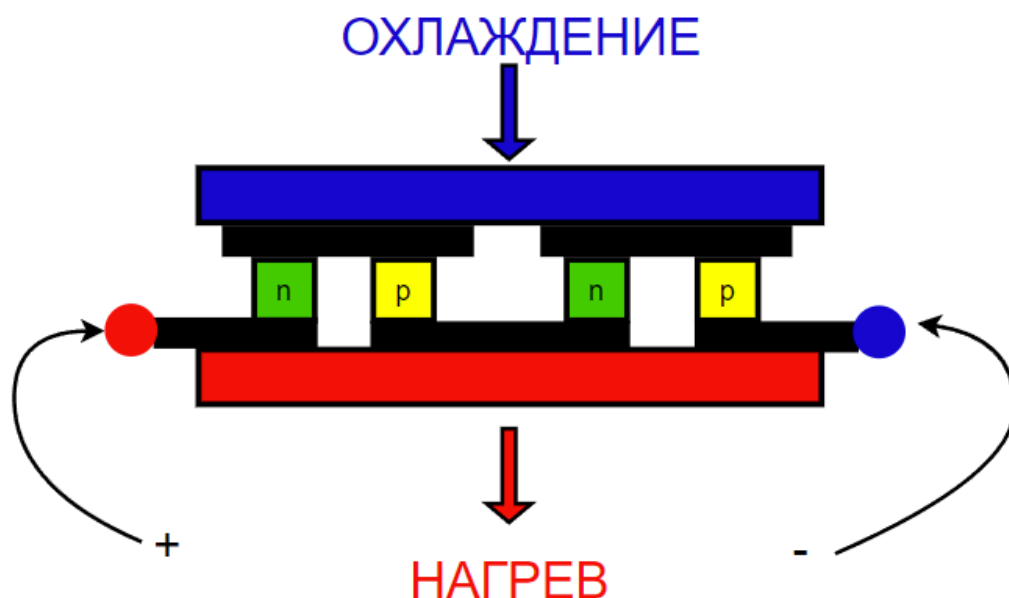


Рисунок 5 – Внутренний состав элемента Пельтье.

При возникновении электрического тока через такую термическую пару, запускается процесс выделения тепловой энергии на переходе р-п и одновременно поглощения тепла на п-р переходе, поэтому две стороны будут начинать изменение температуры. Одна сторона будет увеличиваться, а другая будет уменьшаться. Далее в таблице 5 представлены технические характеристики ТЕС1-12706.

Таблица 5 - технические характеристики ТЕС1-12706.

Величина рабочего напряжения:	12 В
Максимальное напряжение питания:	15.4 В;
Ток потребления:	6 А
Потребляемая мощность:	77 Вт
Рабочая температура:	-30 °С ... +70 °С
Количество термопар:	127
Физические размеры:	40 x 40 x 3.82 мм
Вес:	22 г
Цена	350 руб.

1.3 Выбор передатчика на основе принципа сотовой связи.

История мобильной связи началась еще в конце 40-х годов прошлого века и набирает обороты по сей день. В ее основе лежит идея беспроводного соединения с помощью радиоволн. Свое второе название она получила благодаря особенности построения сети: общая зерна покрытия имеет ячеистую структуру и состоит из так называемых сот. Наглядно представить, что такое сотовая сеть, можно, представив сетку из соединённых круглых зон. Пределы этих ячеек определяются расположением базовых станций, которые обеспечивают стабильный сигнал.

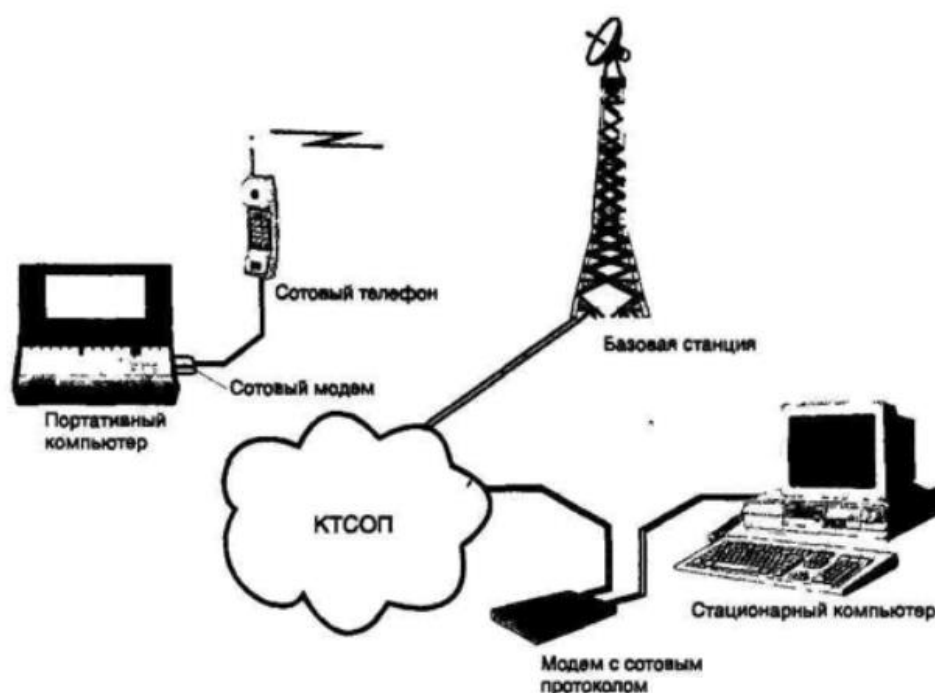


Рисунок 6 - Структура сотовой связи

Приёмопередатчики, или базовые станции. Это основа мобильной связи, обеспечивающая стойкий сигнал в определенной зоне покрытия (соте). Как правило, они оснащаются несколькими антеннами для работы в диапазонах 900, 1800 и 2100 МГц. Это позволяет по максимуму обеспечить плотность покрытия и в городской, и в сельской местности [7].

Радиоволны относятся к электромагнитным волнам в диапазоне радиочастот, которые распространяются в свободном пространстве (включая воздух и вакуум). Ниже рассматриваем рабочий диапазон радиочастоты.

Радиоволны в электромагнитном спектре располагаются от крайне низких частот вплоть до инфракрасного дипазона [8].

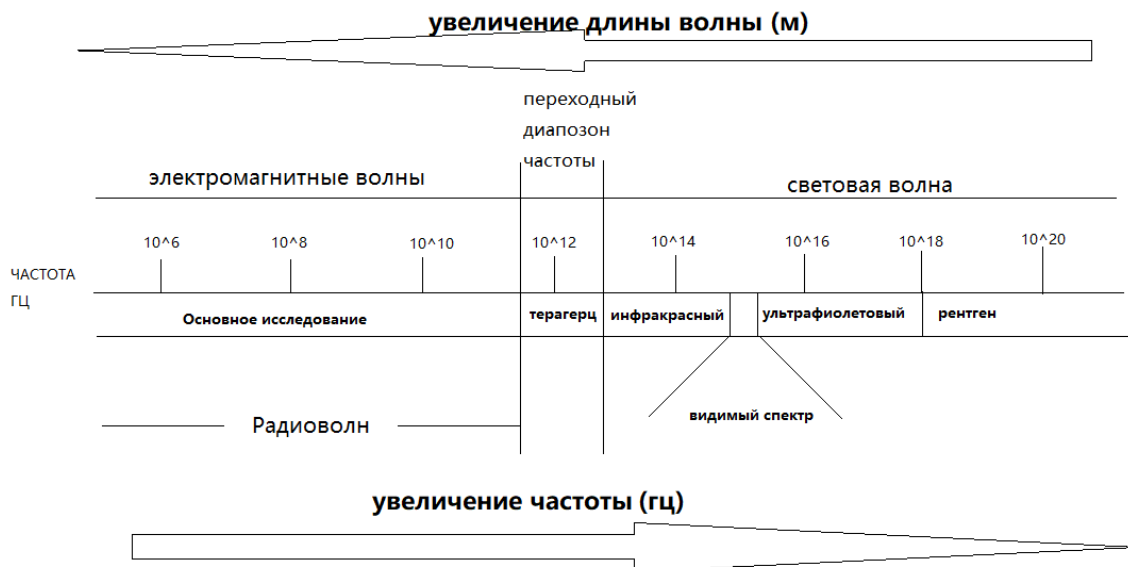


Рисунок 7 – диапазон частоты (спектр)

Элетромагнитная волна является одим из многих видов волн, чтобы в каждом диапазоне быть соответствующим объектам или назначениям. В таблице 6 показаны для сотовой связи используется от средней частоты до сверхвысокой частоты.

Таблица 6 - Представлены разные диапазоны элетромагнитной волны

Название частотного диапазона	Название волнового диапазона	Диапазон частоты	Назначение
Крайне низкие (ELF)	Декамегаметры	3-30 Hz	Связь с подводными лодками, геофизические исследования
сверхнизкие (SLF)	Мегаметровые	30-300 Hz	Связь с подводными лодками, геофизические исследования
Инфранизкие (ULF)	Гектокилометры	300-3000Hz	Связь с подводными лодками, исследования атмосферы

Продолжение таблицы 6 - Представлены разные диапазоны элетромагнитной волны

Очень низкие (VLF)	Мириаметровые	3-30 kHz	Связь с подводными лодками, грозопеленгация, дальняя радионавигация, служба точного времени
Низкая частота	-	30-300 kHz	в основном используется в качестве спутниковой навигационной системы (дифференциальная система глобального позиционирования), международного вещания и АМ-вещания.
Средняя частота	-	300-3000 kHz	для передачи сигнала на большие расстояния.
Высокая частота	-	3-30MHz	Для гражданского радиовещания и коротковолнового вещания

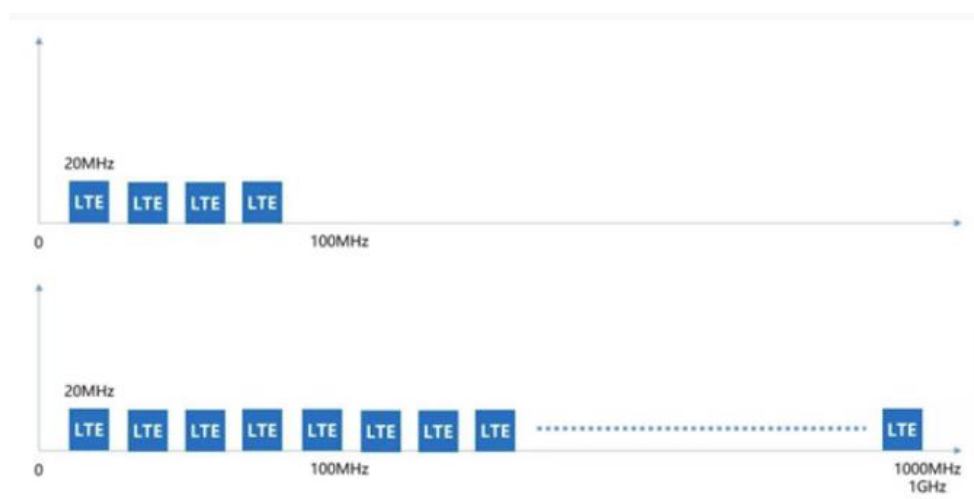


Рисунок 8 – График распределение частота от ширины ленты.

Из графика видно что тем выше частота, тем больше ширина ленты, то есть частота высокая, а в единицы время скорость передачи информации будет быстрая.

С другой стороны, радиоволна принадлежит к электромагнитной волне и поэтому удовлетворяет формуле:

$$c = \lambda * \nu$$

Где c – скорость света, которая равна $3 \cdot 10^8$ м/с. λ – длина волны. ν – частота. И по данной формуле видно что, тем выше частота, тем меньше длина волны, и тем хуже диффракция волны, и волна приближает к прямолинейному распространению.

Различают стационарные и мобильные станции. Первые возводят в виде отдельно стоящих башен или устанавливают на крышах многоэтажных зданий. Мобильные варианты подразумевают установку антенн на грузовиках, они удобны в местах большого скопления людей или в форс-мажорных обстоятельствах. Коммутирующие системы, и определяют местоположение абонента и устанавливают непрерывное безопасное соединение. Ниже в таблица 7 представлены разные стандарты.

Таблица 7 – Распределение диапазона частоты [9].

Название стандарта	Частотные диапазоны	Возможные обозначения диапазонов работы в телефонах и программах
GSM-900 (2G)	900 МГц	GSM900, EGSM900, Band 8
GSM-1800 (2G)	1800 МГц	GSM1800, DCS, DCS1800, Band 3, Band 4
UMTS-900 (3G)	900 МГц	MTS900, Band 8
LTE-800 (4G, LTE)	800 МГц	800MHz, Band 20
LTE-1800 (4G, LTE)	1800 МГц	LTE1800, DCS, DCS1800, Band 3, Band 4

Для нашего случая необходимо выбрать соответствующий частотный диапазон, потому что радиопередатчик также требуется. На сегодня день более широко использованы 4G, LTE. В нашем случае мы выбираем LTE-800 (4G, LTE) и частотный диапазон 800 МГц.

Принцип работы мобильной связи основан на взаимодействии приемопередатчика и конкретного устройства абонента. При выключении телефон соединяется с ближайшей базовой станцией, там самым получая доступ ко всей сети. При этом происходит постоянный обмен информацией, в результате чего формируется база данных для коммутирующего оборудования.

Именно коммутаторы отвечают за оптимальное распределение нагрузка на сеть. Быстро подсоединиться к нужному абоненту помогает база

данных, отражающая местонахождение его устройства. Вся цепочка установления сотовой связи занимает всего несколько секунд.

При переходе из одной зоны покрытия в другую коммутирующее оборудование переадресует поддержку сигнала соответствующей базовой станции, не прерывая его.



Рисунок 9 - Схема работы сотовой связи

Чтобы ракетная сигнализация успешно передавал сигнал на станции МЧС, необходимо поставить в структуру ракеты средства аппаратурной связи. Ракетная сигнализация имеет элемент Пельтье, который может наступать напряжение на вход радиопередатчика. т.е это напряжение может обеспечивать радиопередатчик выполнить процедуру коммуникации. Поэтому для нашей ракеты, необходимо на сигнализации ракеты поставить следующие элементы: радиочастотная схема, силовой часть, силовой выключатель, процессор и памяти, и модуль GPS. Процессор и память в основном используется для обработки, хранения и передавать управляющие сигналы другим модулям схемы. Радиочастотная схема применяется для приема и передачи радиочастотных сигналов, также для завершения фильтрации, усиления сигнала, модуляции и т.д.

Выше выбран элемент Пелтье будет играть роль источника питания. Далее будем выбрать радиомодуль для сигнализации ракеты. С развития техники, в последние годы были разработаны различные типы радиомодули, ниже будет представлено более широко использованный тип и сравнить какой тип подходящий к нашему устройству.

- E30-400M30S(4463) полудуплексный трансивер со встроенным беспроводным радиочастотным модулем.



Рисунок 10– внешний вид радиомодуль E30-400M30S

E30-400M30S (4463) - это аппаратный модуль (SPI), основанный на оригинальном импортированном RF-чипе SI4463 от Silicon Labs, полудуплекс, встроенный приемопередатчик, прозрачная передача, патч-тип, рабочая полоса частот 425 ~ 525 МГц, мощность передачи 1 Вт, подходит для различных сред с использованием оригинального импортного RF-чипа SI4463 от Silicon Labs в США, с высокой чувствительностью приема, сильной защитой от помех и поддержкой разработки низкого энергопотребления. Он широко используется в различных отраслях промышленности и обладает характеристиками стабильной работы, большой дальности передачи и проникающей дифракционной способностью. Далее в таблице 8 представлены основные технические характеристики радиомодули E30-400M30S.

Таблица 8 – Рабочие технические характеристики.

Основные параметры	Свойство		
	минимальное значение	собственное значение	максимальное значение
Рабочее напряжение	3,3 в	5,0 в	5,5 в
Рабочая температура	-40°C	-	+85°C
ток передачи	550 mA	650 mA	700 mA
ток приема	-	22 mA	-
мощность передачи	29 dBm	30 dBm	30,5 dBm
Расстояние передачи	5,6 км		
размер	38.5*24mm		
Цена	350 руб.		
Рабочая частота	425~525MHz		

- Модуль беспроводной связи CV5200 WiFi на 6 км.

Модуль WiFi дальней связи IoT CV5200 представляет собой систему двусторонней беспроводной связи. Этот продукт основан на стандарте беспроводной связи 802.11, использует собственный протокол LR-WiFi (Long Rang WiFi для дальней связи WiFi) собственной разработки и поддерживает ML, MRC, LDPC, MIMO-OFDM и другие беспроводные технологии. Модуль Wi-Fi на большие расстояния обладает характеристиками большой дальности передачи, работы в сети, сильной защиты от помех и сверхвысокой чувствительности. Он особенно подходит для дальних и высокоскоростных мероприятий, таких как дроны, мониторинг безопасности, умные здания, интеллектуальное сельское хозяйство, роботы и т. д. Продукт реализован SOC, отличается отличной производительностью и стоимостью, и его можно использовать сразу, что сокращает объем разработки.



Рисунок 11– Внешний вид радиомодуль CV5200.

Данный радиомодуль CV5200 имеет следующие преимущества:

1. CV5200 имеет сверхбольшую дальность передачи, более 6 километров в случае измеренной прямой видимости (фиксированная 2 Мбит/с, антенна 2 дБ). Уникальная технология LR-WiFi CV5200 обеспечивает передачу в реальном времени на этом расстоянии.

2. CV5200 использует технологию беспроводной связи MIMO с узкой полосой пропускания, имеет суперзащиту от помех и поддерживает автоматический выбор канала.

Далее представлены в таблице 9 технические характеристики.

Таблица 9 – Технические характеристики LR-WiFi CV5200 [10].

Расстояние передачи	$\geq 8\text{KM}$
Рабочая частота	2.4GHz
Диапазон температуры	-25~80°C
Требуемая мощность	2~6W
Размер	45.9x33mm

- E220-900T30S Беспроводной модуль LLCC68 LoRa.



Рисунок 12 - внешний вид радиомодуль E220-900T30S.

E220-900T30S — это модуль беспроводного последовательного порта (UART) LoRa нового поколения, основанный на оригинальном чипе LLCC68 от Semtech. Он имеет различные методы передачи, работает в диапазоне частот (850,125 ~ 930,125 МГц) (по умолчанию 873,125 МГц) и использует технологию расширенного спектра LoRa. Расстояние передачи больше, скорость выше, а энергопотребление ниже; он поддерживает такие функции, как пробуждение в эфире, мониторинг несущей, ключ связи и т. д., поддерживает настройку длины подпакета и может обеспечивать индивидуальные услуги по разработке.

Таблица 10 – Рабочие технические характеристики [10].

Основные параметры	Свойство		
	минимальное значение	собственное значение	максимальное значение
Рабочее напряжение	3,3 в	5,0 в	5,5 в
Рабочая температура	-40°C	-	+85°C
ток передачи	550 mA	650 mA	700 mA
ток приема	-	22 mA	-
мощность передачи	29 dBm	30 dBm	30,5 dBm
Рабочая частота	850 MHz	-	930 MHz

Продолжение таблицы 10 – Рабочие технические характеристики

Расстояние передачи	10 км
размер	25 * 40.5 mm
Цена	500 руб.

- E30-900M30S SI4463 Полудуплексный трансивер со встроенным радиочастотным модулем.



Рисунок 13– внешний вид радиомодуль E30-900M30S.

E30-900M30S - это аппаратный модуль (SPI), основанный на оригинальном импортированном RF-чипе SI4463 от Silicon Labs, полудуплексный, встроенный приемопередатчик, прозрачная передача, патч-тип, рабочая полоса частот 855 ~ 925 МГц, мощность передачи 1 Вт, подходит для различных устройств. Сред используется радиочастотный чип SI4463, импортированный из SiliconLabs в США, который обладает высокой чувствительностью приема, сильной защитой от помех и поддерживает разработку с низким энергопотреблением. Он широко используется в различных отраслях промышленности и обладает характеристиками стабильной работы, большой дальности передачи и проникающей дифракционной способностью.

Таблица 11 – Рабочие технические характеристики E30-900M30S [10].

Основные параметры	Свойство		
	минимальное значение	собственное значение	максимальное значение
Рабочее напряжение	3,3 в	5,0 в	5,5 в
Рабочая температура	-40°C	-	+85°C
ток передачи	550 mA	650 mA	700 mA
ток приема	-	22 mA	-
мощность передачи	29 dBm	30 dBm	30,5 dBm
Рабочая частота	855 MHz	-	925 MHz
Расстояние передачи	5600 м		
рзмзмер	38.5*24mm		
Цена	380 руб.		

Сравним вышеприведены радиомодуль в таблице 12 по некоторому параметру.

Таблица 12 – Сравнение параметров радиомодули [11].

Типо радиомодули	Цена	Рабочая частота	Расстояние передачи	Размер	Диапазон температуры
E30-400M30S	350 руб.	425~ 525MHz	5,6 км	38.5*24mm	-40°C - +85°C
CV5200 WiFi	600 руб.	2.4GHz	8км	45.9x33mm	-20°C - +80°C
E220-900T30S	500 руб.	850 - 930 MHz	10 км	25 * 40.5mm	-40°C - +85°C
E30-900M30S	380 руб.	855 - 925 MHz	5600 м	38.5*24mm	-40°C - +85°C

Как видно из таблицы 12 наилучше вариант будет тип E220-900T30S, поскольку у него расстояние передачи достаточно может обеспечить передачи сигналов, и имеет малые габариты.

Выше был выбран элемент Пельтье, поскольку его прямое подключение к выводам радиомодули строго запрещено, поэтому необходимо иметь промежуточный силовой коммутатор, способный управляться логическим уровнем микроконтроллера. Первое можно осуществить через коммутатор, Пельтье при помощи релейного модуля, можно выбрать полевый транзистор IRL540N. ниже в таблице представлены характеристики.

Таблица 13 - характеристики транзистора IRL540N

Цена	30 руб.
Максимальное напряжение затвора	100 В
Напряжение пробоя сток-исток	16 В
Сопротивление в открытом состоянии	44.0 мОм
Ток стока	36 А
Рассеиваемая мощность	140 Вт

- Выбор антенного блока.

Антенна преобразует электрический сигнал в радиоволну и волну в электрический сигнал, при нашем случаи, преобразует только в то направление, т.е электрический сигнал в радиоволну чтобы передавать сигнал на станции МЧС. В первую очередь следует отменить, что конструкции и размеры антенны зависят от того, на какой частоте она будет работать. Поскольку сигнализации ракета использует сотовой связи передавать сигнал, поэтому необходимо выбрать такую антенну чтобы ее рабочая частота входит в диапазоне сотовой связи. Обычная рабочая частота в диапазоне 614 – 6000 МГц. Существует такой тип антенна –TX4G-PCB-6613

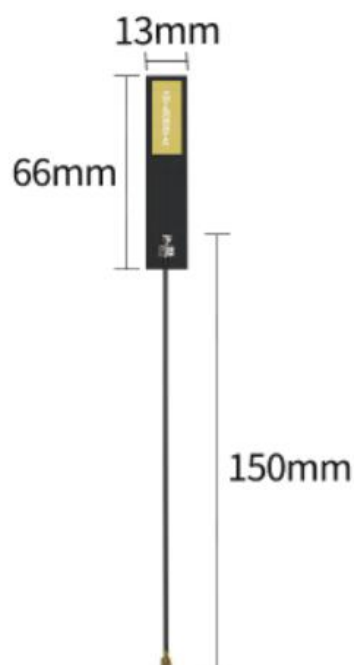


Рисунок 14 - внешний вид антенна TX4G-PCB-6613.

Данная антенна 5dBi PCB Внутренняя антенна 4 аппарат не привязан к оператору сотовой связи антенна TX4G-PCB-6613 CDEBYTE IPEx-I Интерфейс небольшой Размеры самоклеющаяся бумага для беспроводной модели. В таблице 14 представлены технические характеристики TX4G-PCB-6613.

Таблица 14 - технические характеристики TX4G-PCB-6613.

Цена	141,26 руб
Усиление (дБ)	5dBi
Диапазон частот	800-960MHz;1710-2700MHz
Направление поляризации	Линейная поляризация
Мощность	5 вт
Размер	66mm×13mm
Вес	2 г
Рабочая температура	-40°C~+85°C

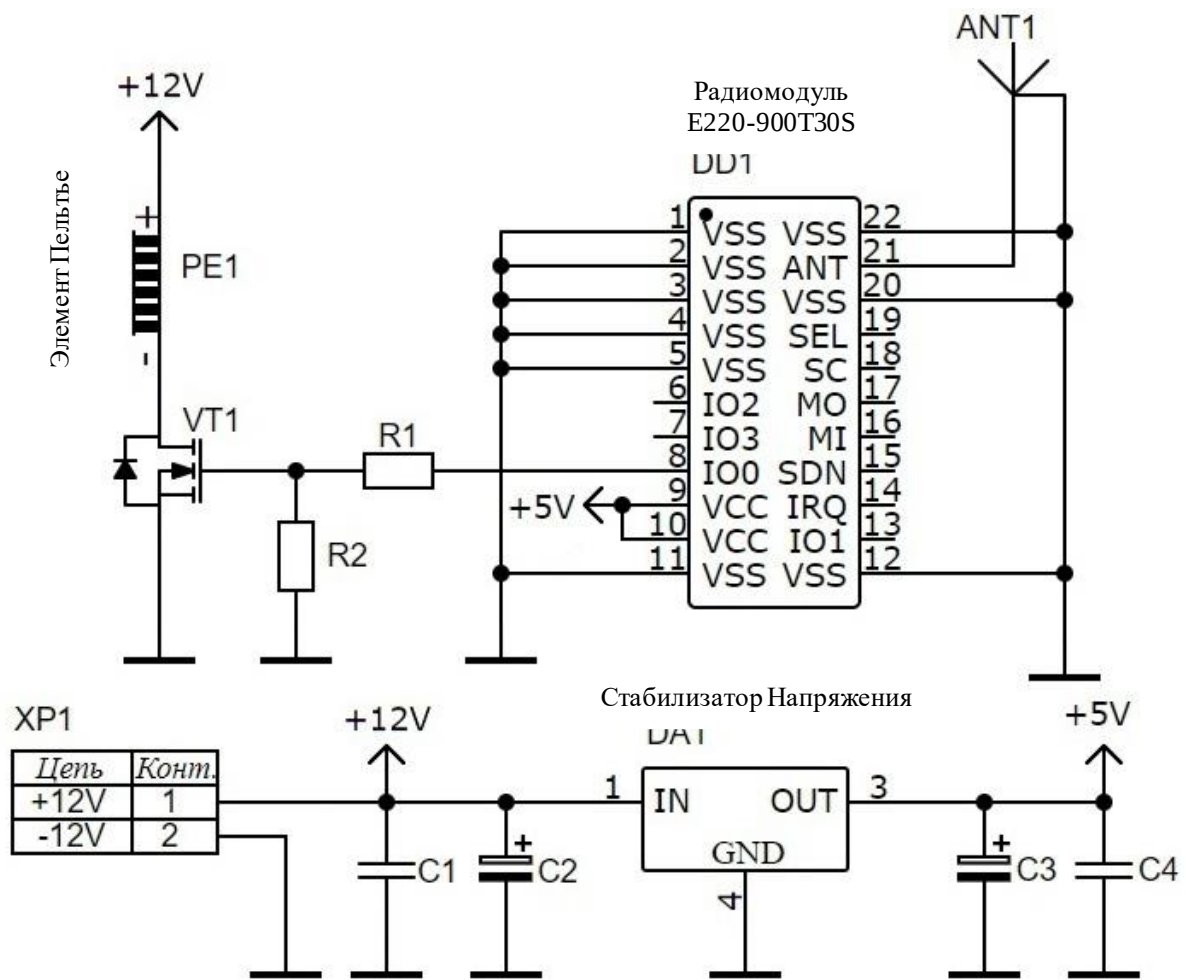


Рисунок 15 – Микросхема подключения элементов.

Были выбраны элементы на рисунке 15 представлена микросхема, выбран элемент Пельтье который дает источник питания 12 в, а радиомодуль E220-900T30S требуется напряжение 5 в, поэтому необходимо в схему поставить стабилизатор, который применяется для преобразования напряжение с 12 в в 5 в, далее чтобы подключить элемент Пельтье к радиомодуля, необходимо иметь элемент коммутатор, в нашем случае резистор 1, 2 и транзистор. R1-ток ограничивающий резистор Нужен для ограничения тока на входе IO0, а R2 – подтягивающий резистор к минусу питания, и транзистор для управления логического уровня, т.е включение и выключение контакта. На радиомодуль имеет вывод к антенному блоку, поэтому к подключению просто поставить на плате радиомодуля.

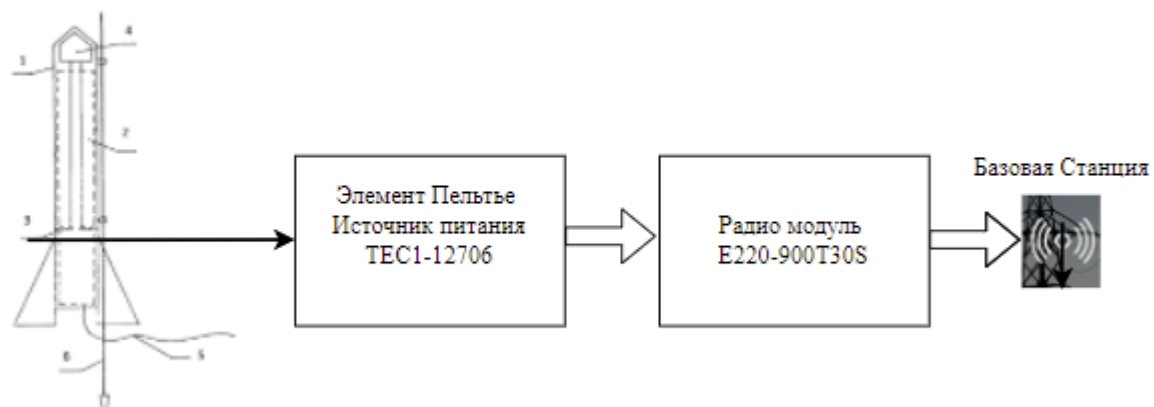


Рисунок 16 – Структура сотовой связи сигнализации ракеты.

Несмотря на растущую конкуренцию сотовых операторов, на базовых станциях часто размещаются антенны сразу нескольких из них. Такой принцип совместного использования и развертывания мобильной инфраструктуры снижает затраты на связь и улучшает качество соединений. Именно благодаря этому абоненты разных сотовых операторов могут беспрепятственно связываться друг с другом.

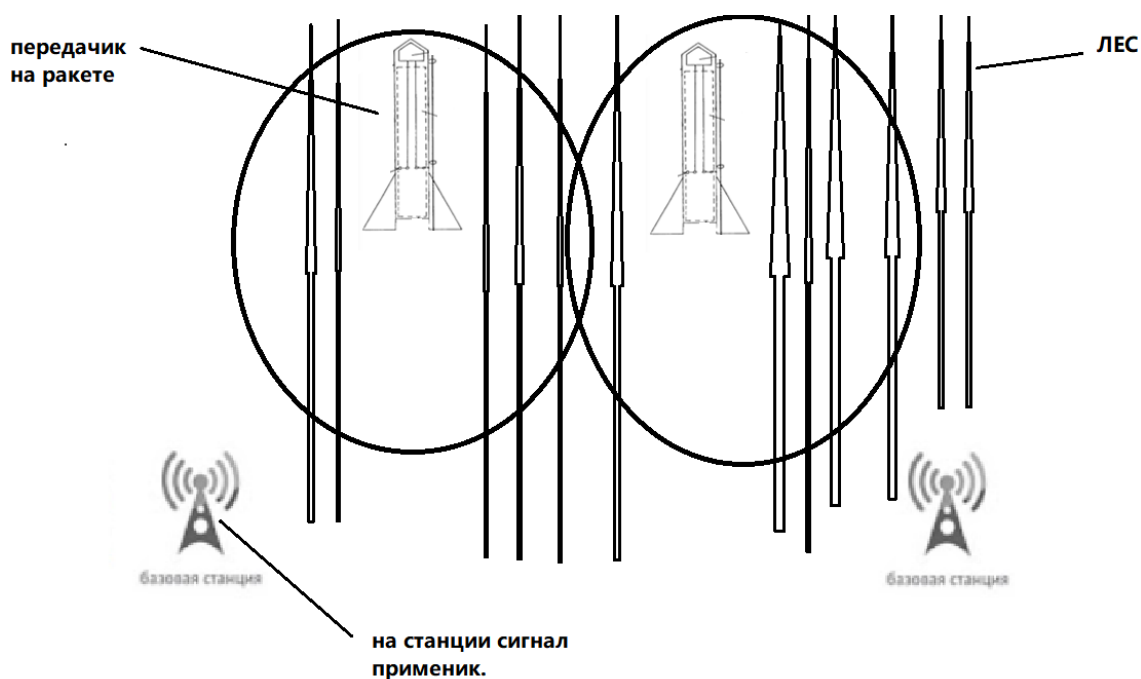


Рисунок 17 – с помощью сотовой связи ракет передает информацию

Чаще всего происходит вблизи зон проживания. В настоящее время населенные пункты активно обеспечивают сотовой, поэтому с помощью сотовой связи можно передавать информации на станции, между двумя станциями расстояние равно 12 километров, а радиус работы устройства сигнализации о лесном пожаре покрывает диапазон станции, и в пересечении двух станций сигнал идет на обе станции, из этого можем определить точный координат, где происходит пожар. Поэтому нижеследующий рассматривать принцип действия сотовой связи и его компонент передачи информации.

Обычная радиочастотная система мобильного телефона состоит из трех основных схем: схемы приема, схемы передачи и схемы локального генератора. Радиочастотная часть включает в себя антенну (преобразование сигнала электромагнитной волны / переменного тока), схему согласования

(согласование с антенной для получения наилучших радиочастотных характеристик), радиочастотный разъем (основание антенны, обычно используемое для проверки проводимости), дуплексе (передающий и принимающий Сигнал изолирован, чтобы гарантировать нормальную работу как приема, так и передачи. Он состоит из двух наборов полосовых фильтров с разными частотами, чтобы избежать передачи сигнала от устройства к приемнику), радиочастотного трансивера (в основном фильтрующего SAW, усиливающий LNA, IQ-модулятор (для модуляции и демодуляции), PA (усилитель мощности) и другие модули. И в нашем случае главный что выбрать радиопередатчик, который подходит к нашему ракету.

Трансивер приемопередатчик, выполненная по трансиверной схеме, когда часть функциональных узлов работает как на прием, так и на передачу. К таким образом обычно относятся генераторы и синтезаторы частот, смесители, усилительные тракты, фильтры и пр. В отличие от радиостанции, представляющих собой независимые приемник и передатчик, в трансивере автоматически согласоваться рабочие частоты приема и передач, уменьшается количество органов управления, конструкции может быть легче и дешевле. Чтобы обеспечивает источник радиочастотного излучения для передачи сигнала основной полосы частот IQ (in-phase quadrature) в радиочастотный сигнал. Обычно он содержит из 2 контроллера напряжения, буферный усилитель, понижающий смеситель, полосу пропускания, накачку заряда и дискриминатор частоты контура, еще одного делителя и контур используются для создания фазовой в комплекте с микшером понижающего преобразования для генерации, соответствующей промежуточной частоты.

При передаче информация передающей основной полосы частот, модулированная логической схемой, модулируется в промежуточную частоту, а TX-VCO (управляемый осциллятором управляющего напряжение) используется для преобразования частоты передающего промежуточного частотного сигнала в частотный сигнал 890M-915M (GSM). После усиления усилителем антенна превращается в электромагнитное излучение. TX-VCO,

представляет собой трехточечный колебательный контур конденсатора, выходная частота которого управляется напряжением, а во время производства он интегрируется в небольшую печатную плату и ведет на пять футов: Штырь питания, штырь заземления, выходной штырь, штырь управления, штырь переключения диапазоне 900М/1800М. Когда появляется рабочее напряжение, и будет колебание для генерации соответствующего сигнала. Базовая станция может принимать только частотный сигнал 890М-915М (GSM), тогда как модулированный IF-сигнал промежуточной частотной модуляции (такой как сигнал 135М передачи сигнала Samsung) не может принимать базовую станцию, поэтому использовать TX-VCO для передачи сигнала ПЧ Частота становится частотным сигналом 890М-915М (GSM). При передаче, участок подачи энергии напряжения на работу позволяет производить 890М-915М (GSM), частотный сигнал принимает два маршрута:

1) Внутри обратно, если выборки, смешиваясь с сигналом гетеродина для получения передачи промежуточной частоты и одинаковые сигналы передачи и приема передаются на фазовый детектор и сравниваются с промежуточной частотной передачи, если выходная частота колебаний TX-VCO не соответствует рабочему каналу мобильного телефона, фазовый детектор будет генерировать напряжение отключения 1-4 В(с передачей переменного тока) напряжение постоянного тока информации используется для управления емкостью внутреннего TX-VCO для достижения цели регулировки точности частоты.

2) После отправки в усилители мощности антенна преобразуется в излучение электромагнитной волны после усиления.

Радиопередатчик – электронное устройство для формирования радиочастотного сигнала, подлежащего излучению. Радиопередатчик обладает способностью самостоятельно генерировать переменный ток радиочастоты, который с помощью фидера подводится к передающей антенне, которая в свою очередь, излучает радиоволны.

Современный радиопередатчик состоит из следующих конструктивных частей:

Задающей генератора частоты, модулирующее устройство, изменяющее параметры излучаемой волны в соответствии с сигналом, который требуется передать, и усилитель мощности, который увеличивает мощность сигнала возбудителя до требуемой за счет внешнего усилителя энергии, и антенна, обеспечивающая излучение сигнала.

Основной принцип сотовой связи - Сотовая связь разновидность мобильной связи, организованная по принципу сот или ячеек, путем размещения базовых станций, которые покрывают локальную территорию. Принцип построения сотовых систем состоит в следующем: в пределах территории действия сети устанавливается некоторое количество относительно маломощных стационарных приемопередающих станций (базовых станций), каждая из которых имеет небольшую зону действия (обычно несколько километров). При этом зоны действия соседних станций несколько перекрывают друг друга, чтобы обеспечить возможность перемещения абонента из одной зоны в другую без потери связи. Чтобы такое перекрытие было возможным, соседние станции должны использовать различные рабочие частоты. Для полного покрытия определенной территории требуются как минимум три различные частоты, чтобы расположенные в виде треугольника станции могли иметь перекрытие зон обслуживания. Четвертая же станция может снова использовать одну из этих трех частот, так как она граничит только с двумя зонами. При таком подходе форма зоны действия каждой базовой станции представляет собой шестиугольник, а расположение этих зон в точности повторяет структуру пчелиных сот, что и дало название системам связи с подобным принципом построения [12].

Совокупность локальных территорий составляет зону обслуживания оператора. Уровень сигнала в конкретном месте зависит от близости к базовой станции, рельефа местности, застройки, промышленных помех и других

факторов. Сигнал с базовой станции передается на коммутатор и обрабатывается им.

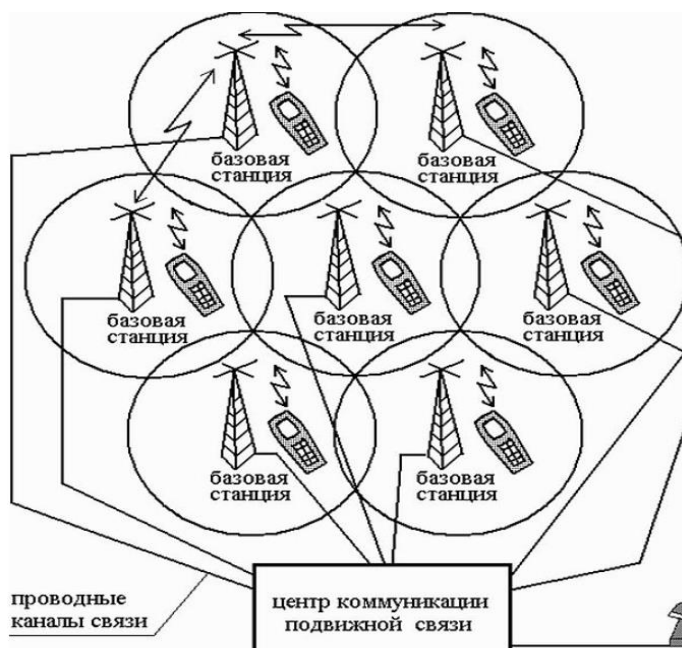


Рисунок 18 – состав оборудования системы сотовой связи

Центр коммуникации – это автоматическая телефонная станция системы сотовой связи, обеспечивающая все функции управления сетью: слежение за подвижными абонентами, организация их эстафетной передачи, переключение рабочих каналов в соте при появлении помех, соединении абонентом обычной телефонной сети.

Базовая станция представляет собой многоканальный приемопередатчик, работающий в режиме приема и передачи сигнала и служащий своеобразным интерфейсом между сотовым телефоном и центром коммуникации подвижной связи. Число каналов базовой станции обычно кратно восьми: 8, 16, 32. Один из каналов является управляющим, или каналом вызова, поскольку именно на нем производится установление соединения при вызове подвижного абонента сети, однако разговор происходит после переключения на другой канал, свободный в данный момент [13].

Каждая базовая станция – это многоканальное приемно-передающее устройство, которое обслуживает абонентов в пределах своей соты. По специальным линиям связи все базовые станции соединяются с центром коммутации. Центра коммутации обеспечивает управление сетью и по сути,

является специализированной автоматической телефонной станцией. Он хранит в своей памяти данные всех абонентов сотовой связи, отвечает за проверку прав доступа абонентов и их аутентификацию, обрабатывает и хранит информацию. Также в его обязанности входит: слежение за сигналами мобильных телефонов, их эстафетная передача при перемещении телефона из соты в соту, коммутация каналов в сотах при появлении помех или неисправностей, а главное – установление соединения абонента сотовой сети в соответствии с набранным номером с другим абонентом или выход в городскую, междугородную телефонную сеть. В некоторых вариантах построения систем все эти функции разделяются между центром коммутации и еще одним элементом оборудования – контролерам базовых станций. Принцип работы элементов сотовой связи выглядит так. В каждой базовой станции есть специальный канал, называемый управляющим, и все сотовые телефоны прослушивают сигналы на этом канале в ожидании вызова. В том случае, если абонент ищет свободный канал. При его обнаружении он передает свои параметры и набранный номер через базовую станцию на коммутатор сотовой сети. После проверки параметров абонента сотовой сети – коммутатор проверяет в своей базе данных наличие такого номера и начинает поиск радиотелефона в каждой из сот [15].

Принцип работы устройства сигнализации представляет собой следующий этап: на каждом ракете имеет свой частный номер, то есть сим-карты, и на нем будет сохранен единственный номер МЧС, при этом когда идет пожар, ракет вылетит на рабочий зон, и ракет сразу вызывает номер МЧС и сообщает информации о пожаре. Выше сказанный рабочий алгоритм будет как автоматическая программа, то есть происходит пожар и ракет сразу сообщает информации об этом, это рабочий алгоритм как один ракет их многих наших устройств.

Преимуществом устройства сигнализации о лесном пожаре является способно определить категории пожара.

Ключевыми отличиями от имеющихся на сегодняшний день способов оповещения о анализе категории пожаре с помощью данного устройства.

- Успешный анализ категории пожаре носят большой ущерб экономии и экономике стран.

- Большой срок службы. Предложение устройства не содержит гальванических устройств электропитания, т.е с помощью устройства сигнализации о лесном пожаре, как только данное устройство передает сигнал и сразу можем анализировать эти данные.

- В той или иной мере, экономиины бюджет, именно соответствующий отзыв к пожару.

1.4 Описание принципа анализа категории пожара

С помощью устройства сигнализации о лесном пожаре в исходное состояние устройство располагает в зоне возможного возгорания, и радиосигнал могут быть принят любой станцией лес охраны, а при этом мы только можем получить информации о пожаре, но оценить уровни не получится, поэтому данный анализ предлагает определить категорию пожара с помощью таймера. На станции еще поставим еще таймер, где можно получить информации от радиосигнала, в результате по скорости пожара и оценить категорию.

В ходе работы, поскольку в лесу поставлены достаточно много количество устройство сигнализации о лесном пожаре. В данной случай, когда мы поставим эти устройства и заранее номеруем их, т.е на каждом ракете имеет свой собственный номер. А анализ заключает в том что каждое устройство при пожаре передает радиосигнал на станции лесохраны и таймер записывает время когда это сигнал происходит. Например, 1-ое устройствр передает сигнал в 12:01, а 2-ое и 3-ое в 12:02 и 12:03, т.е через минут каждое устройство передает сигнал, заранее убеждаемся устройства поставлены последовательны по номеру и расстояние между каждым устройством около 10 километров, и мы можем сделать такой вывод, то что скорость пожара около 10 километров в минуту, этот параметр именно скорость пожара который может помогать нам оценить категорию пожара, и сделаем правильно варианты для защиты пожара, например при таком случай нам придется вызывать тушение пожар, пожарные танки и дополнительный запас как скорая помощь и т.д.

В основе принципа задачи является определить плотность пожаре или категорию не только в данном устройстве и в других видов пожаров, таких как датчик в помещении, которые заработают при пожаре. Таким образом предложено принципиально новый анализ категории пожара на основе устройства сигнализации о лесном пожаре.

1.5 Общий алгоритм разработки сигнализации о лесном пожаре

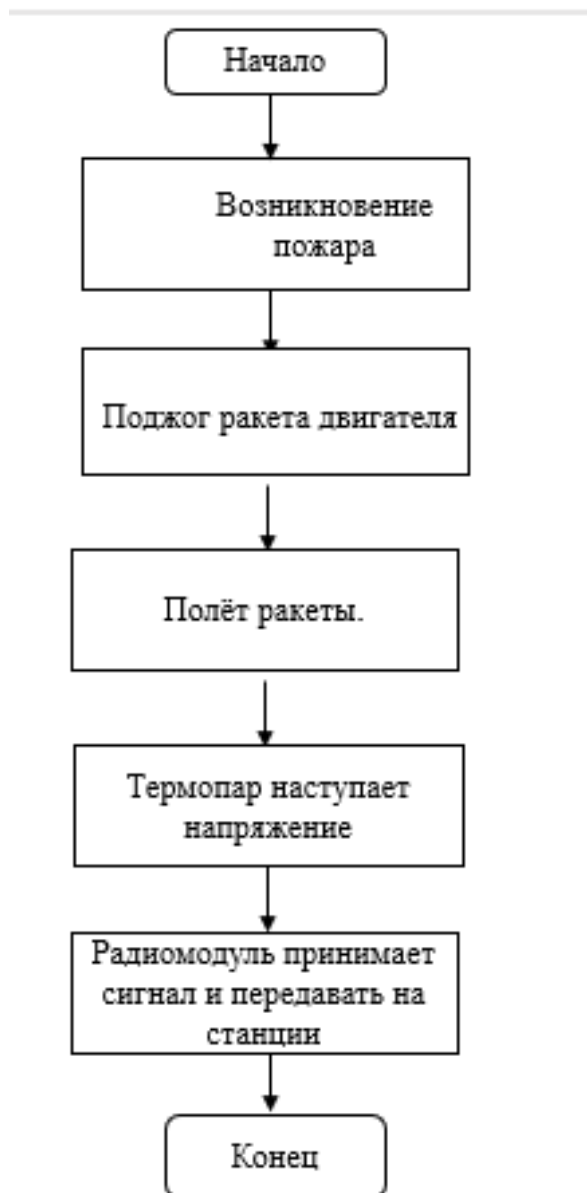


Рисунок 19 - Рабочий алгоритм устройства

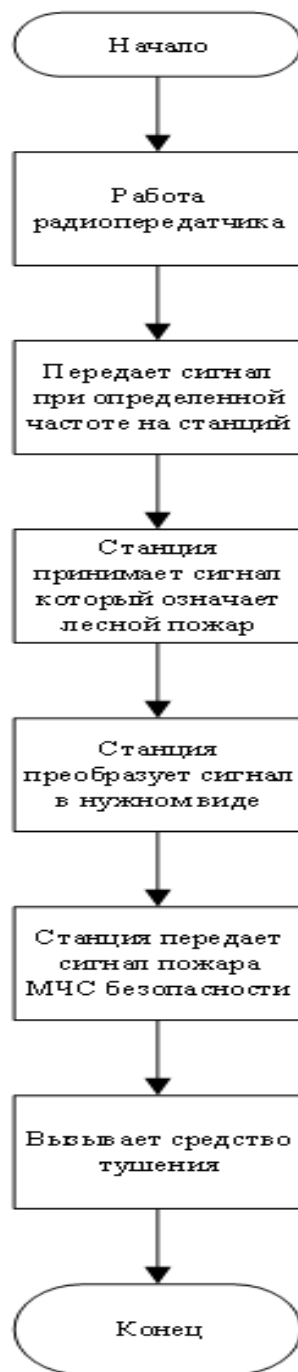


Рисунок 20 - Рабочий алгоритм передачи лесного пожара.

1.6 Описание продукта

Устройство сигнализации о лесном пожаре представляет собой сигнальную ракету из несгораемого материала, установленную на простейшем стартовом устройстве. Внутри ракеты расположен твёрдотопливный ракетный двигатель. Запуск ракеты происходит во время пожара в результате возгорания воспламенителя. При срабатывании ракетного двигателя ракета поднимается выше зоны пожара. При этом высокотемпературные продукты сгорания нагревают «горячие» спаи термобатареи. «Холодные» спаи остаются холодными в следствие обдува набегающими потоками воздуха. В результате термобатарея вырабатывает ЭДС, достаточную для работы радиопередатчика. Так как радиопередатчик всегда соединён с термобатареей, специального включения передатчика не требуется. Сигнал передатчика должен приниматься станциями сотовой связи и далее передаваться службам МЧС.

Устройство обладает простотой изготовления, низкой стоимостью, не требует обслуживания в течение всего срока службы.

Содержащее радиопередатчик, отличающееся тем, что радиопередатчик, соединенный с термоэлектрическим преобразователем, и двигатель размещены в цилиндрическом корпусе, выполненном из несгораемого материала с головным обтекателем и хвостовым оперением, причем «холодные» спаи термоэлектрического преобразователя выведены на наружную поверхность корпуса, а «горячие» спаи расположены внутри корпуса, в зоне расположения двигателя, который соединен с воспламенителем, часть которого выведена за пределы корпуса.

А также данное устройство имеет следующие преимущества:

- Низкая себестоимость, при оптовой поставке до 350 рублей за ракету.
- Не требует обслуживания, находится в рабочем состоянии на протяжении всего срока службы.
- Точность определения передача точных координат пожара.

- Устанавливается на простейшее стартовое устройство, представляющее собой заострённый стержень.
- Независимое питание не содержит гальванических элементов.

Предложенные сигнальные устройства, располагается по периметру охраняемой территории. А при возникновении пожара, сигнал радиопередатчика улавливается станциями сотовой связи. Существующие технологии позволяют системе сотовой связи определить координаты источника сигнала и координаты передаются службе МЧС.

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Под данным проектом понимается устройство подачи сигналов тревоги о лесном пожаре с использованием радиосвязи для оповещения служб лесоохраны. Технический результат проекта представляет собой создание устройства сигнализации о лесном пожаре с длительным сроком дежурства в зоне охраны, способно передавать радиосигналы из очага возгорания.

Данный проект в ТПУ запатентован новый метод мониторинга лесных пожаров разработка – система устройства о лесном пожаре.

Задачами этого раздела являются анализ конкурентных технических решений и SWOT–анализ, составление плана управления научным исследованием, оценка сравнительной эффективности технического решения.

2.1 Предпроектный анализ

В данном случае сегментирования целесообразно провести по такому критерию, как регулирования скорости, так как для различных типов механизмов, требуется различная скорость вращения вала.

Таблица 15 – Карта сегментирования рынка

	Устройство сигнализации	Двигатель РД	Термопар
Разработка, проектирование производство.			
Установка и пусконаладочные работы			
Обслуживание и эксплуатация			

Фирма А		Фирма Б	
---------	--	---------	--

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности, связанные с устройством сигнализацией;
- Наиболее сильно предприятие должно ориентироваться на сегменты.

- Рынка, связанные с проектированием и производством термопар.

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. Один из многих способов – технология QuaD (QUality ADvisor). Он представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в инженерный проект.

Каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводится в табличной форме (таблица 15).

Таблица 16 - Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений QuaD.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,07	95	100	0,95	0,0665
2. Помехоустойчивость	0,1	87	100	0,87	0,087
3. Надежность	0,03	90	100	0,9	0,027
4. Унифицированность	0,09	90	100	0,9	0,081
5. Уровень материалоемкости разработки	0,06	97	100	0,97	0,0582
6. Уровень шума	0,03	80	100	0,8	0,024
7. Безопасность	0,03	80	100	0,8	0,024
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	75	100	0,75	0,015
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	85	100	0,85	0,034

10. Простота эксплуатации	0,04	98	100	0,98	0,0392
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	96	100	0,96	0,0384
12. Ремонтопригодность	0,06	100	100	1	0,06
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,04	90	100	0,9	0,036
14. Уровень проникновения на рынок	0,04	70	100	0,7	0,028
15. Перспективность рынка	0,09	65	100	0,65	0,0585
16. Цена	0,07	95	100	0,95	0,0665
17. Послепродажное обслуживание	0,03	90	100	0,9	0,027
18. Финансирование научной разработки	0,05	78	100	0,78	0,039
19. Срок выхода на рынок	0,03	71	100	0,71	0,0213
20. Наличие сертификации разработки	0,04	80	100	0,8	0,032
Итого	1				0,8626

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 0,07 \cdot 95 + 0,1 \cdot 87 + \dots + 0,04 \cdot 80 = 86,26\%$$

где B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Средневзвешенное значение получилось равным 86,26%, что говорит о перспективности разработки.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (таблица 16).

Таблица 17 – Сильные и слабые стороны, возможные и угрозы

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Наличие технического задания. С4. Квалифицированный персонал. С5. Надежность данной системы по сравнению с другими.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой. Сл2. Большой срок выхода на рынок. Сл3. Высокая стоимость лицензионного программного обеспечения. Сл4. Отсутствие прототипа проекта. Сл5. Специфичность разработки.
Возможности:	Угрозы:

В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.
В2. Использование новых технологий, ускоряющих процесс производства.	У2. Развитая конкуренция технологий производства.
В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт.	У3. Ограничения на экспорт технологии.
В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.
В5. Развитие технологий в данной отрасли.	У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.

Для более четкого выявления взаимосвязей в таблице SWOT-анализа, перейдем ко второму этапу – составлению интерактивных матриц (таблица 18).

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	B1	0	+	-	+	+
	B2	+	+	-	-	+
	B3	+	+	-	-	+
	B4	0	-	-	-	0
	B5	+	0	-	+	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	+	-
	B2	+	-	0	+	-
	B3	+	-	-	0	-
	B4	-	-	0	-	-
	B5	+	0	+	+	+
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	0	-
	У2	0	0	-	+	-
	У3	-	-	-	-	0
	У4	-	-	+	0	+
	У5	-	-	0	-	-
Слабые стороны проекты						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	0	0	0	0
	У2	-	0	+	-	-
	У3	-	+	0	-	-
	У4	-	+	+	-	+
	У5	0	-	-	-	+

В рамках третьего этапа составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 19).

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Наличие технического задания. С4. Квалифицированный персонал. С5. Надежность данной системы по сравнению с другими.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой. Сл2. Большой срок выхода на рынок. Сл3. Высокая стоимость лицензионного программного обеспечения. Сл4. Отсутствие прототипа проекта. Сл5. Специфичность разработки.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Использование новых технологий, ускоряющих процесс производства. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок. В5. Развитие технологий в данной отрасли.	1. Использование инновационной структуры ТПУ и новых технологий позволяет сделать разработку надежной, экологически безопасной. 2. Стоимость разработки уменьшается за счет использования экономичных и энергоэффективных технологий. 3. За счет повышения надежности, энергоэффективности и экологичности разработки спрос на продукт увеличивается.	1. В разработке БДСУ используются новые технологии. 2. За счет использования новых технологий уменьшается количество работников для непосредственной работы с разработкой. 3. За счет новизны разработки появляется спрос на новую продукцию.

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции. У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.	1. Наличие квалифицированного персонала увеличивает конкурентоспособность. 2. БДСУ является надежной, отвечает требованиям ТЗ государственной сертификации.	1. У потенциальных потребителей отсутствуют квалифицированные кадры для работы с новым продуктом. 2. За счет высокой стоимости ПО понижается конкуренция. 3. За счет специфичности разработки, недостаточности финансирования и большого объема необходимых государственных сертификатов разработка имеет большой срок выхода на рынок.
---	---	--

2.2 Инициация проекта

Цели и результат проекта.

Устав научного проекта магистерской работы:

1. Цели и результат проекта представлен в табл.20.

Таблица 20 – Цели и результаты проекта.

Цель проекта :	Разработать систему мониторинга лесных пожаров.
Ожидаемые результаты проекта:	Исследование радиопередатчика на основном сотовой связи.
Критерии приемки результата проекта:	Представлены методики настройки соответствующую частоту сотовой связи.

2. Организационная структура проекта. В таблице 7 представлена информации о рабочей группе, роли и функции каждого участки в трудовом проекте.

Таблица 21 – Рабочая группа проекта.

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Фнкции	Трудо-затраты, календ/раб.дн.
1	Тырышкин А.В. Доцент. д.т.н ИШИТР ТПУ	Руководитель проекта	Выдача задание на дипломный проектт, помощь в разработке календарного плана работы на весь период дипломного проектирования, рекомендация необходимой литературы, справочных материалов, типовых проектов и других источников по теме проекта, проведение предусмотренных консультаций, проверка выполнение работы.	24/15

2	Жуань С. исполнитель проекта, Студент ИШИТР ТПУ.	Исполнитель проекта	Сбор, обобщение и систематизация информации необходимой для разработки проектного предложения. Разработка, сбор, пуско–наладочные работы лаб. оборудования. Разработка математической модели, алгоритма решения и порядок реализации на ПК. Написание дипломного проекта, оформление иллюстративного материала.	95/62
Итого:				119/77

2.3 Планирование управления научно-техническим проектом

План проекта. Научное исследование будет состоять из четырех основных этапов, таких как: разработка технического задания и календарного плана, теоретическая подготовка, экспериментальные исследования и обобщение и оценка результатов по данной теме. Каждый этап содержит перечень важных работ, которые необходимо выполнить. Для каждого этапа работы назначается исполнитель (таблица 22).

Таблица 22 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность руководителя
Разработка технического Задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентных исследований	Студент
	4	Описание устройства	Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент
	9	Корректировка модели, расчетов	Руководитель, студент
	10	Утверждение модели и теоретических обоснований	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	12	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Студент
	13	Технико-экономические расчеты	Студент
	14	Вопросы безопасности и экологии	Студент
	15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент

Трудоемкость – это показатель, который позволяет проанализировать соотношение трат ресурсов и времени. Для определения трудоемкости работ используем такие показатели, как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительности каждого этапа работы, продолжительности выполнения i -й работы в календарных днях.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5}$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость i -й работы, чел/дн;

t_{max} – максимальная трудоемкость i -й работы, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждого этапа работы в рабочих днях T_{pi} :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел-дн;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну работу на данном этапе, чел.

Для построения диаграммы Ганта необходимо перевести длительность выполнения каждого из этапов работ в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы, кал.дн;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы, раб.дн;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется следующим образом:

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 + 107 + 17} = 1,5$$

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

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

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

Расчеты по трудоемкости выполнения работ представлены в таблице 23.

Таблица 23 – временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительно сть работ, раб.дн., T_{pi}		Длительно сть работ, кал.дн., T_{ki}	
	t_{min} , чел-дн		t_{max} , чел-дн		$t_{ожi}$, чел-дн					
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
Составление и утверждение технического задания	3	3	7	7	5	5	3	3	5	5
Подбор и изучение матери- алов по теме		7		9		8		8		12
Проведение патентных ис- следований		3		5		4		4		6
Описание объекта автоматизации		3		5		4		4		6
Календарное планирование работ по теме	3		5		4		4		6	
Проведение теоретических расчетов и обоснований		7		10		9		9		14
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов		7		9		8		8		12
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями		4		6		5		5		8
Корректировка модели, расчетов	2	2	4	4	3	3	2	2	3	3
Утверждение модели и теоретических обоснований	2		3		3		3		5	
Оценка эффективности полученных результатов	2		3		3		3		5	
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы		5		9		7		7		11
Технико-экономические расчеты		3		5		4		4		6
Вопросы безопасности и экологии		3		5		4		4		6
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)		3		5		4		4		6

Итого	12	60	22	79	18	65	15	62	24	95
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Расчет этапа «Корректировка модели, расчетов»:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \approx 3 \text{ чел} - \text{дн};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} = \frac{3}{2} = 1,5 \approx 2 \text{ дн};$$

$$T_{ki} = T_{pi} * K_{кал} = 2 * 1,5 = 3 \text{ дн};$$

В таблице 24 план-график с разбиением на месяцы и декады в период выполнения ВКР.

Таблица 24 – Календарный план-график проведения ВКР.

№ работ	Вид работ	Исполнитель	$T_{ki,ка}$ Дн	Продолжительность выполнения работ																	
				январь			февраль			март			апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Выбор темы, поставка цели и задач ВКР.	Руководитель	6																		
2	Составление предварительного план ВКР	Руководитель	5																		
3	Подбор первоначальное ознакомление с литературной по теме ВКР	Студент	24																		
4	Изучение и выбор метода исследований в ВКР	Студент	21																		
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	36																		
6	Проверка теоретической части научным руководителем	Руководитель	6																		
7	Подбор оборудования и программного обеспечения для написания программы и разработки аппаратного обеспечения	Студент	9																		

Продолжение таблицы 25 - Материальные затраты на создание проекта.

Термоэлектрический преобразователь	50	40	2000
Радиопередатчик	1	500	500
Стартовое устройство	1	200	200
Итого:			3150

Было допущено, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 3150 * 1,05 = 3307,5$ рублей.

Данная статья включает в себя основную заработную плату работников, выполняющих НТИ и дополнительную заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $З_{\text{осн}}$).

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}}$$

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

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течении года:

При отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя; при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя; при отпуске в 72 раб. дня $М = 9,6$;

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 26).

Таблица 26– Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	119	119
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	174

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot k_{\text{р}}$$

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

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

Расчет основной заработной платы с учетом надбавок и премий приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет основной заработной платы.

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	15 800	1,3	20 540	1 078,9	15	16 183,5
Студент	2 207	1,3	2 869,1	158,3	62	9 814,6
Итого $З_{\text{осн}}$						25 998,1

К специальному оборудованию можно отнести ПК. Для расчета затрат связанных с персональным компьютером стоит учитывать амортизацию в период за 12 месяце.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	ПК	1	978	3000
Итого:				3000

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. Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (примем равным 0,12).

Результаты расчетов дополнительной заработной платы:

$$З_{\text{допР}} = 0,12 \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 16\,183,5 = 1\,942,02 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{допС}} = 0,12 \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 9\,814,6 = 1\,177,75 \text{ руб.}$$

Итого по статье «дополнительная заработная плата» - 3119,77 руб.

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

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

$$З_{\text{внебР}} = 0,30 \cdot (16\,183,5 + 1\,942,02) = 5\,437,65 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{внебС}} = 0,30 \cdot (9\,814,6 + 1\,177,75) = 3\,297,71 \text{ руб.}$$

Итого по статье «Отчисления во внебюджетные фонды» - 8735,36 руб.

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

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}})$$

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

Величину коэффициента накладных расходов берем в размере 16%:

$$З_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (25998,1 + 3119,77 + 7890,95) = 5921,41 \text{ руб.}$$

Определение бюджета затрат на научно-исследовательской приведен в таблице 29.

Таблица – 29 расчет бюджета затрат НТИ.

Наименование статьи	Общая сумма, руб.	Доля затрат, %
Материальные затраты НТИ	3307500	97,6
Специальное оборудова- ние для научных (экспериментальных) работ	36000	1,2
Заработная плата исполнителей темы	29117,8	0,8
Отчисления во внебюджетные фонды	8735,36	0,2
Накладные расходы	5921,41	0,2
Итого:	3387274,57	100

2.4 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности для любой системы управления является одинаковым, поэтому перейдем к определению ресурсоэффективности проекта.

Ресурсоэффективность проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценки.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности проводим в виде табличной формы (таблица 30).

Таблица 30 - Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности.

Критерии	Весовой коэффициент	Электропривод постоянного тока	Асинхронный электропривод	Синхронный электропривод
Безопасность	0,25	5	5	5
Удобство в эксплуатации	0,10	5	4	4
Помехоустойчивость	0,10	5	4	4
Энергосбережение	0,15	5	4	4
Надежность	0,25	5	4	5
Материалоемкость	0,15	4	4	4
Итого:	1,00	4,85	4,25	4,5

Рассчитаем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,85$$

$$I_{pi1} = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,25$$

$$I_{pi2} = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,5$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования данного технического проекта. Также по результатам SWOT-анализа были выявлены слабые и сильные стороны проекта, его возможности и угрозы. Все рассмотренные факторы коррелируют таким образом, что сильные стороны и возможности проекта преобладают. Был составлен план научного исследования, произведена оценка трудоёмкости, разработан календарный план, и составлен расчёт бюджета научного исследования.

Интегральный показатель эффективности разработки и аналога определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр1}^p = 4,85$$

$$I_{финр2}^p = 4,25$$

$$I_{финр3}^p = 4,5$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{I_{\text{финр 1}}^p}{I_{\text{финр 2}}^p} = \frac{4,85}{4,25} = 1,14$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{I_{\text{финр 1}}^p}{I_{\text{финр 3}}^p} = \frac{4,85}{4,5} = 1,08$$

Где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ - интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико–экономический показатель аналога.

Итак, сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что выгодным с позиции финансовой и ресурсной эффективности является текущий вариант решения технической задачи, представленной в магистерской диссертации.

3. Социальная ответственность

3.1 Введение

С развитием научного прогресса безопасность жизнедеятельности человека играет огромную роль на производстве. В соответствии с требованиями безопасности была создана наука, которая помогает обеспечить безопасность жизнедеятельности человека (БЖД). БЖД – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности человека в окружающей его среде обитания, сохранение его здоровья, разработку методов и средств защиты путём снижения влияния вредных и опасных факторов до допустимых значений, выработку мер по ограничению ущерба в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

С каждым годом возрастает интенсивность применения компьютерной техники в сферах жизнедеятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей, радиочастотному (высоких, ультра высоких и средних частот), инфракрасному излучению, шуму и вибрации, статическому электричеству. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

В данной выпускной квалификационной работе представлена разработка программы для устройства сигнализации о лесном пожаре. Рабочее место находится в лесу и в помещении. Работа проходила автоматическая без питания с помощью температуры пожара. И разработаем комплекс мероприятий, снижающих негативные последствия таких работ для человека, общества и окружающей среды.

3.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.2.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др. Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Для работников, работающих на местах, отнесенных к вредным условиям труда 3 и 4 степени – не более 36 часов [16].

Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней. Для работников, занятых на работах с опасными или вредными условиями, предусматривается дополнительный отпуск.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории легких работ. В зависимости от времени года и категорий тяжести работ определены параметры микроклимата согласно требованиям СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [17], которые приведены в таблице 31.

Таблица 31 - Оптимальные параметры микроклимата рабочего места.

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория а	23-25	40-60	0,1
Теплый	Категория а	20-22	40-60	0,1

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [17], которые приведены в таблице 2.

Таблица 32- Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

3.3 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.

В данном разделе рассмотрим основные требования по эргономике рабочего места при выполнении работ сидя, которые регламентируются ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [18].

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах (680 – 800) мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм [18]. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПК: ширина 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубина 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равна 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм [18].

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400 – 550) мм и углам наклона вперед до 15°, и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки (300 ± 20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30°;
- регулировку спинки от переднего края сиденья (260 – 400) мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной и - (50 – 70) мм [18].

Рабочее место пользователя ПК следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100 – 300) мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, 100 регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 – 700) мм, но не ближе 500 мм [18].

3.4 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

К вредным и опасным факторам, которые могут возникнуть при проведении исследований, относятся следующие:

- отклонение показателей микроклимата;
- недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень шума на рабочем месте;
- психофизиологические факторы (монотонность труда, нервнопсихические перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов);
- повышенный уровень электромагнитных излучений
- отклонение показателей микроклимата;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- психофизиологические факторы (монотонность труда, нервнопсихические перегрузки, перенапряжение зрительных анализаторов); – повышенный уровень электромагнитных излучений

Опасные факторы:

- поражение электрическим током.
- короткое замыкание.
- статическое электричество.

Поскольку рабочее место оператора находится в комнате, где есть силовые шкафы, средства связи и компьютерное оборудование, в этих помещениях может присутствовать ряд опасных и вредных факторов. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представим в виде таблицы 33.

Таблица 33 –Возможность опасных и вредных факторов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [2].
2. Превышение уровня шума		+	+	Ссылка на ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности[9].
3.Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[6].
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СНиП 23-05-95* с СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение[4].
5. Электробезопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность[7].

3.4.1 Естественная освещенность.

Правильное освещение помещений и рабочих зон одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма, низкая освещенность способствует развитию близорукости.

Рабочим местом, где проводятся исследования, является компьютерная аудитория с разрядом зрительной работы А-2. Требования к освещению для таких помещений приведены в таблице 34 [19].

Таблица 34 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК.

Характеристика зрительной работы			Точность
Наименьший или эквивалентный размер объекта различия, мм			0,15 – 0,30
Разряд зрительной работы			А
Под разряд зрительной работы			2
Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %			Менее 70
Искусственное освещение	Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк		400
	Цилиндрическая освещенность, лк		100
	Показатель дискомфорта М коэффициент пульсации освещенности Кп, %		40 – 15 ** 10
Естественное освещение	КЕО e_H , % При	Верхнем или комбинированном	3,5
		Боковом	1,2

При работе за компьютером основное значение имеет освещение рабочего места, и кабинета в целом. Освещение рабочего места, это один из основных условий

для формирования благоприятных и безопасных условий труда, влияющие на настрой сотрудника, самочувствие и эффективность деятельности.

В административно – общественных помещениях, преимущественно работы с документацией предусмотрена комбинированная система освещения. Освещенность в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк, а в качестве искусственных источников света применять люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) [19].

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. В соответствии с размером аудитории (длина $A = 6$ м, ширина $B = 5$ м, высота = 3,5 м), в ней размещены 4 светильника типа РТФ/Р. В каждом светильнике установлено 4 люминесцентных лампы типа Т5.

Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,8$ м. Произведем расчет имеющегося освещения аудитории. Согласно СНИП 23-05-95* необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы [19]. Площадь помещения определяется по следующей формуле:

$$S = A \times B = 6 \times 5 = 30 \text{ м}^2, (1)$$

Где A – длина, м; B – ширина, м.

Коэффициент отражения поверхности стен $\rho_c = 50\%$ (свежепобеленные с окнами без штор), потолка $\rho_{\text{П}} = 70\%$ (свежпобеленный). Коэффициент запаса с нормальным условиям среды $K_3 = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$ [19].

Как известно, светильник типа РТФ/Р имеет длину и ширину светильника равную 575 мм;

Люминесцентные лампы Т5 имеют следующие параметры:

- световой поток ФЛД = 1660 лм;
- мощность 28 Вт [19].

Теперь вычислим электрическую мощности осветительной установки.

$$P = N \cdot P_{\text{Л}} = 16 \cdot 28 \text{ Вт} = 448 \text{ Вт} (2)$$

N – количество ламп, P_l - мощность одной лампы.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решеткой лежит в диапазоне 1,1-1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,15$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле [19]:

$$h = H - h_{\pi} - h_p = 3,5 - 0,8 - 0,15 = 2,55 \text{ м. (3)}$$

где h_{π} - высота светильника над полом, высота подвеса;

h_p - высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для светильников РТФ/Р:
 $H = 3,5$ м.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле [18]:

$$L = \lambda * h = 1,1 * 2,55 = 2,8 \approx 3 \text{ м. (4)}$$

где λ - оптимальное расположение светильников;

h - высота светильников над рабочей поверхностью.

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{5}{3} = 1,6 \approx 2. (5)$$

где B - ширина, м; L - расстояние между соседними светильниками. Число светильников в ряду [19]:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{6}{3} = 2. (6)$$

Где A -длина, м.

Общее число светильников [4]:

$$N = Na * Nb = 2 * 2 = 4, (7)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле [19]:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{3}{3} = 1, (8)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 21 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

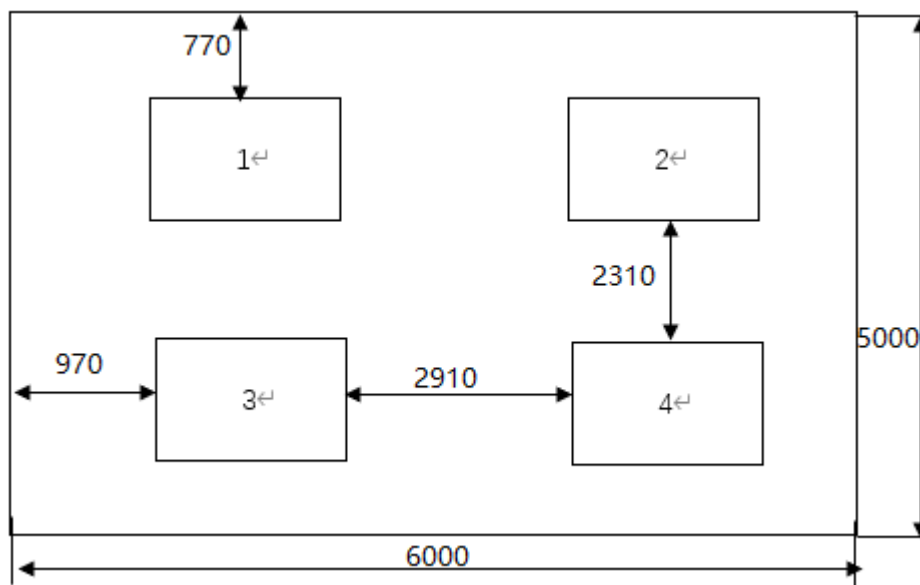


Рисунок 21 – План размещения светильников.

Индекс помещения определяется по формуле [19]:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)} = \frac{6 * 5}{2,55 * (6 + 5)} = 1,06, (9)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа РТФ/Р с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,06$ равен $\eta = 0,6$ [19].

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_n = E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot \frac{Z}{N} \cdot \eta = 300 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,4 \cdot \frac{1,1}{16} \cdot 0,6 = 1444 \text{ лм. (10)}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq (\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}) / \Phi_{\text{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%; (11)$$

$$\frac{(\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}})}{\Phi_{\text{ЛД}}} * 100\% = \frac{1660 - 1440}{1660} * 100\% = 13\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 13\% \leq 20\%$, необходимо световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона, то есть система освещения в рабочей аудитории соответствует нормам СНиП 23-05-95*.

3.4.2 Повышенный уровень шума

Повышенный шум в пределах 40-70 дБ создаёт значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия и при длительном воздействии может стать причиной неврозов. Воздействие шума с уровнем шума свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При воздействии высоких уровней более 140 дБ возможен разрыв барабанных перепонки, контузия или смерть. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, снижается скорость психических реакций и т. п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

При выполнении работ, описанных выше, специалист может оказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: персональные компьютеры, акустический сенсор, электрическое устройство и др.

Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование. В связи с этим эквивалентный уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 50 дБА.

Наиболее эффективная защита от производственного шума создается с помощью специальных архитектурно-строительных решений на этапе проектирования здания, планировки офиса. В качестве дополнительных мер по защите от шума можно применять различные звукоизолирующие кожухи, звукопоглощающие отделочные материалы [20].

3.4.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений.

Энергетическое влияние электромагнитного излучения может быть различной степени и силы. От неощутимого человека (что наблюдается наиболее часто) до теплового ощущения при излучении высокой мощности, но подобный эффект проявляет себя только при превышении допустимого уровня. Помимо электромагнитного излучения, при работе компьютера образуется электростатическое поле, оно способно деионизировать окружающий воздух. Компьютер, при долгой работе, нагревается, что делает воздух не только слабо ионизированным, но и сухим. Такой воздух является очень вредным, он тяжелый для дыхания и способствует, при благоприятной среде, развитию многих аллергических заболеваний и, соответственно болезней органов дыхания.

В данной выпускной работе будет рассматриваться такой источник электромагнитного поля как персональный компьютер. По энергетическая экспозиция за рабочий день не должна превышать значений, указанных в таблице 35 [21].

Таблица 35 -Распределение диапазона частот.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	x
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	x
30 - 50 МГц	800,0	0,72	x
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	x
300 МГц - 300 ГГц	x	x	200,0

Для обеспечения меньшего электромагнитного излучения использован жидкокристаллический монитор. Необходимо учитывать расстояние до монитора, так как при большем расстоянии от человека оказывается меньшее влияние. В связи с тем, что электромагнитное излучение от стенок монитора намного больше,

необходимо ограничивать его стенами, т.е. ставить в углу. Необходимо чтобы компьютер был заземлен, а также необходимо по возможности сокращать время работы за компьютером.

3.4.4 Перенапряжение зрительных анализаторов.

При работе за ПК визуальные параметры мониторов оказывают большую нагрузку на зрительные анализаторы, а именно на мышцы глаз. После длительной нагрузки необходим период восстановления и отдыха. Если полного восстановления возможностей зрительного аппарата не происходит, то в детском и юношеском возрасте зрительная усталость приводит к нарушениям в аккомодационном механизме глаза, а в дальнейшем – к близорукости.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [22].

При работе с компьютером существует опасность электропоражения:

- При прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением, (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- При работе с компьютером существует опасность электропоражения:
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- защитное заземление;
- зануление;
- Защитное отклонение

3.5 Экологическая безопасность.

В данном подразделе рассмотрим характер воздействия проектируемого устройства на окружающую среду, а также выявим предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации стенда.

Для разработки системы компенсации веса необходим компьютер, следовательно, в нашем случае воздействие на литосферу происходит при утилизации персонального компьютера. Так же в процессе работы электрические узлы стенда потребляют электроэнергию, при выработке которой, наносится вред окружающей среде.

Процесс утилизации составных элементов манипулятора будет аналогичен процессу утилизации компьютерной техники. Изначально необходимо составить акт списания. Затем техника будет разобрана на составные компоненты. После происходит переработка. Она производится для того, чтобы полученные в ходе нее черные металлы и цветные металлы снова стали сырьем, как и пластик, прошедший перед этим сортировку по видам и по цветам. Утилизация вычислительной техники уникальна тем, что в её составе находится много драгоценных металлов. Поэтому по закону утилизацией оргтехники должна осуществляться компанией, имеющей сертификат Пробирной Палаты [23].

Обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами» [23].

При необходимости утилизировать вышедшую из употребления электронику наиболее безопасным для окружающей среды способом необходимо обращаться в специализированную компанию по утилизации. Такие компании действуют на всей территории Российской Федерации, в том числе и в Томской области. Необходимо

отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

3.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

При выполнении работ наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в лаборатории. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями [24].

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожарной опасности, анализируемое в данной работе помещение относится к категории В [24]. Основные источники возникновения пожара:

- Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях.
- Электрические приборы с дефектами.
- Перегрузка в электроэнергетической системе и короткое замыкание в электроустановке.

В процессе исследований можно исключить природные ЧС, так как исследования проводятся в лабораторных условиях, то есть в помещении. Возможные аварии могут быть не только связаны со скачком напряжения, например, но и с ошибкой при проектировании. Тогда ЧС будет социотехногенной, потому что причиной ЧС будет человек, а пострадает помещение, оборудование и т.д.

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

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

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

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.

Мероприятиями, обеспечивающими пожаробезопасность, являются:

- Обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям).

- Пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения.

- Обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

Нужно соблюдать противопожарные правила, нормы при установке электропроводов, оборудования, освещения и т.д. Также необходимо правильно эксплуатировать оборудование, проводить противопожарный инструктаж, обучать людей правилам пожарной безопасности, обеспечить наличие плана эвакуации и инструкций [25].

Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5. Покидать помещение необходимо согласно плану эвакуации, на рисунке 22.

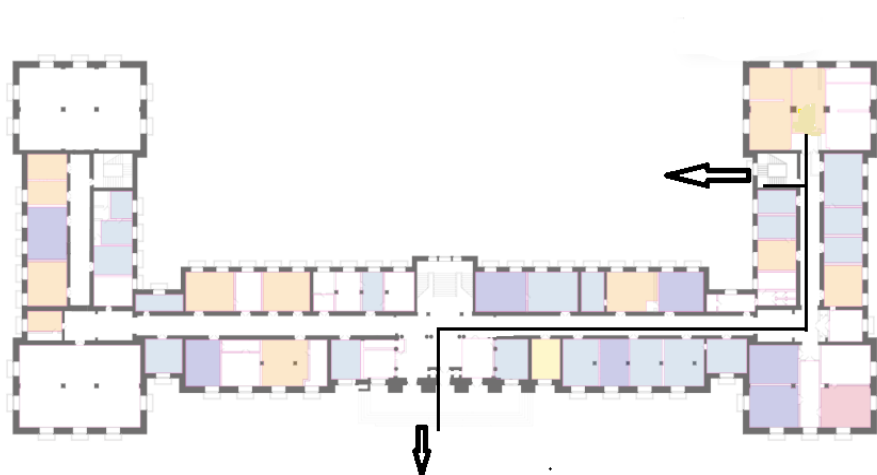


Рисунок 22 – План эвакуации при пожаре и других ЧС

Заключение по разделу социальная ответственность.

В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма.

Освещение на рабочем месте соответствует нормам – используется несколько энергосберегающих ламп.

Уровни шума находятся в допустимых пределах – источником шума при эксплуатации ПК могут являться системы охлаждения, а также жесткий диск, однако уровень создаваемого ими шума невысок.

Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности. В случае выхода из строя используемой электроники или ламп, отходы передаются в соответствующие компании.

Заключение

В данном проекте рассматриваем устройство сигнализации ракет о лесном пожаре. К настоящему времени изготовлены макет устройства, выбраны элементы Пельтье – термопарные преобразователи, и передатчик, корпус изготовлен из негорючего материала, выбран массово выпускаемый ракетный двигатель. Как только проводим эксперт успешно и будем на уровне согласования сотовой связи.

Данный метод имеет следующие преимущества: низкая себестоимость, не требует обслуживания, точность определения координат очага пожара, простота установки и автоматизации.

Данная работа делится на часть: расчетная часть, расчет термопар, выбор передатчик по радиомодулю, и принцип работы системы сотовой связи и общий алгоритм разработки сигнализации о лесном пожаре.

Таким образом предложено принципиально новый анализ категории пожара на основе устройства сигнализации о лесном пожаре.

Список публикаций

1. Жуань С. Система мониторинга лесных пожаров.// Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов : сборник докладов I Международной научно-практической конференции. В 2 томах. Том 2 (Томск, 27–29 апреля 2021 г.) / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 453 с.
2. Тырышкин А.В., Жуань С. СИСТЕМА МИНИТОРИНГА СТЕПНЫХ И ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ. // НАУКА ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ XV Всероссийская научная конференция молодых ученых, посвященная Году науки и технологий в России г. Новосибирск, 06-10 декабря 2021 г. // Сборник научных трудов в 10 ч. / Под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.
3. Жуань С., Цзи Л. Анализ современных заимствований в русском языке. // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов. (Томск, 27–29 апреля 2022 г.).
4. Жуань С., Цзи Л., Эвентуальность использования молодёжного сленга в китайском и русском языках. // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов. (Томск, 27–29 апреля 2022 г.)
5. Жуань С., Система мониторинга лесных пожаров.// 21-22 апреля 2022 года в Томском государственном университете состоится XVIII Международная школа-конференция студентов, аспирантов, молодых ученых «Инноватика-2022».

Список использованных источников.

1. https://lomonosovmsu.ru/file/event/6692/eid6692_attach_404139f68c88129a8743911f358bebedf89ab2ea.pdf.
2. УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ О ЛЕСНОМ ПОЖАРЕ
<https://patenton.ru/patent/RU2682421C1>.
3. Антисептическая пропитка для древесины, бетона, камня, кирпича без грибковых поражений. ТУ. // <http://www.pandia.ru/text/78/382/231.php>
4. Ракетные двигатели. // <http://real-rockets.ru/wp-content/uploads/2016/04/rd1-20.pdf>.
5. Авторотация как эффективный способ спасения метеорологических ракет. Шередеко А.Я, Телицын И.Д, Елифанов А.Д. // <http://elibrary.ru/item.asp?id=43097404>.
6. Измерение температуры в технологии силикатов.
<https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KULINICH/work/Tab2/temp.pdf>
7. Принцип работы сотовой связи.// <https://i-flashdrive.ru/raznoe/princip-raboty-sotovoj-svyazi-kak-rabotaet-mobilnaya-svyaz-soty-standarty-i-vozmozhnosti-5g-technologie.html>.
8. ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ В НОВЕЛЛАХ ТЕСТОВОГО ХАРАКТЕРА: КАЛЕНДАРЬ И ВРЕМЯ. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ. ПИВОВАРОВ А.А. // <http://elibrary.ru/item.asp?id=30600156>.
9. Частоты сотовой связи 2G, 3G, 4G, 5G сотовых операторов МТС, Билайн, Мегафон, Tele2, Yota и др.[<https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/element-pelte>
10. <https://www.ebyte.com/product-view-news.html?id=1575>.
11. Александр В.Т. <https://www.radiolibrary.ru/reference/transistor-mosfet/irl540n.html>.

12. Солошенко М.В. // <http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000306000/rsl01000306163/rsl01000306163.pdf>.
13. ЯППАРОВ Р.М. Сотовый телефон как предмет преступного посягательства. // <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36873382>
14. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. АКИМОВ В.А. АФЛЯТУНОВ Т.И., АЮБОВ Э.Н. // <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15017754>.
15. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021). ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы.
16. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
17. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. СНиП 23-05-95* с СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
19. Ссылка на ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
20. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
21. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность.
22. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
23. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1).

24.НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

25.ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) / ГОСТ от 14 июня 1991 г.

Приложение А
(справочное)

Forest fire alarm device;
Settlement part;
Calculation of thermo-EMF of thermocouples;
Product description

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЕМ01	Жуань Сыпэн		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин А.В.	к.т.н. доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Пичугова И.Л.	Старший преподаватель		

Introduction

At present, the protection of forest resources from fire is an important task of forest management. Among the many sources of attack on the forest, fire is the most dangerous. It also poses a danger to people, since forest fires destroy homes and social infrastructure, and also lead to the death of a large number of people every year. For the Russian Federation, the forest is of great importance, since the forest occupies more than half of the country's territory.

Since the development of science and technology, scientists have begun to pay attention to nature conservation, in particular, forest fires. In 2010, in Russia, first in the Central Federal District, and then in other regions, a difficult fire situation arose. According to statistics, the area of burned forests in Tomsk Oblast from 2010 to 2018 amounted to 23.7 thousand hectares. This is the second figure for the Siberian Federal District after the Krasnoyarsk Krai, according to a report by the Russian Ministry of Natural Resources. The largest areas of forests destroyed by fire were noted in the Krasnoyarsk Krai (69.637 thousand hectares), Tomsk Oblast (23.736 thousand hectares), Irkutsk Oblast (14.323 thousand hectares), the Republic of Sakha (Yakutia) (10.819 thousand hectares). Table 1 shows the dynamics of forest fires on the territory of Russia for the period 1991-2019.

Table 1. Dynamics of forest fires on the territory of Russia for the period 1991-2019.

Year	Number of forest fires	The area of the forest fund covered by fires, thousand ha.		
		general	forest	Non-forest
1991	40169	1849,0	1459,9	389,1
2001	29285	284,7	213,1	71,6
2011	18189	238,2	170,2	68,0
2015	15201	698,2	492,7	205,5
2019	25345	1126,0	1384,7	310,5

As it can be seen from Table 1, despite the well-established system of extinguishing forest fires, their number in some years ranged from 30 to 40 thousand, and the area of forests covered in 1991 and 2019 amounted to 1.85 million hectares and 1.7 million hectares,

respectively. At present, scientists have developed a sufficient number of means for extinguishing and preventing fires, however, these means are not always effective and have their own advantages and disadvantages.

This determines the relevance of our study and justifies the goal setting: to develop a forest fire alarm device.

Forest fire alarm device

The forest fire alarm device is a fireproof material flare mounted on a simple starting device. Inside the rocket is a solid rocket engine. The launch of the rocket occurs during a fire as a result of ignition of the igniter. When the rocket engine fires, the rocket rises above the fire zone. At the same time, high-temperature combustion products heat the "hot" junctions of the thermopile. "Cold" junctions remain cold as a result of blowing by incoming air currents. As a result, the thermopile generates an EMF sufficient for the operation of the radio transmitter. Since the radio transmitter is always connected to the thermopile, no special activation of the transmitter is required. The transmitter signal must be received by cellular communication stations and then transmitted to the Ministry of Emergency Situations.

The device is easy to manufacture, low cost, does not require maintenance during the entire service life.

Containing a radio transmitter, characterized in that the radio transmitter connected to the thermoelectric converter and the engine are placed in a cylindrical housing made of fireproof material with a head fairing and tail, and the "cold" junctions of the thermoelectric converter are brought to the outer surface of the housing, and the "hot" junctions located inside the housing, in the area of the engine, which is connected to the igniter, part of which is placed outside the housing.

And also this device has the following advantages:

- Low cost, with wholesale supply up to 350 roubles per rocket.
- Does not demand service, is in working condition throughout all service life.
- Accuracy of determining the transmission of the exact coordinates of the fire.
- It is installed on the simplest starting device, which is a pointed rod.
- Independent power supply does not contain galvanic cells.

The proposed signalling devices are located along the perimeter of the protected area. And in the event of a fire, the radio transmitter signal is picked up by cellular communication stations. Existing technologies allow the cellular communication system to determine the coordinates of the signal source and the coordinates are transmitted to the Ministry of Emergency Situations.

A series of technical solutions protected by invention patents are proposed. For example, the forest fire alarm device [Ru 2617138 C1] is known, which contains N sensors, each sensor contains an acoustic sensor, the first temperature switch, its first output is connected to the power supply, the second output is connected to the first power input of the radio transmitter, and its output is connected to the radio antenna. The first output of the second temperature switch is connected with the power supply, the second output is connected with the control key timer input, its output is connected with the first power input of the radio transmitter, the second input is connected with the amplifier output, and the first power input of the amplifier is connected with the second output of the first temperature switch, The second input is related to the output of the acoustic sensor.

The disadvantage of the equipment is that there are at least $2n$ connecting wires, which makes it difficult to apply the equipment in the forest and reduces the reliability of the equipment.

The working principle of the Sinicization device is as follows: each missile has a special number, namely SIM card, which will retain the medical number of the emergency department. In case of fire, the missile will fly to the work area, and the missile will immediately call the number of the emergency department and report the information about fire. As it was mentioned above, working algorithm will be an automatic program, that is, in case of fire, the missile will immediately report information. This is a working algorithm.

With the help of a forest fire alarm device, the device is placed in the initial state in the zone of possible ignition, and the radio signal can be received by any forest protection station, and at the same time we can only get information about the fire, but it will not be possible to estimate the levels, therefore this analysis proposes to determine the category fire with a timer. We will also put a timer at the station, where you can get information from the radio signal, as a result of the speed of the fire and evaluate the category.

In the course of work, since the forest is supplied with a lot of forest fire alarm device. In this case, when we supply these devices and number them in advance, that is, each rocket has its own number. And the analysis concludes that in the event of a fire, each device transmits a radio signal to the forest protection station and the timer records the time when this signal occurs. For example, the 1st device transmits a signal at 12:01, and the 2nd and

3rd at 12:02 and 12:03, i.e. in minutes each device transmits a signal, in advance we make sure the devices are put in sequence by number and distance between each device is about 10 kilometres, and we can conclude that the fire speed is about 10 kilometres per minute, this parameter is the fire speed that can help us assess the fire category, and we will make the right options for fire protection, for example, in this case we will have to call fire extinguishing, fire tanks and extra stock like ambulance, etc.

The basis of the principle of the task is to determine the fire density or category not only in this device, but also in other types of fires, such as a sensor in a room, that will work in a fire. Thus, a fundamentally new analysis of the category of fire based on a forest fire alarm device is proposed.

The advantage of forest fire alarm device is that it can determine the fire category.

Key differences from the method of reporting fire category analysis using this equipment today, the proposed device does not contain galvanic power supply elements. Energy is generated and consumed only in the event of a fire. In this case, the service life of the device is determined only by the service life of structural elements, which is an order of magnitude greater than the service life of galvanic cells. The possibility of transmitting radio signals from the source of the fire is achieved by the fact that the device is able to take off above the forest and above steam. In this case, the forest has no effect on the signal level by absorbing it, and the flame has no shielding effect.

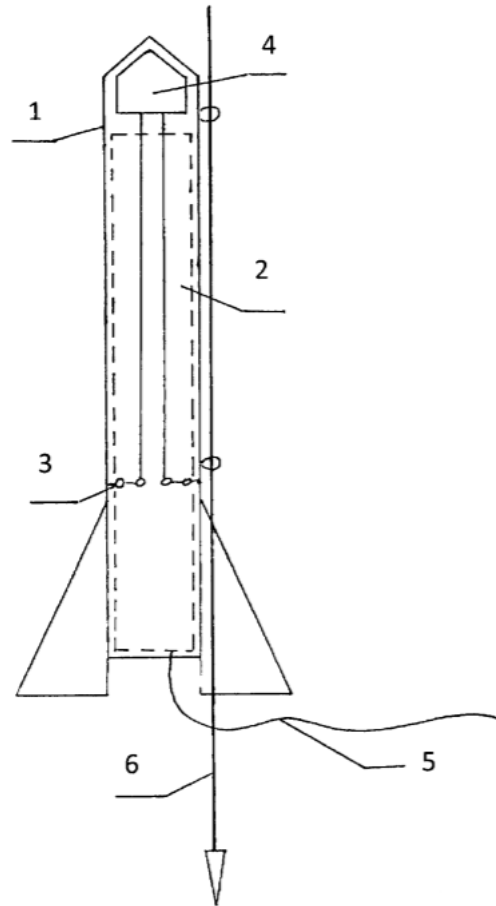


Figure 1– Settlement part

Figure 1 shows a diagram of a forest fire alarm device. The forest fire signalling device contains a cylindrical body 1, made with a head fairing and tail made of fireproof material. An engine 2 is located inside the housing. A thermoelectric converter 3 is mounted in the housing in such a way that the "cold" junctions are brought to the surface of the housing, and the "hot" junctions are located inside the housing 1 in the area of the engine 2. A radio transmitter 4 is located in the head part of the housing 1, connected with a thermoelectric converter 3. The engine 2 is connected to the igniter 5, which is brought out of the body 1. The body 1 is freely fixed with the help of holders in the form of rings on the starting device 6. The starting device 6 can be made in the form of a straight metal rod, the lower end of which is pointed or provided with a tip.

During the implementation of the MD, a number of technological issues were resolved for the introduction of the device into mass production.

In this course project, more attention is paid to the parts of radio transmitters. Some fire detection methods include observation from watchtowers and the use of satellite imagery. Unfortunately, it is not effective for several reasons such as the high cost of infrastructure (complex equipment), the fact that they require a large number of trained personnel, and that they make it difficult to monitor in real time because once a phenomenon is detected, its speed of propagation has led to an uncontrollable level of damage. This method proposes a forest fire detection method using a network of wireless sensors and information fusion methods.

Table 2 – Main characteristics and parameters of pyrilax.

State of aggregation	Transparent viscous yellow liquid. Allowed sediment and opalescence
The smell of the composition	It has a slight pine scent that disappears after complete drying of the composition
Density at temperature +20°C, g/cm ³	1,210...1,220
Medium pH	1,0...3,0
processing temperature, °C	-15...+50
crystallization temperature, °C	At -16 it partially crystallizes, after defrosting it retains its properties
Operating temperature, °C: - for coniferous wood - for hardwood	- 50...+80 - 50...+50
Processing method	By brush, spraying or dipping
Surface appearance after Processing	Light wood is tinted in amber color ("Golden Russian estate). Does not create a film on the surface

Compatibility with paintwork	15 days after treatment, the surface can be paintwork materials that are not contain chalk, calcite, cement, lime
Composition safety	Corresponds to the sanitary and epidemiological requirements

Storage conditions	In closed polyethylene or stainless steel containers at temperatures from -50°C to +50°C at a distance of at least 0.5 m from heaters and lamps
Transport conditions	Transported by all types of covered transport
Shelf life, years	5
Packing	PET barrels - 50 kg, PET bottles - 3.2 kg and 1.1 kg

As engine 2, any commercially available solid-propellant engine type RD can be used. Engine characteristics are shown in Table 4.

Table 3 – Main characteristics of the taxiway.

Name	PD1-10-5	PD 1-20-5	PD 1-30-5	PD 1-50-5
Price, rub	350	370	400	670
Diameter, mm	17,5	20	20	29
Length, mm	70	85	130	123
Channel length, mm	50	60	110	95
Weight, g	22-23	35-36	54-55	109
Total thrust impulse, N.s	8,2-10	18-20	26-30	45-50
Thrust maximum, N	14	25	37	50
Thrust average, N	7,5	16	23	30
Burning time, s	1,2	1,2	1,2	1,8
Замедлитель t, с	5	5	5	5

To calculate the flight altitude, we use Newton's Second Law. Two forces act on a rocket in flight – the thrust force of the engine and the force of gravity. For the time being, we neglect the force of air resistance.

Thus, the maximum height to which the rocket will take off will be equal to the sum of H_{act} and H_{pas} , that is, 20 meters plus 14 meters, we get 34 meters.

The resulting height is sufficient for the rocket to take off above the forest, where the radio signal is absorbed, and above the flame zone, where the radio signal is shielded.

The main conclusion that can be drawn on the basis of the performed calculation is that the proposed device can be implemented on the basis of mass-produced rocket engines. The use of similar more powerful engines will allow not only to increase the flight altitude, but also to use both more powerful radio transmitters and place additional devices on the rocket. These can be parachute systems, auxiliary squibs and other equipment.

Rocket engines of the RD1 series are intended mainly for use in technical types of creativity and sports.

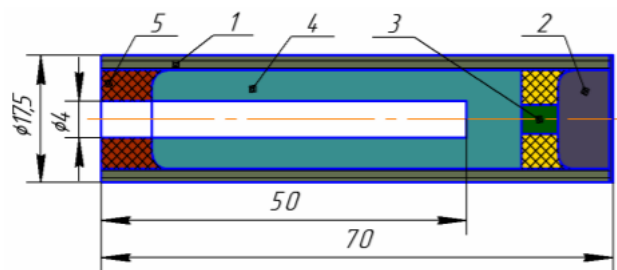


Figure 2 – Scheme of the engine RD1-10-5

The RD engine consists of a strong paper shell 1, in which a nozzle 5, a solid propellant charge 4, a retarder 3 and an expelling charge 2 are installed (see Fig. 1). The driving force (thrust) is created due to the outflow of combustion products of the solid fuel charge through the nozzle.

After the combustion of the solid propellant charge, the moderator lights up. Thrust is not created during the combustion of the moderator. After the retarder burns out, the expelling charge ignites in time t , which opens the model's rescue system, for example, a parachute. When using this engine for the implementation of the developed device, the retarder and expelling charge can be excluded at the factory manufacturing stage. This will reduce both the cost of the engine and the weight of the entire product.

As an igniter for the RD engine, a loop of tungsten wire is used, on which a combustible composition is applied. When the wire is heated by an electric current pulse, the composition ignites and ignites the solid fuel charge of the engine. In this project, it is proposed to use any combustible cord impregnated with an oxidizing agent as an igniter. For example, a cotton cord impregnated with potassium nitrate. In the event of a fire, the

cord will ignite and ignite the engine fuel. In the event of rain, the igniter may become damp, but during rain, a fire does not occur. The occurrence of a fire begins from the surface of the earth – the so-called ground fire, and then spreads to the crowns – a crown fire. If we assume that the igniter is still damp, and the ground fire develops, then the flame of the ground fire will sooner or later dry out and set fire to the igniter. Since the rocket body has a higher fire resistance than the igniter, the rocket will take off from the fire without losing its performance.

Calculation of thermo-EMF of thermocouples

If you connect two dissimilar conductors, heat the junction, and leave the free ends cold, then a potential difference will appear at the free ends, which is called thermoEMF. Figure 3 shows how a thermocouple is connected to a measuring instrument, and Table 5 lists the metals and alloys used to make thermocouples.

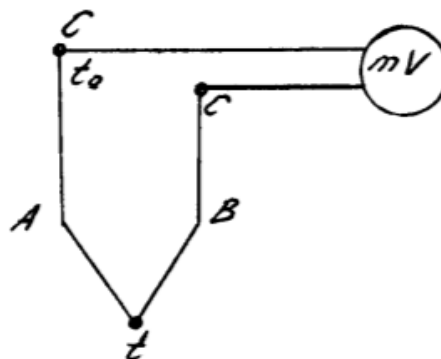


Figure 3 – Connecting the measuring device to the free end

Table 4 – Metals and alloys used for the manufacture of thermocouples

Name metal or alloy	Compound	T.EMF, mV $t = 100^{\circ}\text{C}$ $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$	Long heating,, $^{\circ}\text{C}$	heating
Chromel	90%+10%	+2,95	1000	1250
Nichrome	80%+20%	+2,0	1000	1100
Iron		+1,8	600	800
Molybdenum		+1,31	2000	2500

Platinum	90%+10%	+1,3	1000	1200
Iridium		+0,79	2000	2500
Copper		+0,75	350	500
Platinum Rhodium	90%+10%	+0,64	1300	1600
Platinum		0,0	1300	1600

Table 5 gives the values of T. EMF of various thermoelectrodes paired with platinum at $t = 100^{\circ}\text{C}$ and $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. The sign '+' or '-' before the T.EMF values means that this thermoelectrode paired with platinum is positive or negative.

All of the above refers to the Peltier element, which is understood as a thermoelectric converter made in the form of platinum with two power leads. By applying a constant voltage to these terminals, one side will cool while the other side will rise in temperature as the opposite side rises. Thus, we get a plate with hot and cold sides at both ends of the element. In addition, one rule should be noted. If heat is forced away from the hot end (for example, with a heatsink), the temperature of the cold end will drop even further until it freezes. Currently, there are many varieties of Peltier elements. Today, the TEC1-12706 type is used in this capacity, the appearance is shown in Figure 4.

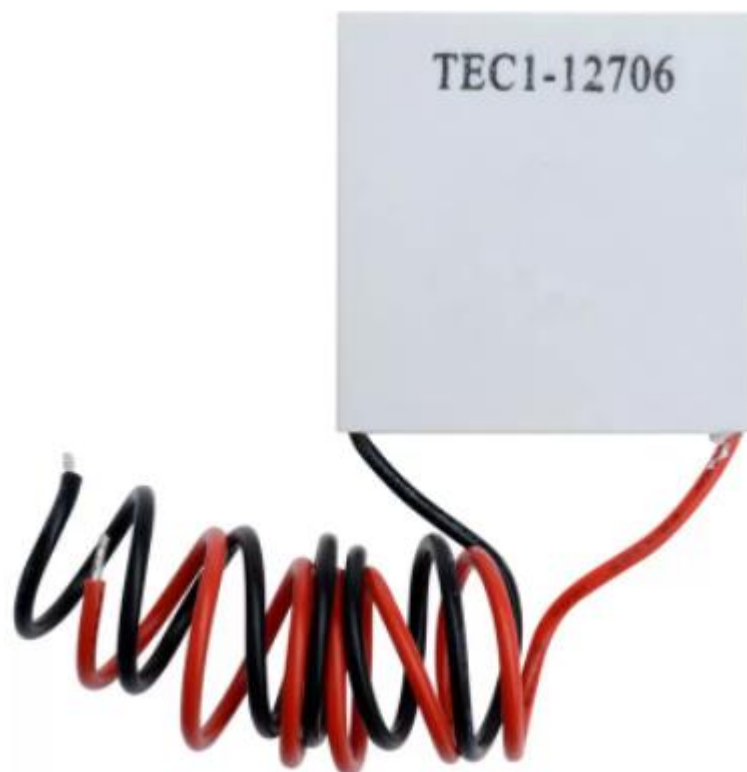


Figure 4 – external view of the Peltier element TEC1-12706

As it is shown in Figure 4, the power wire is made up of two different polarities, also available in two different colours, which will cause the hot and cold sides to change. According to this principle, it is due to the internal structure of the element, which consists of many groups of thermal pairs, which are placed between platinum plates. Figure 4 shows two semiconductor pairs, Thus, a real element requires a large number of sets.

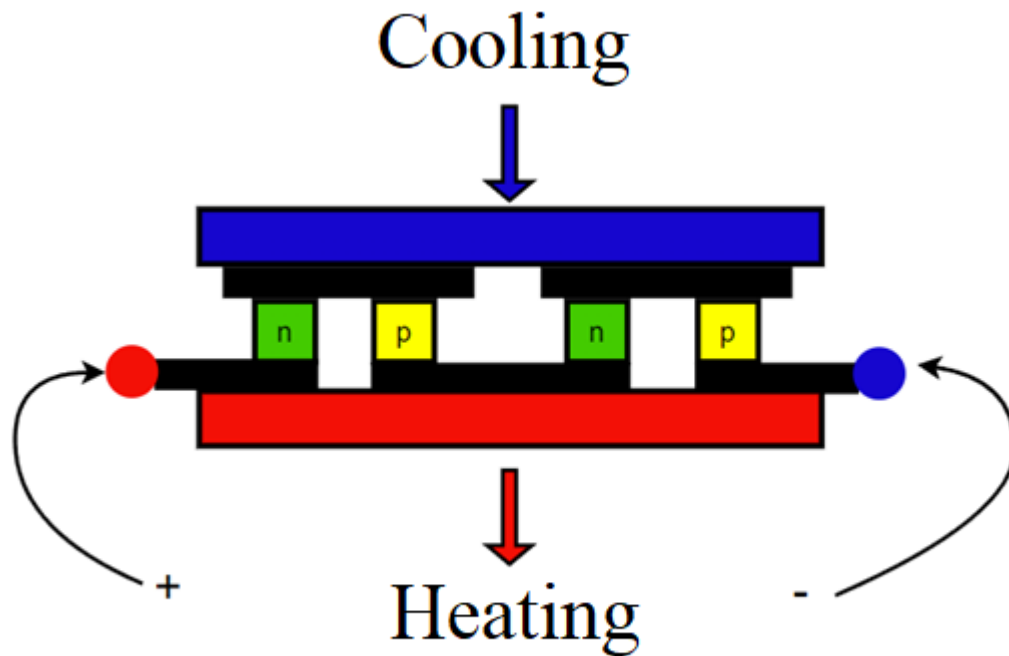


Figure 5 – The internal composition of the Peltier element

When an electric current occurs through such a thermal pair, the process of releasing body energy at the p-n junction and at the same time heat absorption starts at the n-p junction, so the two sides will begin to change the temperature. One side will increase and the other will decrease. Table 6 below shows the technical specifications of the TEC1-12706.

Table 5. Technical specifications of the TEC1-12706

Working voltage value	12 B
Maximum supply voltage	15.4 B;
Generation current	6 A
Generation power	77 B _T
Working temperature	-30 °C ... +70 °C
Number of thermocouples	127
Physical dimensions	40 x 40 x 3.82 mm

The weight	22 г
Price	350 руб.

Product description

Forest fire alarm device is a signal bomb made of non-combustible materials installed on the simplest launcher. The rocket is equipped with a solid fuel rocket motor. The rocket launch took place in a fire caused by the ignition of the igniter. When the rocket engine starts, the rocket rises above the fire area. In this case, the high-temperature combustion product heats the "hot" connector of the thermal battery. Due to the influence of air flow, "cold" hot spring is still very cold. As a result, the thermal battery produces EDS sufficient to operate the radio transmitter. Since the radio transmitter is always connected to the thermal battery, no special transmitter connection is required. The transmitter signal must be received by the cellular communication station and then sent to the emergency department service.

The device has the advantages of simple manufacture, low cost and no need to maintain the whole service life.

The radio transmitter equipped with a radio transmitter is characterized in that the radio transmitter and engine connected to the thermoelectric converter are placed in a cylindrical shell made of non-combustible material, the head fairing and tail wing, and the "cold" joint of the thermoelectric converter is brought to the outer surface of the shell, The "hot" connector is located in the housing, in the engine location area, connected to the igniter, and part of the igniter extends out of the housing.