

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки – Электроника и наноэлектроника
 Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Блок измерения объема подземных полостей в горнодобывающей промышленности УДК 681.2:681.883.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Меркушев А.Ю.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шульгина Ю.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2016 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
Р4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
Р5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной

	деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки _____

Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1A21	Меркушеву Александру Юрьевичу

Тема работы:

Генератор ультразвуковых колебаний для интенсификации медикаментозного растворения конкрементов желчного пузыря	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	№ 2784/с от 11.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом проектирования является блок измерения объема подземных полостей в горнодобывающей промышленности, предназначенный для измерения объема полостей образовавшихся после извлечения руды:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Режим работы – непрерывный; • Частоты работы ультразвука 40 кГц; • Интенсивность излучения регулируется непрерывно в пределах от 0,1 до 0,5 Вт/см²; • Управление автоматическое; • Результаты вычислений выводятся на персональный компьютер; • Напряжение питания – 5 В;
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<p>Литературный обзор; Разработка структурной схемы устройства; Разработка принципиальной схемы устройства; Разработка алгоритма вычисления объема неправильной формы; Написание программы для микроконтроллера; В качестве дополнительных разделов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • социальная ответственность;

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Заключение по работе.
--	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Приложение А, Приложение Б, презентация MS PowerPoint
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Наталья Олеговна
Научно-технические вопросы	Шульгина Юлия Викторовна

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПМЭ	Шульгина Ю.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Меркушев А.Ю.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 75 с., 13 рис., 23 табл., 19 источника, 2 прил.

Ключевые слова: объем, ультразвук, по-срезовый метод сканирования, подземная полость, плоскость.

Объектом исследования является блок измерения объема подземных полостей в горнодобывающей промышленности.

Цель работы: разработка блока измерения объема подземных полостей в горнодобывающей промышленности.

В процессе исследования проводились: литературный обзор, разработка структурной и принципиальной схем устройства, разработка алгоритма вычисления объема фигур неправильной формы, написание программы для микроконтроллера.

В результате исследования: был спроектирован блок измерения объема подземных полостей.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Режим работы – непрерывный; частота ультразвука 40 кГц; управление автоматическое; результаты вычислений выводятся на персональный компьютер; напряжение питания - +5В;

Степень внедрения: принципиальная схема.

Область применения: использование в горнодобывающей промышленности.

Экономическая эффективность/значимость работы: конкуренция среди отечественных и иностранных производителей отсутствует, существующие аналоги не удовлетворяют требуемым параметрам.

В будущем планируется: реализация устройства, исследования, модернизация устройства.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.1.003-99 «Шум. Общие требования безопасности»
2. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
3. ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности »
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
5. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений »
6. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

МК - микроконтроллер;

ВИП – вторичный источник питания;

ПК – персональный компьютер.

Оглавление

Введение	10
1. Обзор литературы.....	11
1.1. Основные методы измерения объема полости.....	11
1.1.1. Лазерный метод.....	11
1.1.2. Фотограмметрический метод.....	12
1.1.3. Метод с внесением среды в полость.....	13
1.1.4. Ультразвуковая локация.....	14
1.2. Устройства, применяющиеся для исследования полости.....	14
1.2.1. Лазерный сканер Optech CMS Wireless Enhances.....	14
1.2.2. Локатор акустический скважинный ЛАС.....	16
2. Разработка блока измерения объема полости акустическим сигналом для горнодобывающей промышленности.....	18
2.1. Описание метода измерения полости.....	18
2.2. Разработка структурной схемы устройства.....	19
2.3. Алгоритм программы вычисления объема, фигуры неправильной формы, для микроконтроллера.....	22
2.4. Исследование точности измерений от количества датчиков.....	24
2.5. Разработка принципиальной схемы.....	26
.5.1. Вторичный источник питания.....	26
2.5.2. Вычислительное и управляющее устройство (микроконтроллер)...	26
2.5.3. Сканирующий блок (излучатель и приемник).....	27
2.5.4. Коммутирующие устройства.....	28
2.5.5. Конвертер USB в RS-232 TTL.....	30
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	32
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	32
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	33
3.1.3. SWOT-анализ.....	35
3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	37

3.3.	Планирование научно-исследовательских работ.....	39
3.3.1.	Структура работ в рамках научного исследования.....	39
3.3.2.	Определение трудоемкости выполнения работ.....	40
3.3.3.	Разработка графика проведения научного исследования.....	41
3.4.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	46
3.4.1.	Расчет материальных затрат НТИ.....	46
3.4.2.	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	47
3.4.3.	Основная заработная плата исполнителей темы.....	48
3.4.4.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	51
3.4.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	51
3.4.6.	Накладные расходы.....	52
3.4.7.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	52
3.5.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	53
4.	Социальная ответственность.....	59
	Введение.....	59
4.1.	Производственная безопасность.....	60
4.1.1.	Отклонение показателей микроклимата.....	61
4.1.2.	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	64
4.1.3.	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	65
4.1.4.	Протекание электрического тока.....	66
4.1.5.	Повышенные уровни электромагнитных полей.....	66
4.2.	Экологическая безопасность.....	67
4.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
4.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
	Заключение.....	70
	Список использованных источников.....	71
	Приложение А.....	74
	Приложение Б.....	75

Введение

Добыча полезных ископаемых приводит к извлечению породы и образованию пустот, вследствие которых могут накапливаться избыточные напряжения в породе, которые в свою очередь могут приводить к обрушениям. Точный расчет объема образовавшейся полости позволит точно рассчитать объем закладочной смеси, которую необходимо использовать для устранения полости и снятия накопившихся в породе напряжений.

Существующие измерительные приборы по измерению объема имеют достаточно высокую стоимость, а также большое время сканирования среза полости, что являются недостатками данных устройств.

Для построения устройства измерения объема предлагается использование ультразвукового метода. Ультразвуковой контроль является подвидом неразрушающего контроля, имеющим большое количество достоинств, и самую широкую сферу применения, по сравнению с другими видами контроля. К достоинствам акустического контроля можно отнести также высокую скорость исследования при низкой стоимости и опасности для человека.

Целью настоящей выпускной квалификационной работы является разработка устройства, которое будет измерять объем полости, образовавшейся после добычи извлечения породы на рудных месторождениях. Для выполнения данной цели нужно выполнить ряд задач: изучить теоретический материал по темам относящихся к данной работе; разработать структурную схему; разработать принципиальную схему; разработать алгоритм вычисления объема полости неправильной формы.

1. Обзор литературы.

1.1. Основные методы измерения объема полости.

Для того чтобы произвести закладку полости требуется знать сколько потребуется закладочного материала. Это сводится к тому, что нужно определить объем полости, образовавшейся после извлечения породы.

На сегодняшний день существует несколько методов измерения объема полости:

- лазерный метод;
- ультразвуковая локация;
- фотограмметрический метод;
- метод с внесением газа в полость.

1.1.1. Лазерный метод.

Лазер – устройство, которое генерирует или усиливает свет, так же, как транзисторы и вакуумные трубки генерируют и усиливают электронные сигналы, например, в аудиотехнике. Здесь свет следует понимать в широком смысле, так как различные виды лазеров могут усиливать излучение в широком диапазоне длин волн[1].

Принцип, на котором производится измерение объема, сводится к измерению расстояния от блока измерения (лазера) до стенки объекта, который исследуется.

Имеется несколько лазерных дальномеров, которые отличаются по функциональному признаку[2].

- лазерные импульсные дальномеры. Определяют расстояние по времени распространения лазерного импульса до объекта и обратно;
- лазерные фазовые дальномеры. Определяют расстояние путем определения сдвига фаз гармонически модулированного оптического излучения лазера или светодиода по отношению к опорному колебанию;

- интерференционные лазерные дальномеры. Их принцип действия основан на подсчете интерференционных полос при перемещении реперного световозвращающего элемента от нулевого положения до требуемого.

При измерении расстояния внутри полости чаще всего применяют лазерные импульсные дальномеры, которые определяют расстояние, измеряя время от момента излучения до прихода светового пучка.

Лазерные дальномеры имеют ряд преимуществ [3]:

- высокая точность измерений;
- высокая дальность измерений;
- малая степень затухания.

Однако, не смотря на все преимущества, они имеют свои недостатки:

- высокая стоимость;
- влияние окружающей среды на работу лазера.

Исходя из преимуществ и недостатков, можно сделать вывод, что лазерный метод довольно не плохой вариант для измерения расстояния, но только в идеальных условиях, так как влияние окружающей среды может сильно увеличить погрешность измерений. Также он требует высокую материальную поддержку в силу дороговизны лазеров.

1.1.2. Фотограмметрический метод.

Фотограмметрический метод заключается в определении координат межевых знаков по снимкам, полученным в результате зондирования Земли.

Принцип действия фотограмметрического метода можно сравнить с принципом «работы» зрения человека. Человек, рассматривая какой-либо объект, может оценить, на каком расстоянии находится объект и каких он размеров. Складывая картинку левого и правого глаз, человек видит трехмерное изображение. Аналогично строится принцип работы фотограмметрической системы – она преобразует изображения, сделанные с различных позиций, в 3D-модель. В системе имеются линейки, так называемые эталоны, с которыми происходит сравнение объекта, с

дальнейшим выявлением параметром объекта, а также расстояния до объекта.

Фотограмметрический метод является бесконтактным методом. Если данный метод сравнить с лазерным методом, то в фотограмметрическом методе отпадает необходимость стабильности окружающей среды. На точность измерений системы ни ветер, ни солнце, ни какие-либо механические воздействия (вибрации) не повлияют[4].

Однако, как и лазерный метод, фотограмметрический метод требует достаточно много материальных средств.

1.1.3. Метод с внесением среды в полость.

Суть данного метода заключается в том, что осуществляется заполнение полости средой. С помощью вентиля устье полости перекрывают на время изменения давления. В результате выделения породного газа давление увеличивается в полости, которое измеряют манометром. Объем полости вычисляют по формуле[5]:

$$V = \frac{P_{at}}{P_1 - P_2 + (P_0 - P_1 + P_2 - P_3) \cdot \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_3}} \cdot G \cdot \Delta t_2 \quad (1),$$

где P_{at} – атмосферное давление;

P_0 – давление в полости в момент времени до перепуска газа;

P_1 – давление в полости в момент времени начала перепуска газа;

P_2 – давление в полости в момент времени окончания перепуска газа;

P_3 – давление в полости в момент времени после перепуска газа;

Δt_1 – время между измерениями значений P_0 и P_1 ;

Δt_2 – длительность перепуска газа;

Δt_3 – время между измерениями значений P_2 и P_3 ;

G – объемный расход перепускаемого газа в устье полости.

Достоинства данного метода заключается в том, что он является достаточно точным, поскольку для его реализации требуется минимум

оборудования. Недостатком является его трудоемкость и высокая стоимость среды, которой заполняют полость.

1.1.4. Ультразвуковая локация.

Ультразвук – упругие колебания волны, частота которых превышает 20 кГц. Нижняя граница области ультразвука определяется субъективными свойствами человеческого слуха и является условной[6].

Параметры, которые характеризуют ультразвук: частота и интенсивность[7].

Частота колебаний – число чередований сжатий и разрежений в единицу времени. Единица измерения частоты Герц (Гц).

Интенсивность ультразвука – количество энергии, проходящее через 1 см² излучателя аппарата в течение 1 секунды. Единица измерения в системе СИ – Вт/см².

Принцип действия ультразвуковой локации аналогичен с принципом действия лазерного метода. В основе применения данного метода лежит распространение ультразвука в среде и его отражения от различного рода материалов [8].

Для определения расстояния от излучателя до объекта измеряется время распространения ультразвуковой волны. Расстояние прямо пропорционально как времени, так и скорости распространения ультразвука.

Достоинством данного метода является его дешевизна, а также высокая точность измерения.

1.2. Устройства, применяющиеся для исследования полости.

1.2.1. Лазерный сканер Optech CMS Wireless Enhances.

Система мониторинга полостей CMS основана на использовании лазерного сканирующего блока, который вводится в полость и вращается в ней на 360 градусов. При этом он обеспечивает непрерывный сбор данных о расстояниях. После каждого сканирования одного сечения производится возврат лазерной головки в исходное положение. Далее система опускается

на определенный шаг, который устанавливается оператором и сканирование продолжается.



Рисунок 1 - Лазерный сканер Ortech CMS Wireless Enhances.

Центральным элементом в блоке является лазерный диод, обеспечивающий получение расстояния до препятствий. Работать данный лазерный диод может, как в темноте, так и на свету. Из-за того что диод испускает довольно узкий лазерный луч он не приводит к возникновению ложных отраженных сигналов [9].

Расстояние до объекта рассчитывается исходя из времени прохождения лазерного импульса до объекта. Оно измеряется высокоточным счетчиком и преобразуется в данные, которые считываются микропроцессором. Сканер снимет показания с высокой разрешающей способностью независимо от расстояния.

Технические характеристики:

- Расстояние измерения цели с 20-процентным отражением: 350 м;
- Диапазон угла вращения: 360°;
- Линейная точность измерения: ± 2 см в рабочем диапазоне температур;
- Разрешающая способность: 1 см;
- Длина волны луча: 905 нм.

Недостатком локатора акустического скважинного является низкий диапазон рабочих температур регистрирующего блока, большое время сканирования среза, а также достаточно высокая стоимость.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1A21	Меркушеву Александру Юрьевичу

Институт	неразрушающего контроля	Кафедра	промышленной и медицинской электроники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Электроника и наноэлектроника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сумма бюджета проекта составляет</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с нормами и нормативами расходования материалов.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Стандартная система налогообложения.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведена оценка коммерческого потенциала: 1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Произведен расчет бюджета научных исследований.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определена ресурсная, финансовая, бюджетная эффективность исследования посредством расчета интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности и эффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Чистякова Н.О.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Меркушев А.Ю.		

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

3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования.

	Изменение параметров измерения		
	Полное изменение параметров	Частичное изменение параметров	Нет возможности изменять параметры
С автоматическим управлением			
С ручным управлением			

Рисунок 13 - Карта сегментирования рынка устройств по измерению объема акустическим сигналом.

■ - существует на рынке; □ - отсутствует на рынке.

Исходя из данных карты сегментирования видно, что в сфере горнодобывающей промышленности по устройствам с автоматическим управлением и с возможностью изменять параметры измерения будет

достаточно высокая конкуренция. Конкуренция ниже будет на устройства с ручным управлением и с частичным изменением параметров, так как на такие устройства в современное время не большой спрос. Следовательно, использование устройства с автоматическим управлением и с возможностью изменять параметры измерения более целесообразно, но конкуренция при этом высока.

3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции и т.д.

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в Таблице 2.

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
2. Энергоэкономичность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
3. Надежность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Уровень шума	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
6. Простота эксплуатации	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
7. Помехоустойчивость	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
8. Безопасность	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
Экономические критерии оценки эффективности							
9. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
10. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	2	0,2	0,2	0,1
11. Цена	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Итого	1	49	42	38	4,25	3,95	2,95

Ф – устройство с полной реализацией и программным обеспечением, с возможностью менять все параметры измерений; К1 – устройство с полной реализацией и программным обеспечением, но с частичной возможностью менять параметры измерений; К2 – устройство с частичной реализацией (ручным управлением) и программным обеспечением, но без возможности изменять параметры измерения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в Таблице 2, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее

слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (5)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Исходя из значений, приведенных в Таблице 2, можно сделать вывод, что разработанное устройство конкурентоспособное за счет таких показателей как: удобство в эксплуатации, функциональная мощность, безопасность и цена. Однако, для того чтобы быть еще более конкурентоспособным, нужно уделить внимание на такие показатели как: помехоустойчивость и уровень шума.

3.1.3. SWOT-анализ.

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

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3. Первый этап SWOT-анализа.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	S1. Высокая функциональная мощность. S2. Возможность автоматического измерения объема без участия человека S3. Наличие возможности изменений различных	W1. Довольно низкая помехоустойчивость W2. Усложненная транспортировка устройства W3. Относительно высокий уровень шума из-за вспомогательного источника

	параметров измерения S4. Экологичность технологии. S5. Высокая конкуренто- способность продукта.	питания.
Возможности: O1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ O2. Появление дополнительного спроса на новый продукт O3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: T1. Отсутствие спроса на новые технологии T2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства T3. Увеличение конкуренции		

Далее производится реализация второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT [18]. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 4. Интерактивная матрица проекта (сильные стороны).

Сильные стороны проекта						
		S1	S2	S3	S4	S5
Возможности проекта	O1	+	+	-	+	+
	O2	-	0	+	-	+
	O3	-	-	-	-	+
Угрозы проекта	T1	-	-	-	-	-
	T2	-	0	-	-	0
	T3	-	-	-	-	+

Таблица 5. Интерактивная матрица проекта (слабые стороны).

Слабые стороны проекта				
		W1	W2	W3
Возможности проекта	O1	+	+	+
	O2	0	-	-
	O3	-	0	-
Угрозы проекта	T1	-	-	-
	T2	+	-	+
	T3	-	-	-

По данным Таблицы 4 имеются большие возможности для увеличения конкурентоспособности, а именно сильной стороны проекта.

По данным Таблицы 5 можно сделать вывод, что требует обратить внимание на слабые стороны проекта: помехоустойчивость и шумы.

3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое

количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.

Например, для транспортного средства в качестве таких характеристик можно выделить: двигатель; устройство для передвижения по земле; опора кабины; управление транспортным средством; размещение топлива и т. д. Для авторучки – это может быть вещество, оставляющее след; пишущий узел; резервуар для вещества; способ приведения в рабочее состояние; крепление к одежде; форма корпуса; что держит ручку; на чем пишут; окружающая среда.

3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках этого этапа составляется морфологическая матрица.

Результаты занесены в таблицу 6.

Таблица 6. Морфологическая матрица.

	1	2	3
А. Источник питания	постоянный источник питания	Аккумулятор	Сеть
Б. Главный элемент	микроконтроллер	Микропроцессор	микросхема
В. Механический элемент	Рука	Шаговый двигатель	Вал
Г. Программа для расчетов параметров	собственно разработанная	Matlab	Mathcad
Д. Элементная база	Комбинированная	Зарубежная	отечественная
Е. Мобильность	ограниченная мобильность	стационарный	переносной
Ж. Корпус	комбинированный	металлический	пластмассовый

По морфологической матрице можно выделить 3 варианта исполнения:

Исполнение 1. А2Б1В2Г1Д1Е3Ж1;

Исполнение 2. А1Б2В3Г3Д2Е2Ж2;

Исполнение 3. А1Б2В2Г2Д3Е1Ж1.

В данной научно-исследовательской работе все выполнено в первом исполнении.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ.

3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнений представлен в Таблице 7.

Таблица 7 . Перечень этапов и работ и распределение исполнений.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Постановка задачи	НР, И
Выбор направления Исследований	2	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР
	3	Подбор и изучение материалов по тематике	И
	4	Разработка календарного плана	НР
	5	Выбор структурной схемы устройства	И
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов.	И
	7	Создание алгоритма программы	И

	8	Выбор принципиальной схемы	И
	9	Экспериментальная проверка теоретических расчетов	И
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	НР
Проведение ОКР			
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	11	Разработка макета устройства	НР, И
	12	Проведение экспериментальных исследований	НР, И
	13	Отладка вычислительного устройства	НР, И
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И
	15	Оформление графического материала	НР, И
	16	Подведение итогов	НР, И

3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ.

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (6)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях Tr , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$Tr_i = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (7)$$

где Tr_i – продолжительность одной работы, раб. дн.;

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

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

3.3.3. Разработка графика проведения научного исследования.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} + k_{кал} \quad (8)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (9)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8. Временные показатели проведения научного исследования в первом исполнении.

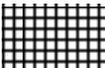
Название Работы	Трудоёмкость работ									Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожид}$, чел-дни										
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	НР	И	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Постановка задачи	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	1	0	2,4	2,4	2,4	3	3	3
Подбор и изучение материалов по тематике	25	25	25	28	28	28	23,8	23,8	23,8	0	1	2,38	2,38	2,38	29	29	29
Разработка календарного плана	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	1	0	2,4	2,4	2,4	3	3	3
Выбор структурной схемы устройства	8	8	7	9	9	9	8,4	8,4	7,8	0	1	8,4	8,4	7,8	10	10	10
Проведение	7	7	7	9	9	9	7,8	7,8	7,8	0	1	7,8	7,8	7,8	9	9	9

теоретический расчеты.												8	8	8			
Создание алгоритма программы	7	6	5	9	8	7	7,8	6,8	5,8	0	1	7,8	6,8	5,8	9	8	7
Разработка принципиальной схемы	40	30	30	60	40	40	48	34	34	0	1	48	34	34	59	42	42
Экспериментальная проверка теоретических расчетов	10	10	10	12	12	12	10,8	10,8	10,8	0	1	10,8	10,8	10,8	14	14	14
Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	0	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Разработка макета устройства	7	6	6	9	8	8	7,8	6,8	6,8	1	1	3,9	3,4	3,4	5	4	4
Проведение экспериментальных исследований	1	0	0	2	0	0	1,4	0	0	1	1	0,7	0	0	1	0	0
Отладка вычислительного устройства	5	4	4	7	6	6	5,8	4,8	4,8	1	1	2,9	2,4	2,4	4	3	3
Оформление расчетно-пояснительной записки	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	0,7	0,7	0,7	1	1	1
Оформление графического материала	2	1	1	3	2	2	2,4	1,4	1,4	1	1	1,2	0,7	0,7	2	1	1
Подведение итогов	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	0,7	0,7	0,7	1	1	1
Итого	121	106	104	164	138	137	135,8	116,4	114,8	10	13	124,3	107,1	105,5	154	132	131

Таблица 9. Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

№ работ	Вид работ	Исполнитель	T_{ki} , Кал.дн	Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Постановка задачи	НР, И	2	■										
2	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	3	■										
3	Подбор и изучение материалов по тематике	И	29		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Разработка календарного плана	НР	3				■	■	■					
5	Выбор структурной схемы устройства	И	10				■	■	■	■	■	■	■	■
6	Проведение теоретических расчетов.	И	9					■	■	■	■	■	■	■
7	Создание алгоритма программы	И	9						■	■	■	■	■	■
8	Разработка принципиальной схемы	И	59		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Экспериментальная проверка теоретических	И	14									■	■	■

	расчетов													
10	Оценка эффективности полученных результатов	НР	2											
11	Разработка макета устройства	НР, И	5											
12	Проведение экспериментальных исследований	НР, И	3											
13	Отладка вычислительного устройства	НР, И	4											
14	Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	1											
15	Оформление графического материала	НР, И	2											
16	Подведение итогов	НР, И	1											

 -инженер;
  - научный руководитель;

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).

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

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ.

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} \quad (10)$$

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

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10. Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (с учетом транспортных расходов), (Z_M), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Микроконтроллер	Шт	1	0	0	1300	1560	0	0
Микросхема	Шт	2	5	5	500	1200	3000	3000
Микропроцессор	Шт	0	1	1	550	0	660	660
Постоянные резисторы	Шт	12	12	12	3	43	43	43
Пьезоэлементы	Шт	15	15	15	240	4320	4320	4320
Конденсаторы	Шт	11	11	11	3	40	40	40
Быстродействующие ОУ	Шт	1	1	1	150	180	180	180
Тетрадь 96 листов	Шт	1	1	1	65	78	78	78
Ручка	Шт	1	1	1	10	12	12	12
Итого						7433	8333	8333

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования

производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Результаты расчетов представлены в таблице 11.

Таблица 11. Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования(с учетом затрат на доставку и монтаж), тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Источник питания	0	1	1	6000	0	7200	7200
2.	Осциллограф	1	1	1	20000	24000	24000	24000
3.	Аккумулятор	1	0	0	3000	3600	0	0
Итого:						27600	31200	31200

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы.

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{дон} \quad (11)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (12)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 7);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_\delta} \quad (13)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 раб.дня);

F_δ – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн (таблица 12).

Таблица 12. Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней – выходные дни - праздничные дни	64	64
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезням	30	30
Действительный годовой фонд рабочего времени	272	272

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p \quad (14)$$

где Z_{mc} - заработная плата по тарифной ставке, руб;

k_{np} - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{mc});

k_d - коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от Z_{mc});

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 13.

Таблица 13. Расчет основной заработной платы.

Исполнители	Разряд	Z_{mc} , руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, Руб	T_p , Раб.д н	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	Доцент , к. ф-м. н.	23264,86	0,3	0,2	0	34897,2 9	1339, 23	124,3	166466,289
Инженер	1	6976,22	0,	0	1,3	11161,9 52	428,3 6	124,3	53245,148
ИТОГО, руб									219711,437

Таблица 14. Расчет основной заработной платы.

Исполнители по категориям			T_{ki} , чел.-дн.			$Z_{дн}$, руб			$Z_{осн}$, руб.		
Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Н	НР	НР	154	132	131	1339 ,23	1339 ,23	1339,2 3	206241,42	176778, 36	175439,1 3
И	И	И	154	132	131	428, 36	428, 36	428,36	65967,44	56543,5 2	56115,16
ИТОГО, руб									272208,86	233321, 88	231554,2 9

3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (15)$$

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

3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (16)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 15).

Таблица 15. Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	206241,42	176778,36	175439,13	26811,3846	22981,1868	22807,0869
Студент - дипломник	65967,44	56543,52	56115,16	8575,7672	7350,6576	7294,9708
$k_{внеб}$	0,271					
Итого						
Исполнение 1	83358,5192					
Исполнение 2	71450,1593					
Исполнение 3	70908,8702					

3.4.6. Накладные расходы.

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:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей 1} \div 7) \cdot k_{нр} \quad (17)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.4.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 16. Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	7433	8333	8333	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	27600	31200	31200	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	272208,86	233321,88	231554,29	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	35387,1518	30331,8444	30102,0577	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	83358,5192	71450,1593	70908,8702	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	68158,00576	59941,901392	59535,714864	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	494145,53676	434578,785092	431633,932764	Сумма ст. 1-6

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (18)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки (таблица 17) отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 17. Расчет Интегрального финансового показателя.

№ исполнения	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость исполнения	Интегральный финансовый показатель
1	494145,53676	494145,53676	1
2	434578,785092		0,88
3	431633,932764		0,87

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (19)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 18).

Таблица 18. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4	3
4. Энергосбережение	0,25	4	4	5
5. Надежность	0,15	5	4	4
6. Материалоемкость	0,20	4	3	3
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп1} = 4*0,1 + 5*0,15 + 4*0,15 + 4*0,25 + 5*0,15 + 4*0,20 = 4,3;$$

$$I_{p-исп2} = 5*0,1 + 4*0,15 + 4*0,15 + 4*0,25 + 4*0,15 + 3*0,20 = 3,9;$$

$$I_{p-исп3} = 3*0,1 + 3*0,15 + 3*0,15 + 5*0,25 + 4*0,15 + 3*0,20 = 3,65.$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \quad \text{и т.д.} \quad (20)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. таблица 19) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (21)$$

Таблица 19. Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,88	0,87
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	3,9	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	4,3	4,43	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	-	0,97	0

Сравнив эффективность разработки в различных исполнениях, самым эффективным является исполнение 2. Выгода заключается в том, что на данное исполнение требуется меньше времени на разработку программы для микроконтроллера. На данное исполнение спрос высок, но относительно исполнения 3. Спрос на исполнение 1 выше, чем на 2-ое исполнение, поэтому целесообразно выбрать именно его. Спрос высок, потому что имеется возможность изменять все необходимые параметры измерений программно, что делает данную разработку конкурентоспособной на рынке.