

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

Институт социально-гуманитарных технологий
Направление подготовки: электроника и наноэлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Обработка акустических сигналов методом двухчастотного зондирования

УДК 534.6.08:531.717.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151А30	Юй Пэнчао		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПМЭ ИНК	Шульгина Юлия Викторовна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, кандидат экономических наук	Попова Светлана Николаевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, кандидат технических наук	Волков Юрий Викторович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	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
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	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
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	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 делегированием 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 социально-гуманитарных технологий

Направление подготовки: электроника и наноэлектроника

Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

Ф.А. Губарев
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
151A30	Юй Пэнчао

Тема работы:

Обработка акустических сигналов методом двухчастотного зондирования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы: (дата)	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования; документы конференции и отчеты НИИР; программное обеспечение).</i>	Исследуемый объект – акустический сигнал; Требования: Модулирование акустического сигнала; Оценка полученной математической модели.
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; разработка алгоритмов и программ; описание методов исследования обработки результатов; анализ полученных результатов; дополнительные разделы, подлежащие разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор литературы2. Анализ распространения акустического сигнала по волноводу и получение его математической модели3. Аппроксимация принятых сигналов на пакете Delphi4. Сравнение с экспериментальными данными и оценка применимости.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова Светлана Николаевна
2. Социальная ответственность	Волков Юрий Викторович
3. Английский язык	
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 ИНК	Шульгина Юлия Викторовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A30	Юй Пэнчао		

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

Студенту:

Группа	ФИО
151A30	Юй Пэнчао

Институт	ИСГТ	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и нанозлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Определение стоимости ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых информационных и человеческих</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Знакомство и отбор норм и нормативов расходования ресурсов</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Знакомство с системой налогообложения, со ставками налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической составляющей</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i> <i>2. Матрица SWOT</i> <i>3. График проведения и бюджет НИ</i> <i>4. 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
Доцент	Попова Светлана Николаевна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A30	Юй Пэнчао		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
151A30	Юй Пэнчао

Институт	ИСГТ	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Обработка акустических сигналов методом двухчастотного зондирования в области ультразвукового дальномера
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>1.1. В качестве вредных факторов выделены:</p> <p>отклонение показателей микроклимата, недостаточное освещение рабочей зоны, превышение уровней шума, вибрация. Приведены рекомендации по улучшению микроклимата в лаборатории, рекомендации по минимизации влияния шума и вибрации.</p> <p>1.2. В качестве опасных факторов выявлены движущиеся машины и механизмы, химические факторы (превышение ПДК изопропилового спирта, керосина, возможность поражения электрическим током, возникновение пожара. Приведены рекомендации к мерам пожарной безопасности, способы защиты от электрического тока.</p>

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду: -Образование поврежденного груза, мусора. - Полное или частичное удаление человека из процесса перемещения грузов на складе.</p> <p>2.2 Влияние процесса исследования на окружающую среду: -Утилизация компьютерной техники; - Электромагнитное и тепловое излучение.</p> <p>2.3 Мероприятия по защите окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Для обеспечения безопасности людей в ЧС приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны; – расчет искусственного освещения.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Волков Юрий Викторович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151А30	Юй Пэнчао		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 91 с., 35 рис., 17 табл., 20 источников, 1 прил.

Ключевые слова: акустический сигнал; метод двухчастотного зондирования; математическая модель; измерение расстояния; модулирование.

Объектом исследования являются акустические сигналы методом двухчастотного зондирования.

Цель работы – получение математической модели принятого акустического сигнала, и оценка применимости данной модели.

В процессе исследования проводились обзор литературы, анализ распространения акустического сигнала по волноводу, формирование математической модели принятого акустического сигнала у приемника, создание программы в среде Delphi для аппроксимации принятого акустического сигнала, сравнения полученной математической модели с экспериментальными данными, оценка применимости полученной математической модели, исследование социальной ответственности при выполнении данного проекта, определение финансовой эффективности данного проекта.

В результате исследования подтвердилась высокая применимость полученной математической модели при измерении расстояния волновода методом двухчастотного зондирования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: высокая применимость полученной математической модели, при отсутствии экспериментальных данных можно модулировать принятые акустические сигналы при измерении расстояния методом двухчастотного зондирования.

Степень внедрения: результаты работы предлагается использовать при аппроксимации принятых акустических сигналы без эксперимента.

Область применения: научное исследование.

Экономическая эффективность/значимость работы: проект обладает средней экономической эффективностью, и может конкурировать на рынке.

В будущем планируется повышение точность математической модели акустического сигнала.

Оглавление

Введение.....	9
1. Способы измерения глубины скважины (расстояния)	11
1.1. Оптические (лазерные) способы и механические способы.....	11
1.2. Акустические способы	12
а. Метод одного компаратора	13
б. Метод двух компаратора.....	14
в. Метод нахождения огибающей сигнала полиномами различных порядков	15
г. Двухчастотный метод.....	16
2. Получение математической модели акустического сигнала, прошедшего через волновод.....	19
2.1. Излучение и приём акустического сигнала	19
2.2. Распространение акустического сигнала в волноводе	20
3. Составление программы расчета принятого сигнала и границ применимости полученной математической модели	24
3.1. Основное описание о программном пакете Delphi.....	24
3.2. Обработка Алгоритмов программы и кода программы	25
3.3. Оценка точностных характеристик полученной математической модели и границ применимости данной модели	29
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
5. Социальная ответственность	58
Заключение.....	76
Список публикаций студента	77
Список используемых источников	78
Приложение «код программы»	80

Введение

В промышленной области измерение расстояния или глубины скважины является значительно престижным. Приборы, которые измеряют расстояние можно разделить на три типа:

- 1) Оптические (лазерные);
- 2) Механические;
- 3) Акустические;

При проведении акустических измерений для различных нужд остро встает задача точностных характеристик используемой методики. При распространении по волноводу сигнал претерпевает существенные изменения формы, происходит затягивание переднего фронта, изменяется длительность принятого импульса. Для определения измеряемого скважины (расстояния) необходимо точно найти временную координату момента начала принимаемого сигнала, для этого используются различные методики:

- метод одного компаратора;
- метод двух компараторов;
- метод нахождения огибающей сигнала полиномами различных порядков;
- двухчастотный метод.

Получение математической модели акустического сигнала, прошедшего через волновод, и оценка точностных характеристик полученной математической модели являются целью данной работы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ акустического сигнала, прошедшего через волновод, и получение его математической модели;
- составление программы расчета принятого сигнала в программном пакете Delphi;
- анализ методов определения временной координаты по полученной математической модели;

- определение точностных характеристик полученной математической модели и границ применимости данной модели.

1. Способы измерения глубины скважины (расстояния)

В промышленной области измерение расстояния или глубины скважины является значительно престижным. Приборы, которые измеряют расстояние можно разделить на три типа [1]:

- 1) Оптические (лазерные);
- 2) Механические;
- 3) Акустические;

1.1. Оптические (лазерные) способы и механические способы

Лазерный прибор, измеряющий расстояния, характеризуется бесконтактностью [2].

Все лазерные приборы, измеряющие расстояния, можно разделить на две группы:

1). Активные приборы, измеряющие расстояния, которые применяются в области измерения расстояния, используя излучения потоков лазера или светодиода;

2). Пассивные приборы, измеряющие расстояния. Этот метод является триангуляционным.

Настоящий метод имеет недостатки. Например, если у волновода или скважины большая глубина, то проблема вызывается. Такой лазерный прибор характеризуется значительно мобильностью, в результате трудно обеспечить допустимый угол для отражения.

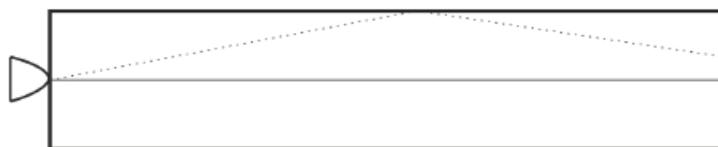


Рисунок 1 – Иллюстрация отражения лазерного луча в скважине.

Широким применением в настоящий момент являются механические

скважинные глубиномеры [3].

Один из простейших приборов механических скважинных глубиномеров показан на рисунке 2. Принцип действия является простым: на конце шнура находится груз, который опускается в скважину. Только что веревка ослабила натяжение, закончим спускать её, то есть когда груз достигает до дна. Затем определим длину веревки (именно, погруженной части) и получим глубину скважины.

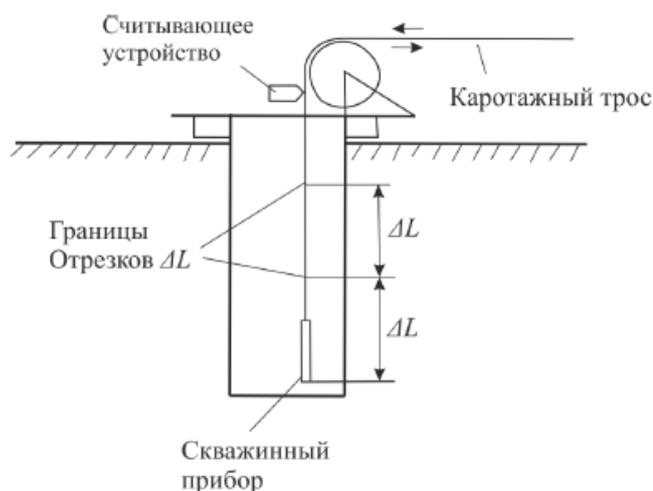


Рисунок 2 – Устройство механического скважинного глубиномера.

Такой способ и прибор достаточно характеризуется простотой, но имеются недостатки. Измерение глубины с помощью этого метода не позволит вам узнать о скрытых дефектах в скважине, например, частичном засорении. Процесс измерения занимает довольно много времени, по сравнению с методами бесконтактного измерения глубины. Кроме того, измерение глубины наклонной или горизонтальной скважины этим методом невозможно.

1.2. Акустические способы

Существует метод акустический, который характеризуется довольно точностью и применимостью.

Акустический метод является бесконтактным, то есть такой прибор представляет собой устройство, которое не имеет контакта датчика с объектом

[4]. Суть этого метода заключается в зондировании акустическим сигналом (чаще всего ультразвуковым сигналом), который отражается от поверхности объекта. Временный интервал между излучением акустического сигнала и приёмом акустического сигнала прямо пропорциональна расстоянию измерения. Принцип передачи и приема акустической энергии лежит в основе очень популярных акустических датчиков и детекторов скорости [5].

Чтобы ограничить распространение акустического сигнала, можно применяется волновод.

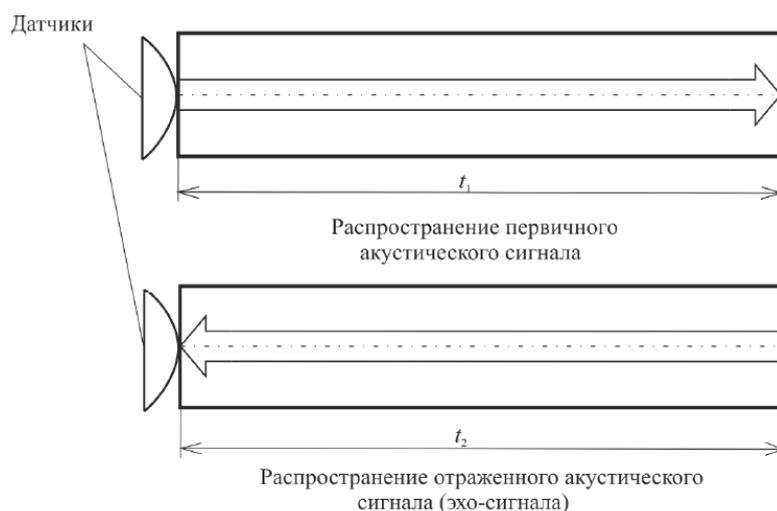


Рисунок 3 – Принцип действия измерения расстояния методом акустическим

На данный момент имеется ряд методов определения момента возврата акустического сигнала на прибор измерения. На данной работе подробно посмотреть некоторые методы:

- 1). метод одного компаратора;
- 2). метод двух компараторов;
- 3). метод нахождения огибающей сигнала полиномами различных порядков;
- 4) двухчастотный метод.

а. Метод одного компаратора

Данный способ является простейшим и широко применяется в области толщинометрии и глубинметрии, так как его реализация простой.

Суть такого метода заключается в том, что принятый сигнал подается на компаратор с фиксированным порогом, для того, чтобы определить момент начала отражающихся акустических сигналов. А время срабатывания компаратора является временем распространения акустического сигнала по волноводу. Зачем провести расчет и получить расстояние измерения по формуле:

$$h = (t - t_{\phi}) \cdot c; \quad (1)$$

Существуют несколько недостатков настоящего метода. Один из них – высокая погрешность с учётом изменения длительности фронта отражающихся акустических сигналов при измерении длинного расстояния.

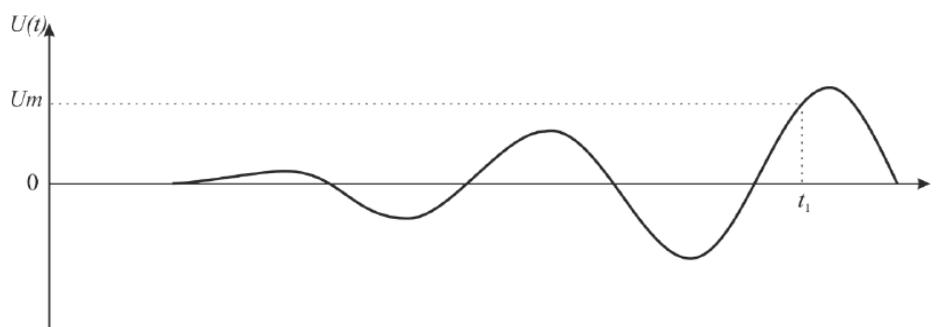


Рисунок 4 – Принцип определения временного интервала Δt_1 методом одного компаратора

б. Метод двух компаратора

Подключен первый компаратор, уровень срабатывания которого равняется U_1 . При этом получена временная координата t_1 . А подключенный второй компаратор обладает уровнем срабатывания, равняющегося U_2 . Его срабатывание приходится на временную координату t_2 . Зачем построим прямую линию по этим координатам двух точек (t_1, U_1) и (t_2, U_2) . Эта прямая линия будет пересекать временную ось и получим точку пересечения, являющуюся моментом начала отраженного акустического сигнала t_p . Можно найти время прихода эхо-сигнала по следующему формулу:

$$t_p = t_1 - \frac{U_1}{U_2 - U_1} \cdot (t_2 - t_1); \quad (2)$$

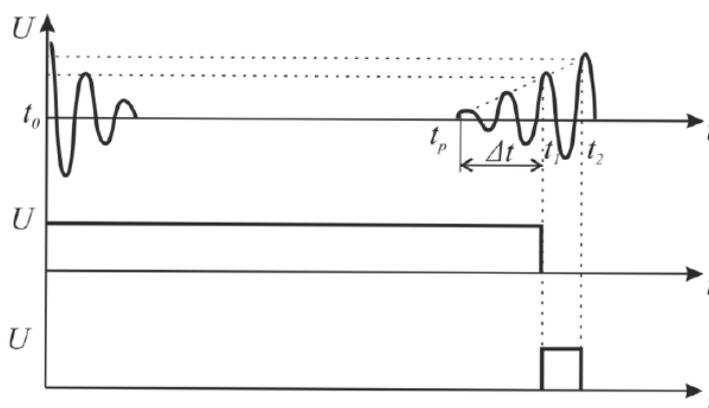


Рисунок 5 – Принцип определения точек (t_1, U_1) и (t_2, U_2) методом двух компараторов

в. Метод нахождения огибающей сигнала полиномами различных порядков[6]

Суть настоящего метода заключается в том, что реализовать аппроксимацию нарастающей части огибающей акустического импульса полиномом второй степени вида:

$$U = a \cdot t^2 + b \cdot t + c; \quad (3)$$

где U – амплитуда огибающей, t – время, a, b, c – коэффициенты полинома.

Акустического сигнал имеются положительный и отрицательный экстремумы. Они могут быть различными. Поскольку предлагается использовать два полинома – один для положительного экстремума, а второй для отрицательного экстремума. Для получения временную координату начала прихода акустического сигнала необходимо решить следующее уравнение:

$$(a_{max} - a_{min}) \cdot t^2 + (b_{max} - b_{min}) \cdot t + (c_{max} - c_{min}) = 0; \quad (4)$$

где, $a_{max}, b_{max}, c_{max}$ – коэффициенты полинома для положительного экстремума; $a_{min}, b_{min}, c_{min}$ – коэффициенты полинома для отрицательного экстремума;

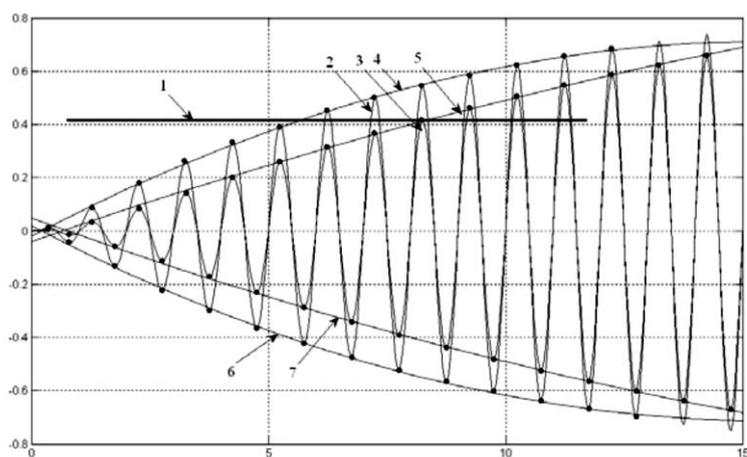


Рисунок 6 – нарастающая часть огибающей акустического импульса (4,5 – огибающие положительных экстремумов; 6,7 – огибающие отрицательных экстремумов)

Решение уравнения (4) не характеризуется сложностью. После решения получены два корня t_1 и t_2 . Один из них представляет собой временную координату начала прихода акустического сигнала. Процесс решения полиномов и корней уравнения (4) не будет рассмотрен.

г. Двухчастотный метод[2]

Существует такой метод, который называется двухчастотным зондированием. Настоящий метод характеризуется наивысшей точностью измерения расстояния. Волновод излучаются два потока акустических сигналов с разными частотами, которые не сильно отличаются друг от друга, а потом провести фиксацию временных координат для каждого сигнала с помощью компаратора срабатывания (точки t_1 и t_2).

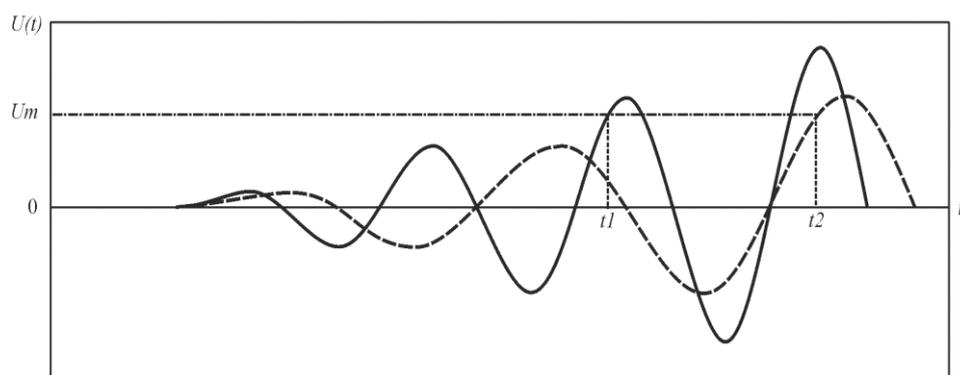


Рисунок 7 – Принцип действия метода двухчастотного зондирования

Как показано в рисунке $T - t_1 \neq t_2$. Поэтому $|t_1 - t_2| > 0$. Очевидно, что чем меньше разница между t_1 и t_2 (т. е. $|t_1 - t_2|$), тем ближе от идеальный момент начала отраженного акустического сигнала. Поскольку можно провести коррекцию, которая описывается на следующем формуле:

$$|(\Delta t_1 - i \cdot T_1) - (\Delta t_2 - i \cdot T_2)| = \min; \quad (5)$$

где, T_1 – период первого акустического сигнала, T_2 – период второго акустического сигнала, i – номер коррекции, Δt_1 – результат измерения срабатыванием компаратора для первого сигнала, Δt_2 – результат измерения срабатыванием компаратора для второго сигнала. Δt_1 и Δt_2 являются временной интервалом распространения акустических сигналов по волноводу из излучателя до приемника.

Определение момента начала прихода акустического сигнала настоящим методом обладает погрешностью. Чтобы определить погрешность, необходимо провести аппроксимацию принятых акустических сигналов. Допускаем, у сигналов линейный нарастающий фронт. Зависимость погрешности от уровня порога компаратора представляется в рисунке 8.

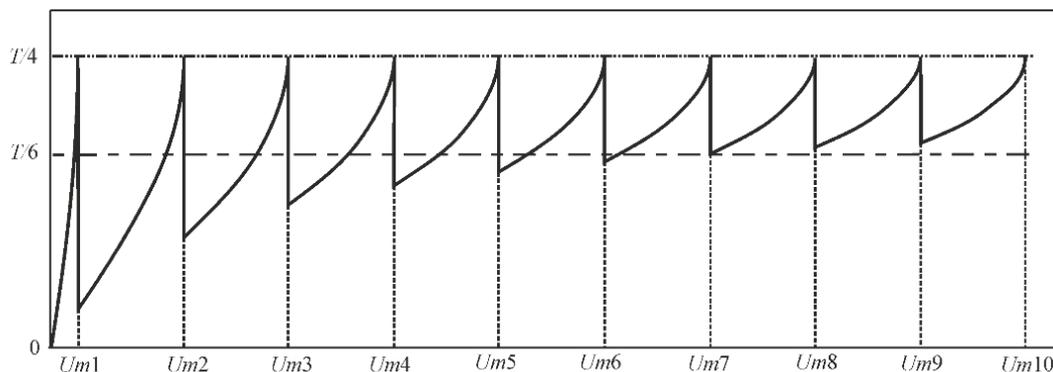


Рисунок 8 – Зависимость погрешности от уровня порога компаратора

где, T – период акустического сигнала, у которого большая частота; $U_{m1}, U_{m2}, \dots, U_{mi}$ – максимальное значение акустического сигнала, имеющего большую частоту, в i -ом периоде.

При этом можно сделать выводы:

1). Средняя погрешность равняется $T/6$;

2). Максимальная погрешность равняется $T/4$.

3). Для любого типа нарастающего фронда максимальная погрешность не превышает $T/4$.

4). Чтобы повысить точность метода двухчастотного зондирования, необходимо ввести поправочный коэффициент, определяемый номером периода, в который произошло срабатывание компаратора с учетом ошибки аппроксимации.

2. Получение математической модели акустического сигнала, прошедшего через волновод

Акустический датчик является преобразователем, в котором наблюдается колебательный характер переходного процесса. Акустический датчик излучает акустический сигнал и принимает этот сигнал. Для получения математической модели акустического сигнала необходимо произвести следующие анализы:

- излучение акустического сигнала;
- распространение акустического сигнала по волноводу;
- приём акустического сигнала.

Акустический датчик преобразует электрический сигнал (импульс) в акустический сигнал. Затем этот сигнал (акустическая волна, т.е. колебание) распространяется по волноводу. При распространении возникают потери отражения и затухание. В конце другой акустический датчик принимает этот сигнал и после окончания сигнала существует затухание колебания.

2.1. Излучение и приём акустического сигнала

Для излучения и приёма акустического сигнала необходимо использовать пьезоэлектрические датчики. Для возбуждения ПАВ (поверхностных акустических волн) на поверхность пьезоэлемента наносятся гребенки встречно включенных электродов (рисунок 9), которые называются встречно-штыревым преобразователем (ВШП), который имеет шаг $l_0 = \lambda$. После подключения напряжения к электродам ВШП под ними с учётом обратного пьезоэффекта будут смещения частиц и появится ПАВ, которая распространяется в обе стороны. Для приёма ПАВ применяется второй ВШП, который имеет такой же шаг, равняющийся длине волны [7].

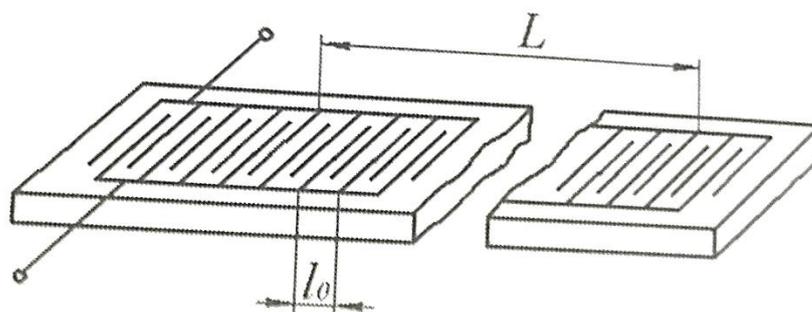


Рисунок 9 – Датчик на поверхностных акустических волнах

Основными компонентами электронной части ультразвуковых датчиков являются ультразвуковой пьезокерамический излучатель, блоки излучателя и приемного усилителя и блок обработки и управления (рисунок 10) [8].

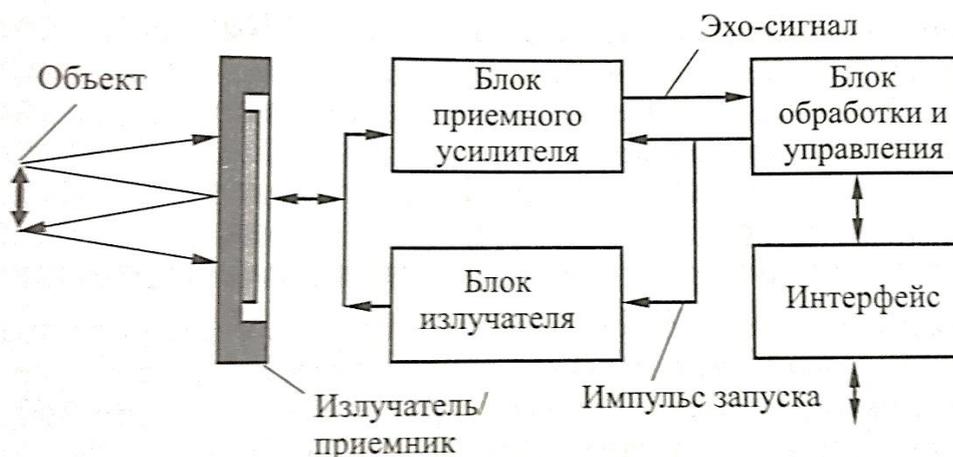


Рисунок 10 – Структурная схема акустического датчика

2.2. Распространение акустического сигнала в волноводе

Скорость распространения акустического сигнала только зависит от свойства среды, в которой акустический сигнал распространяется. Скорость распространения акустического сигнала в газовой среде можно определить по следующему формулу:

$$V = (k \cdot P / \rho)^{1/2} = \lambda \cdot f; \quad (6)$$

где, P – давление; ρ – плотность среды; λ – длина волны акустического сигнала; f – частота акустического сигнала; k – адиабатический коэффициент расширения для газов [8].

При обычном условии выражение скорости распространения

акустического сигнала в воздухе можно описываться как формул 7. Это выражение является функцией температуры. Им хорошо аппроксимируется скорость распространения акустического сигнала в воздухе.

$$V = 331,6 \cdot \left(1 + \frac{T}{273}\right)^{\frac{1}{2}}, \text{ м/с}; \quad (7)$$

где, T – температура, которая измеряется в градусах Цельсия.

Затухание акустического сигнала в воздухе зависит от температуры влажности воздуха, частоты сигнала и других. В настоящей работе только рассмотрен фактор влияния на затухание: частота сигнала (рисунок 11 [8]). Очевидно, что чем меньше частота сигнала, тем меньше затухание. Коэффициент затухания α пропорционален f^2 .

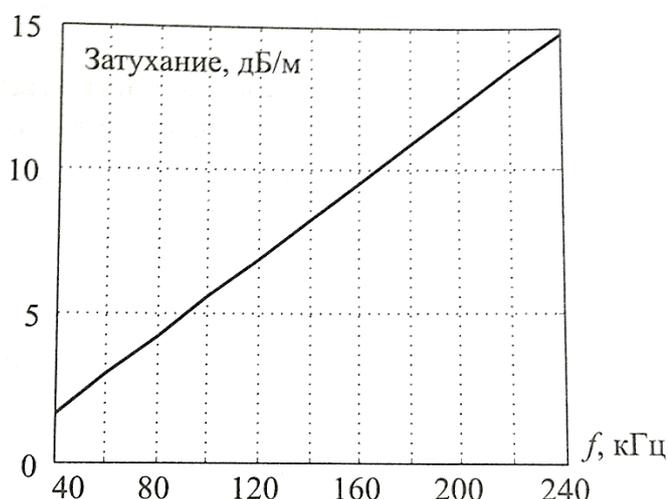


Рисунок 11 – Зависимость затухания от частоты сигнала в воздухе
(при 20°C и влажности 35%)

По закону Бугера – Ламберта – Бера можно написать следующий формул:

$$I = I_0 \cdot \exp(-L \cdot \alpha); \quad (8)$$

где, I и I_0 – интенсивности текущего момента и нулевого момента; L – расстояние распространения акустического сигнала; α – коэффициент затухания, который пропорционален f^2 .

На отражающую способность влияет ряд факторов: свойство материала, углы падения излучения и шероховатость.

Поскольку при распространении акустического сигнала имеется неравенства фазовых скоростей различных мод, происходит «растягивание»

сигнала во времени и изменение его формы (рисунок 12) [6].

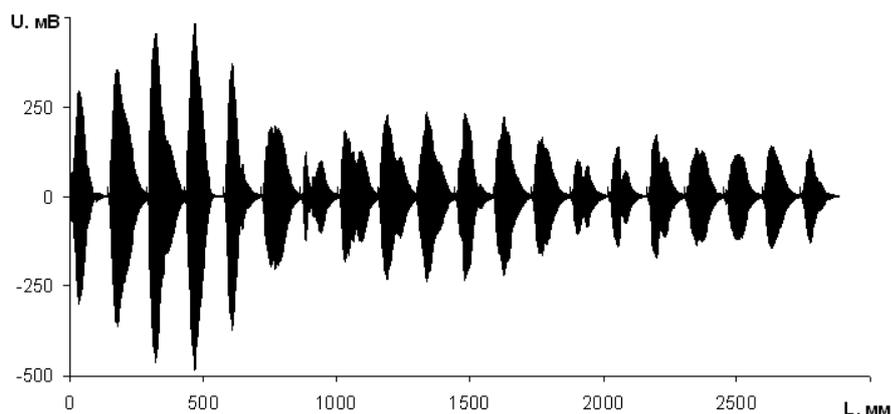
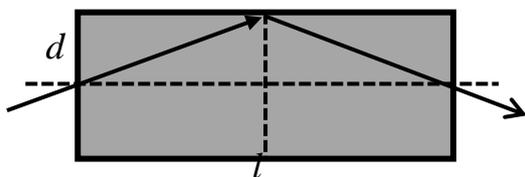


Рисунок 12 – Акустический сигнал

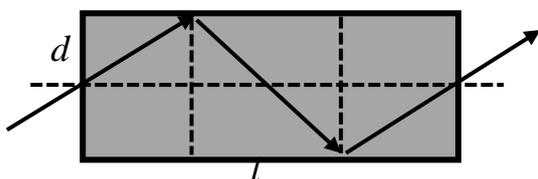
Чтобы упростить расчёт, отдельно исследуем распространение акустического сигнала разных мод в волноводе по количеству отражения, т.е. количество отражения n соответственно равняется 0, 1, 2, 3... Потом сложим эти моды и получим принятый сигнал.



$$n = 0; \quad L_0 = l; \quad (9)$$



$$n = 1; \quad L_1 = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}; \quad (10)$$



$$n = 2; \quad L_2 = 4 \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{4}\right)^2}; \quad (11)$$

Рисунок 13 – Разные моды акустического сигнала

где, n – количество отражения; L_i – расстояние распространения акустического сигнала по волноводу при условии, когда количество отражения равняется i ; d – диаметр волновода; l – длина волновода.

Если количество отражения равняется i , тогда можно получить

следующий формул:

$$L_i = 2 \cdot i \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{l}{2i}\right)^2} = \sqrt{(i \cdot d)^2 + l^2}; \quad (12)$$

Зачем сложим эти моды и получим:

$$I = \sum_{i=0}^n I_i \cdot \exp(-\alpha \cdot L_i); \quad (13)$$

где, I_i – интенсивность акустического сигнала i -ой моды; I – суммарная интенсивность принятого сигнала.

3. Составление программы расчета принятого сигнала и границ применимости полученной математической модели

Для получения математической модели принятых акустических сигналов лучше использовать компьютерную программу. С помощью того метода можно автоматически построить графики и легко провести сравнение. В настоящей работе решили использовать программный пакет Delphi.

3.1. Основное описание о программном пакете Delphi

Delphi представляет собой систему программирования на языке высокого уровня. Он основан на технологии визуального проектирования и событийного программирования [9].

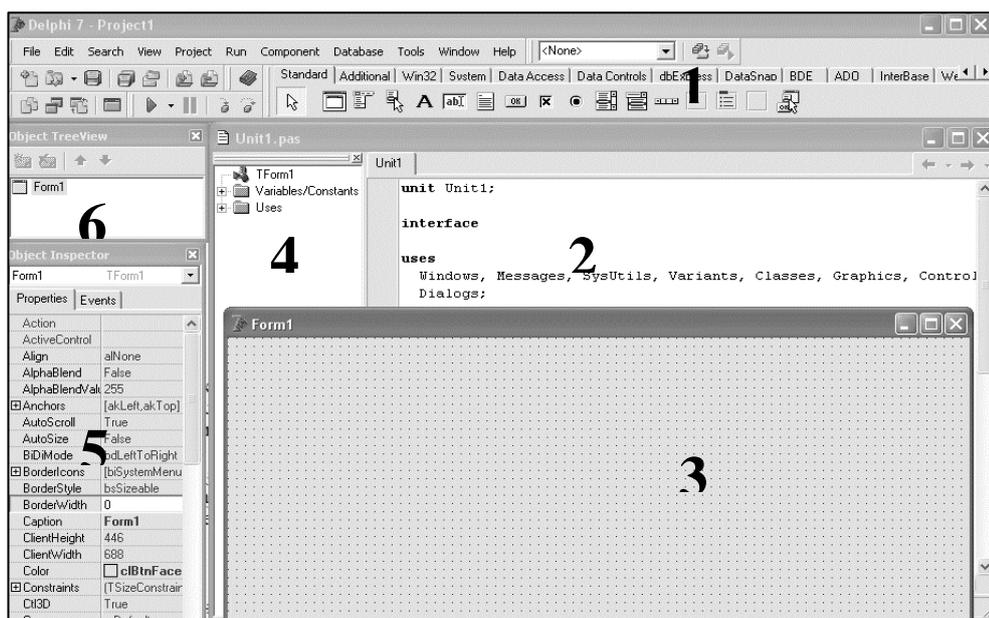


Рисунок 14 – Наиболее важные окна Delphi

где, 1 – главное окно; 2 – окно кода программы; 3 – окно формы; 4 – окно браузера кода; 5 – окно инспектора; 6 – окно дерева объектов [10].

3.2. Обработка Алгоритмов программы и кода программы

Поскольку интегрированная среда разработчика Delphi работает при помощи специализированного графического редактора (визуальные компоненты) и процедур обработки событий (событийное программирование). Таким образом для определения программного алгоритма произвести анализ по событию. В данной работе существует три события:

- загрузка файла, в котором сохранены экспериментальные данные;
- расчёт математической модели принятого акустического сигнала;
- очистка графиков и окна.

Событие 1: загрузка файла, в котором сохранены экспериментальные данные

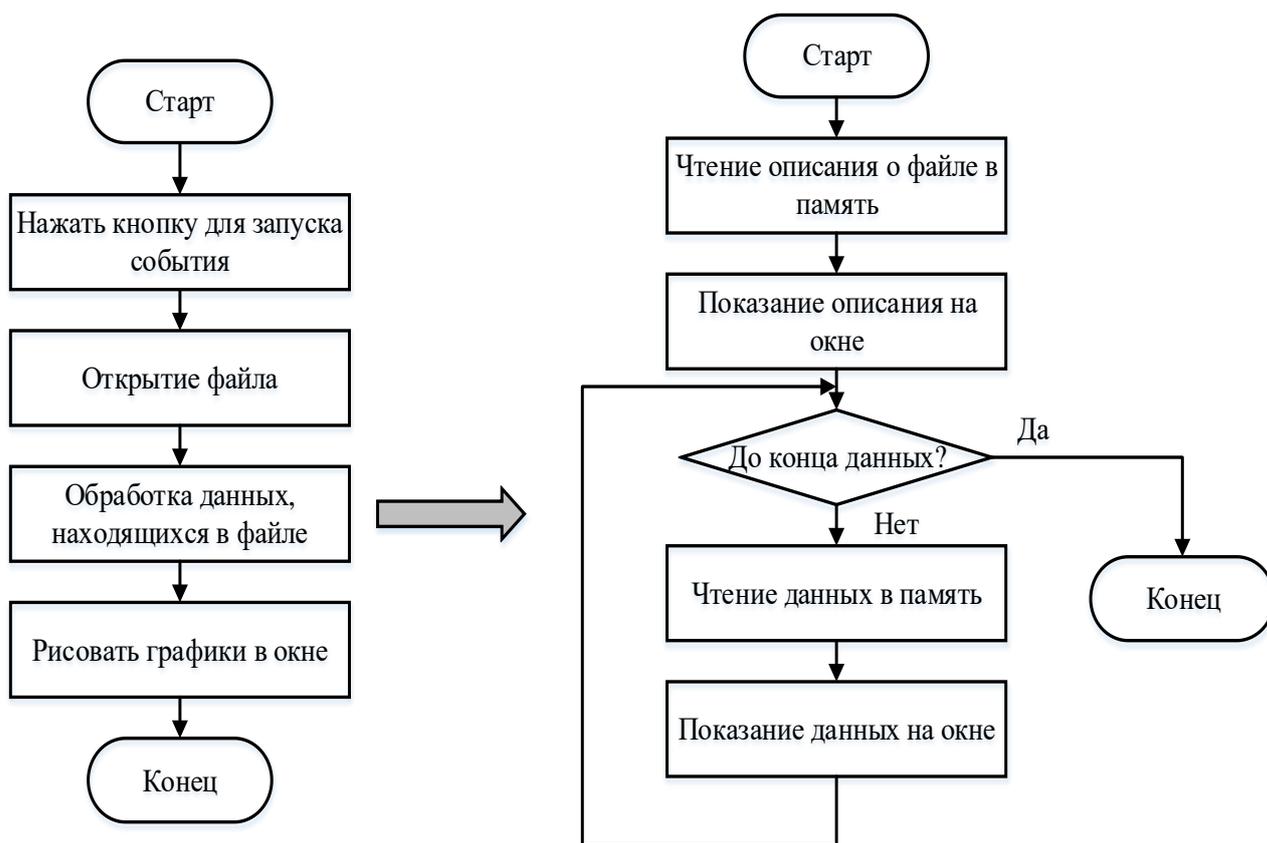


Рисунок. 15 – Алгоритм для загрузки файла

- Очевидно, что в данном алгоритме существует цикл. Можно пользоваться циклом:

For to do

Begin

...

End

- Для открытия файла надо создать «событие» и пользоваться командой:

```
procedure TForm1.txt1Click(Sender: TObject);
```

- Для чтения данных из файла можно пользоваться серией команд:

```
Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
```

```
St := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
```

```
Lr := StrToFloat(St);
```

- Для показания данных на окне можно пользоваться командой:

```
RichEdit2.Lines.LoadFromFile(NameFile);
```

- Для рисунки графиков можно пользоваться командой:

```
Series1.AddXY( , , );
```

Событие 2: расчёт математической модели принятого акустического сигнала

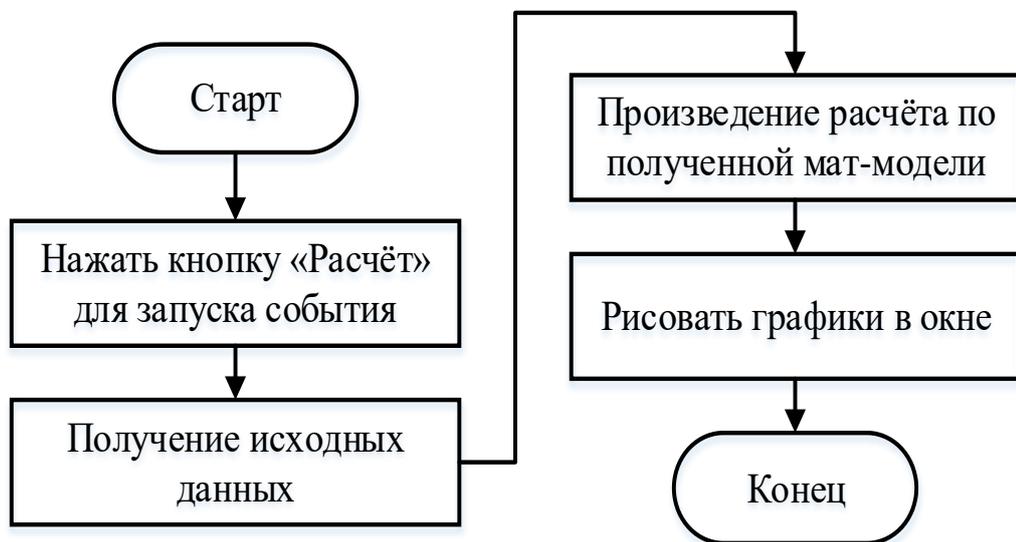


Рисунок 16 – алгоритм для расчёта мат-модели принятого сигнала

- Для создания «события» надо пользоваться командой:

```
Procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
```

- Для получения (загрузки) исходных данных можно пользоваться командой:

A:= SpinEdit1.Value

- В шаге «Произведение расчёта по полученной мат-модели» надо складывать все моды сигнала, т. о. необходимо пользоваться циклом:

For to do

Begin

...

End

- При расчете пользуются условной командой:

If then

Else if then

...

Else

- Для рисунки графиков можно пользоваться командой:

Series1.AddXY(, ,);

Событие 3: очистка графиков и окна



Рисунок 17 – Алгоритм для очистки графиков и окна

- Для создания «события» надо пользоваться командой:

Procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject)

- В программе пользуются следующими командами:

Series1.Clear();

Richedit1.SetSelTextBuf(0);

Richedit1.Clear();

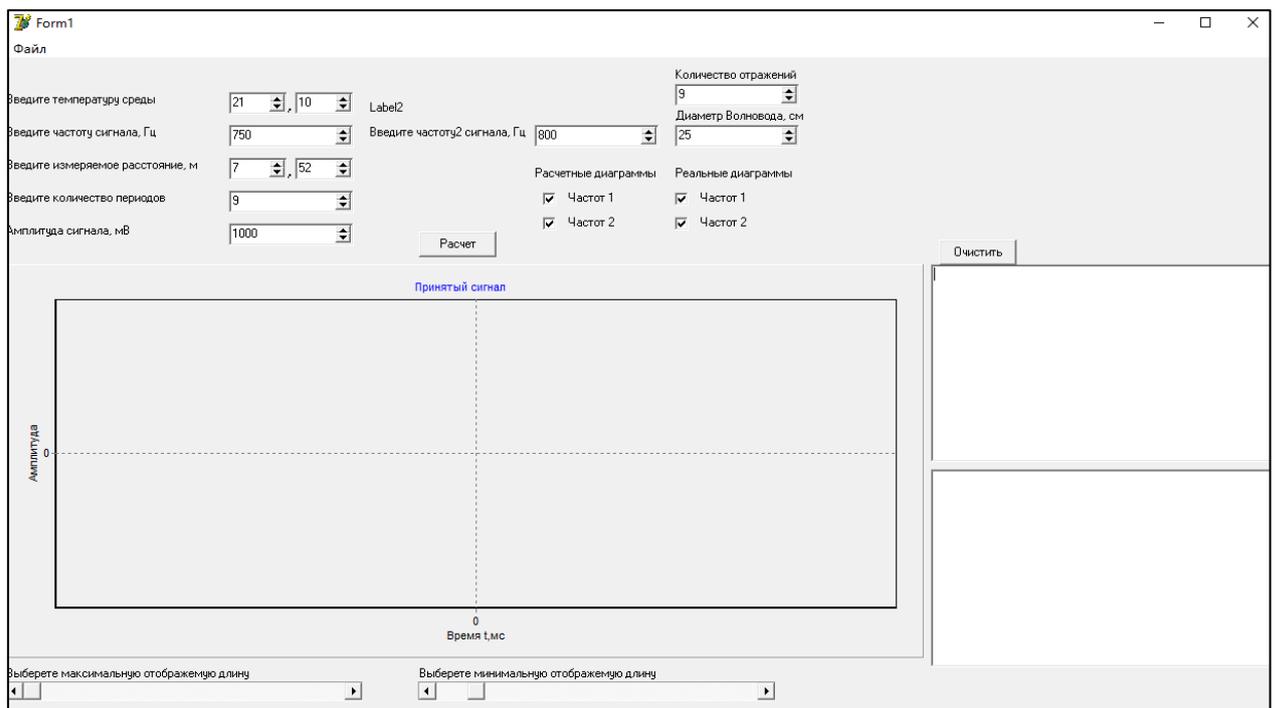


Рисунок 18 – Общий виде окна

3.3. Оценка точностных характеристик полученной математической модели и границ применимости данной модели

Математическая модель принятых отражающих акустических сигналов реализована в среде Delphi. И наша математическая модель значительно совпадает с экспериментальными сигналами, и передними фронтами и задними фронтами, и моментами начала принятых сигналов. Полученная математическая модель и экспериментальный сигнал в общем виде представляются в следующем рисунке:

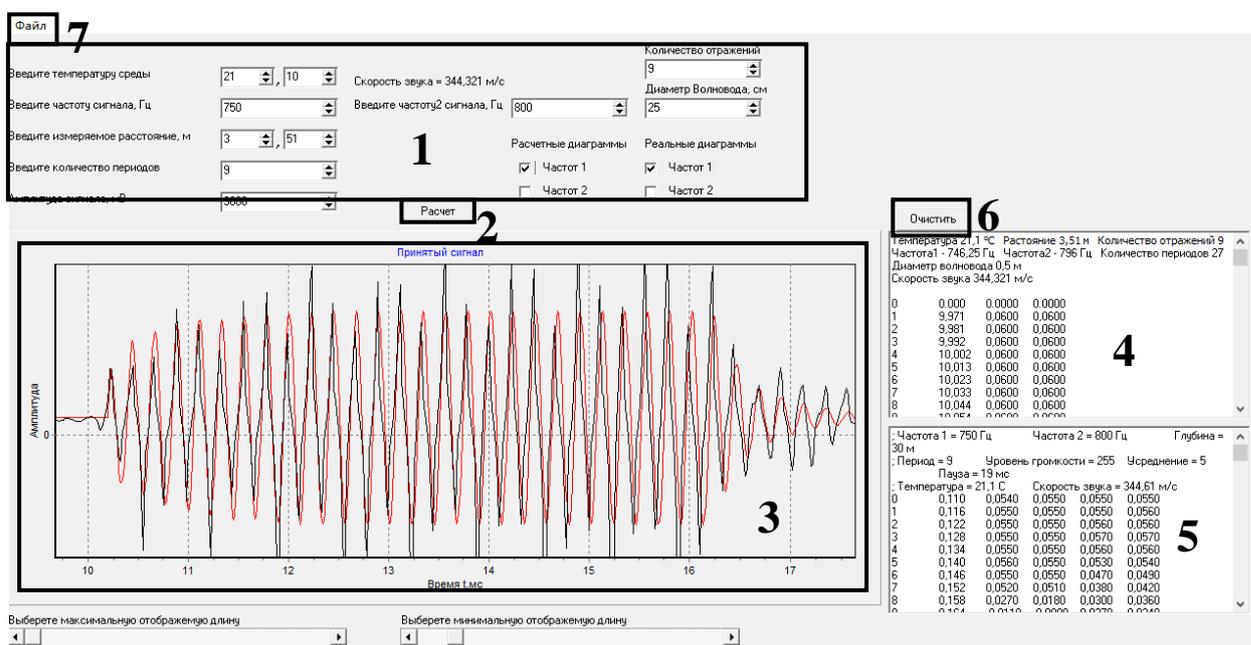


Рисунок 19 – Реализованная математическая модель в среде Delphi

где, 1 – площадка для введения исходных данных; 2 – кнопка для начала расчёта; 3 – главная часть, где показана математическая модель в виде графики; 4 – рассчитанные данные; 5 – экспериментальные данные; 6 – кнопка для очистки окна; 7 – кнопка для загрузки файла, в котором сохраняются экспериментальные данные.

Чтобы оценить точностные характеристики полученной математической модели, необходимо определить погрешность. Погрешность является разностей расстояния измерения, полученного по экспериментальным данным, и расстояния измерения, полученного по математической модели. То есть

отклонение полученной математической модели от экспериментальных данных.

Подробно рассмотрены два случая:

1. При случае, когда длина волновода ($l=3,51\text{м}$) является константой, а частоты сигналов (f_1 и f_2) меняются, исследуем как меняется погрешность.

В рисунке представлены сигналы при частотах $f_1=750\text{Гц}$; $f_2=800\text{Гц}$.

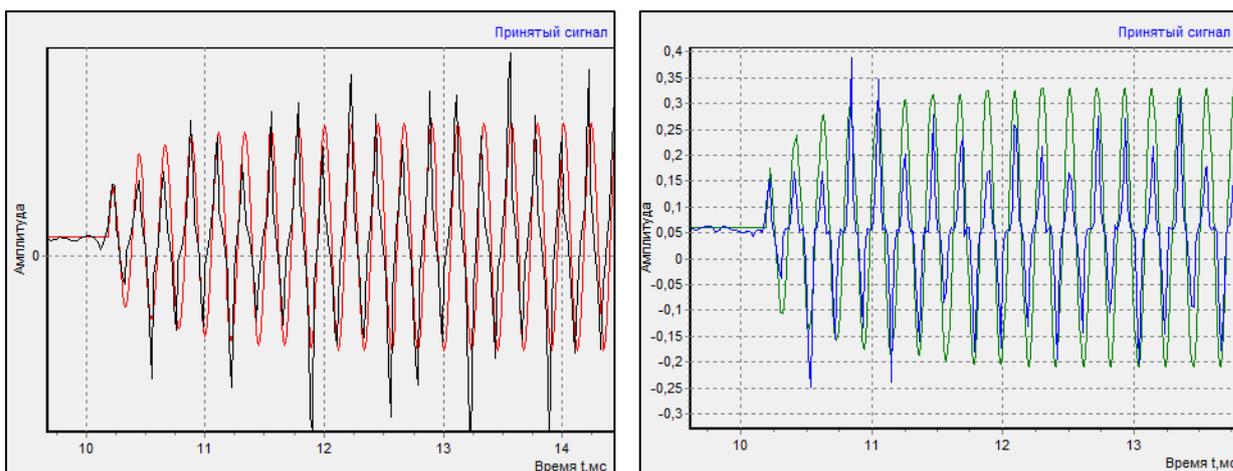


Рисунок 20 – Принятые сигналы при частотах $f_1=750\text{Гц}$; $f_2=800\text{Гц}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=800\text{Гц}$.

В рисунке представлены сигналы при частотах $f_1=850\text{Гц}$; $f_2=900\text{Гц}$.

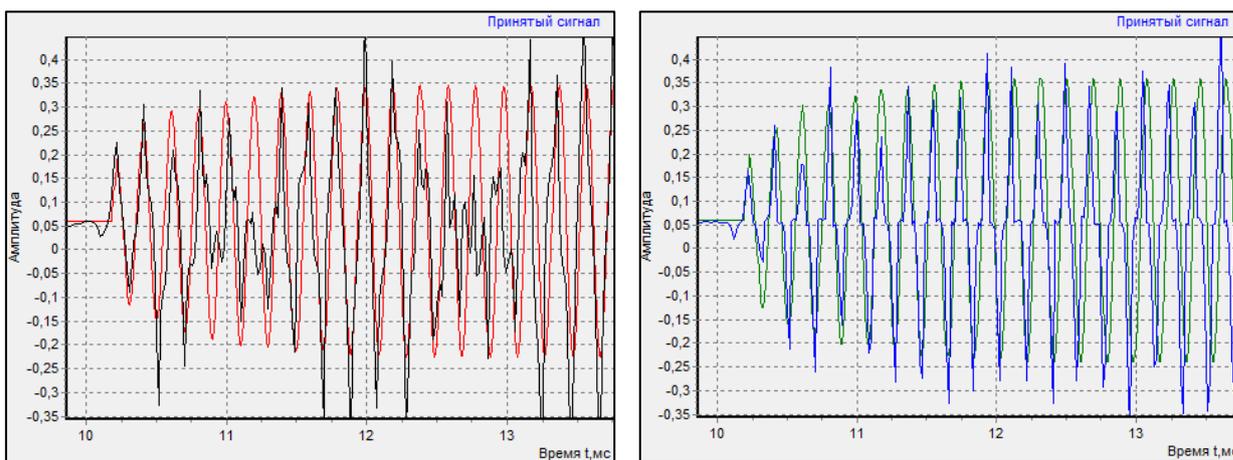


Рисунок 21 – Принятые сигналы при частотах $f_1=850\text{Гц}$; $f_2=900\text{Гц}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=850\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=900\text{Гц}$.

В рисунке представлены сигналы при частотах $f_1=950\text{Гц}$; $f_2=1000\text{Гц}$.

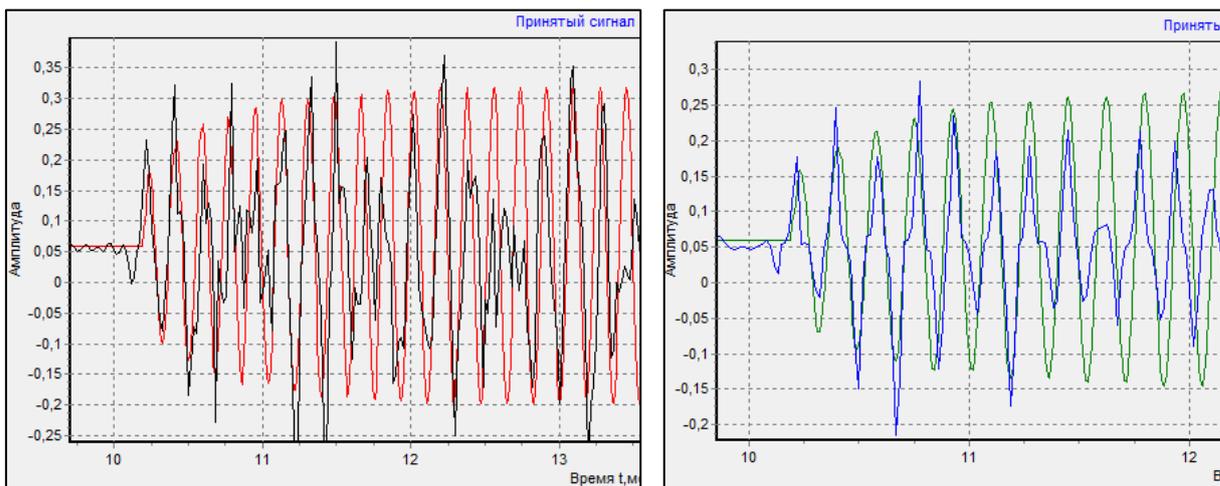


Рисунок 22 – Принятые сигналы при частотах $f_1=950\text{Гц}$; $f_2=1000\text{Гц}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=950\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=1000\text{Гц}$.

В рисунке представлены сигналы при частотах $f_1=1050\text{Гц}$; $f_2=1100\text{Гц}$.

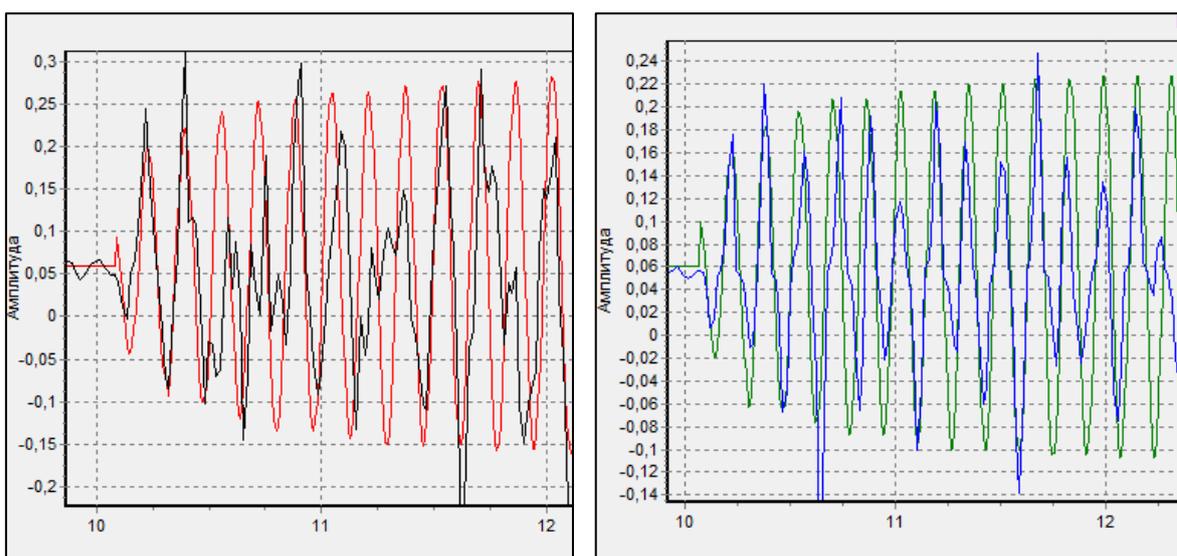


Рисунок 23 – Принятые сигналы при частотах $f_1=1050\text{Гц}$; $f_2=1100\text{Гц}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=1050\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=1100\text{Гц}$.

С помощью полученной математической модели проведено определение расстояния измерения методом двухчастотного зондирования. Затем рассчитаны погрешность. Погрешность представляется в следующей таблице:

Таблица. 1 Определение погрешности при разных частотах измерения

№	$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$L_{рас.}, \text{м}$	$L_{реа.}, \text{м}$	$\Delta = L_{рас.} - L_{реа.} , \text{м}$	$\delta, \%$
1	750	800	3,503	3,51	0,007	0,20
2	850	900	3,502	3,51	0,008	0,23
3	950	1000	3,521	3,51	0,011	0,31
4	1050	1100	3,523	3,51	0,013	0,37

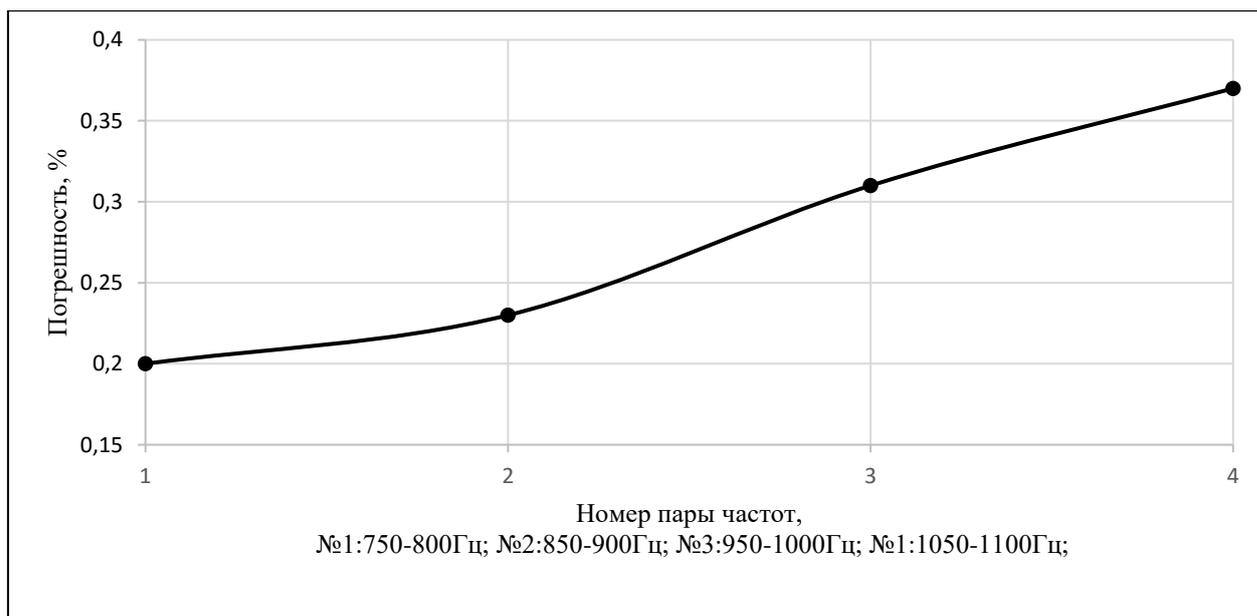


Рисунок 24 – зависимость погрешности от пары частот

Очевидно, что зависимость погрешности от пары частот является нарастающей кривой. То есть при повышении частот измерения погрешность становится больше. Заметил, что экспериментальные сигналы с большой частотой сильно затухают при распространении по волноводу. Поэтому получен такой результат.

При разных частотах отклонение нашей математической модели от экспериментальных сигналов не более 0,4%. Поэтому можно сказать, что математическая модель обладает высокой точностью.

2. При случае, когда частоты сигналов ($f_1=750\text{Гц}$ и $f_2=800\text{Гц}$) не меняются, а длина волновода (l) меняется, исследуем как меняется погрешность.

1). В рисунке представлены сигналы при случае, когда длина волновода (l) равна $3,51\text{м}$.

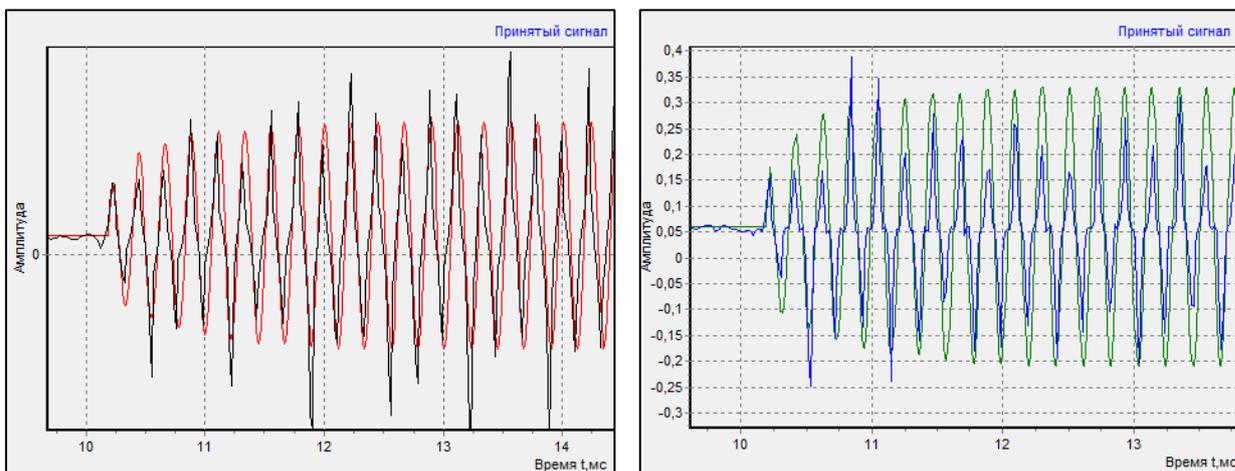


Рисунок 25 – Принятые сигналы при $l = 3,51\text{м}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=800\text{Гц}$.

2). В рисунке представлены сигналы при случае, когда длина волновода (l) равна $4,01\text{м}$.

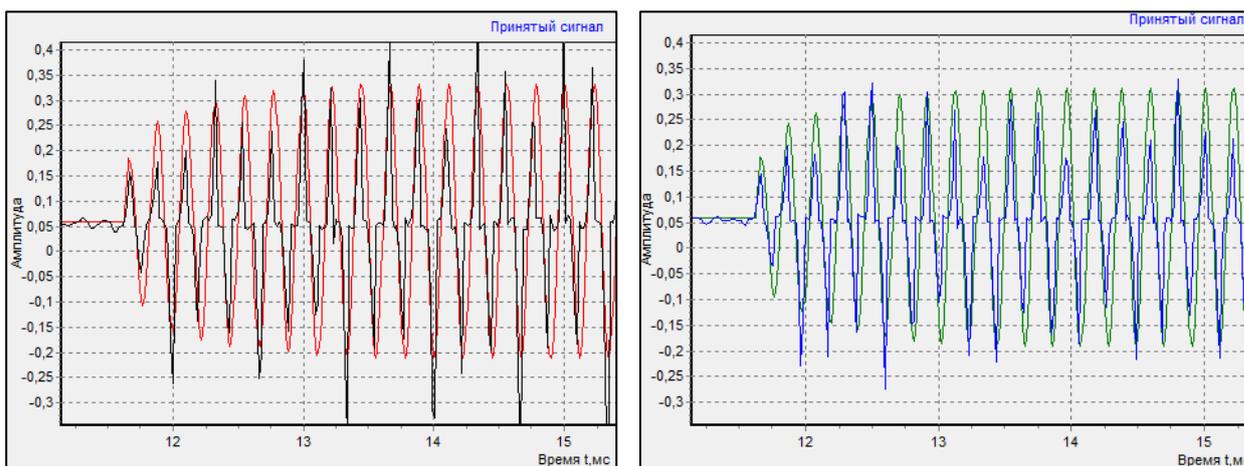


Рисунок 26 – Принятые сигналы при $l = 4,01\text{м}$.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750\text{Гц}$; правая – при частоте $f_2=800\text{Гц}$.

3). В рисунке представлены сигналы при случае, когда длина волновода(l) равна 7,02м.

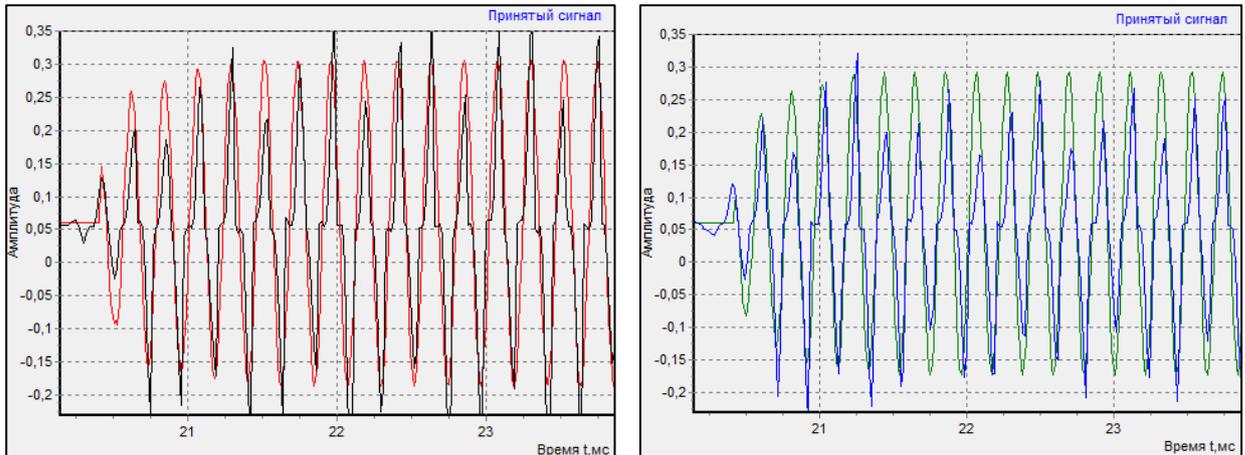


Рисунок 27 – Принятые сигналы при $l = 7,02$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

4). В рисунке представлены сигналы при случае, когда длина волновода(l) равна 7,52м.

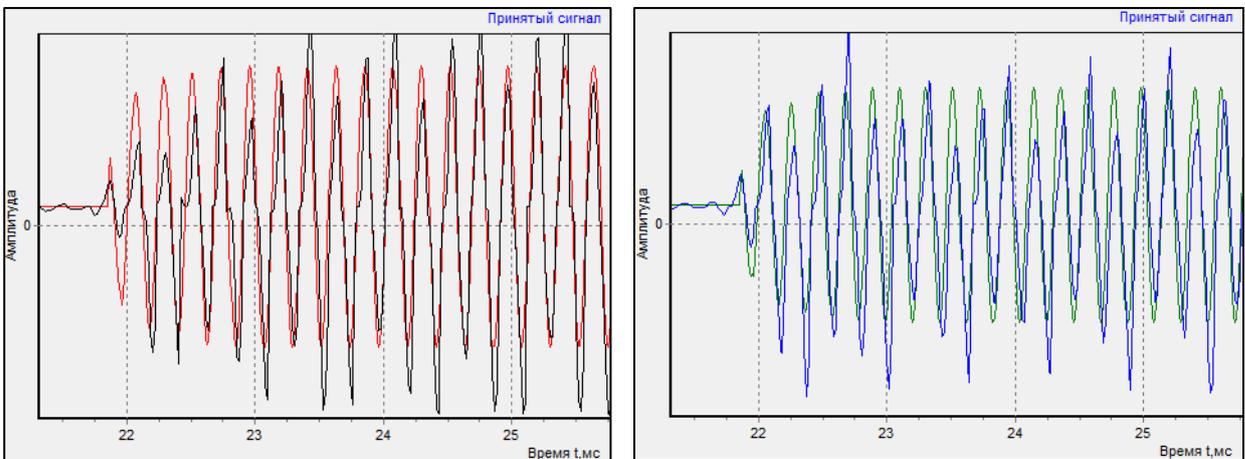


Рисунок 28 – Принятые сигналы при $l = 7,52$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

5). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 10,04м.

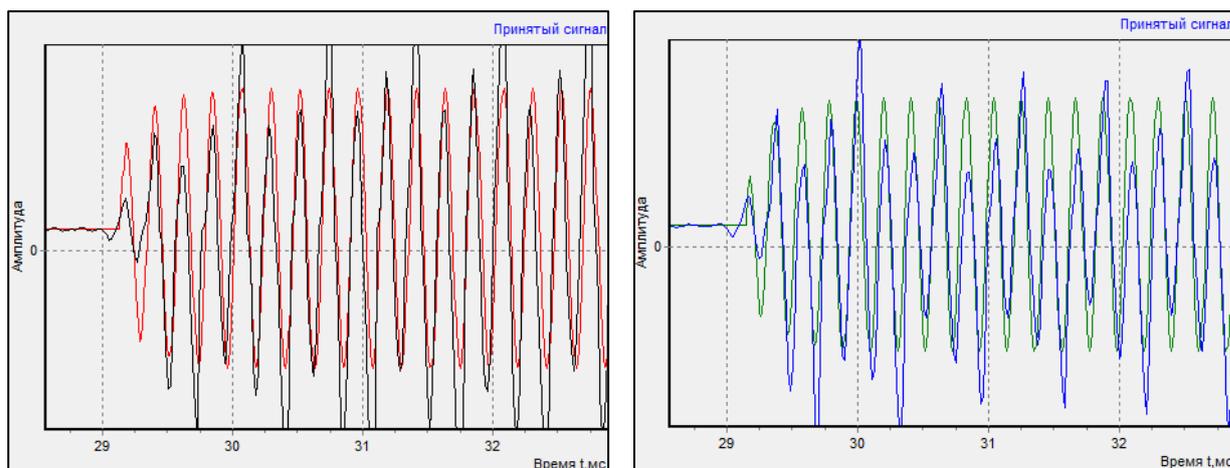


Рисунок 29 – Принятые сигналы при $l = 10,04$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

6). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 10,54м.

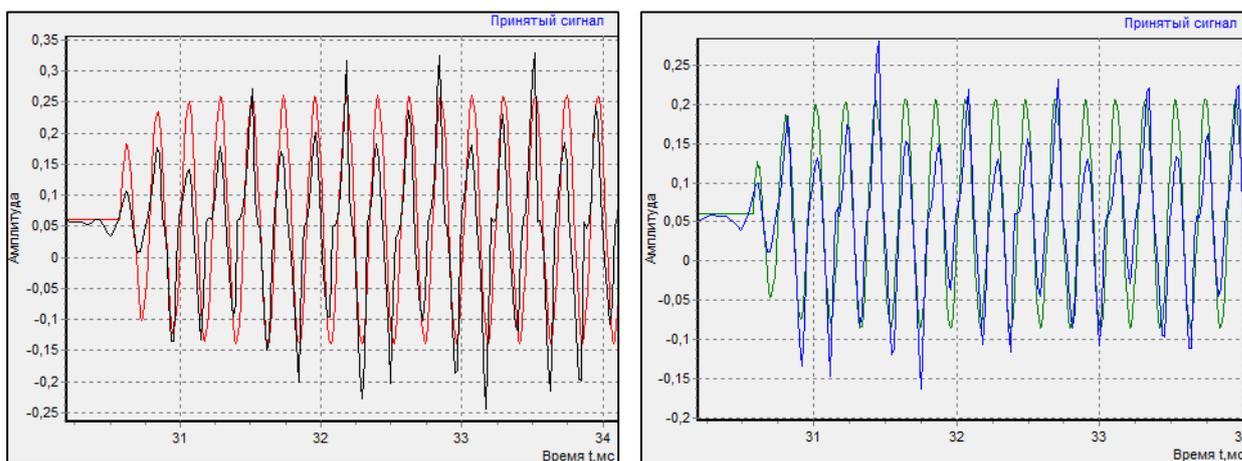


Рисунок 30 – Принятые сигналы при $l = 10,54$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

7). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 13,54м.

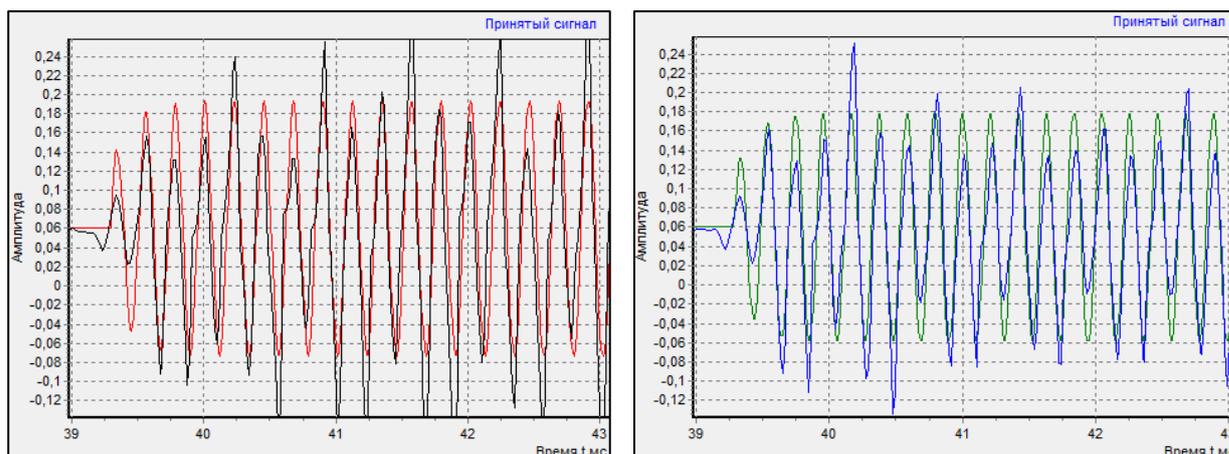


Рисунок 31 – Принятые сигналы при $l = 13,54$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

8). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 14,04м.

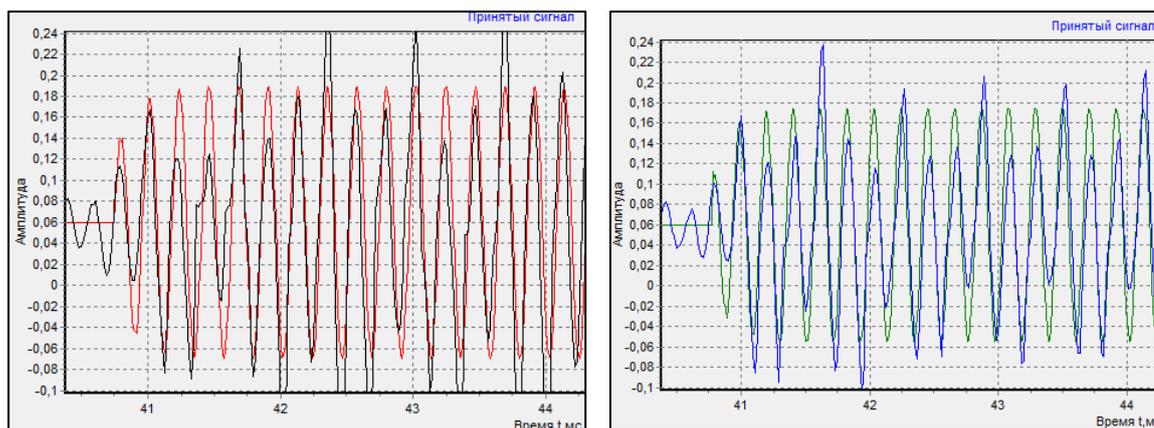


Рисунок 32 – Принятые сигналы при $l = 14,04$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

9). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 17,14м.

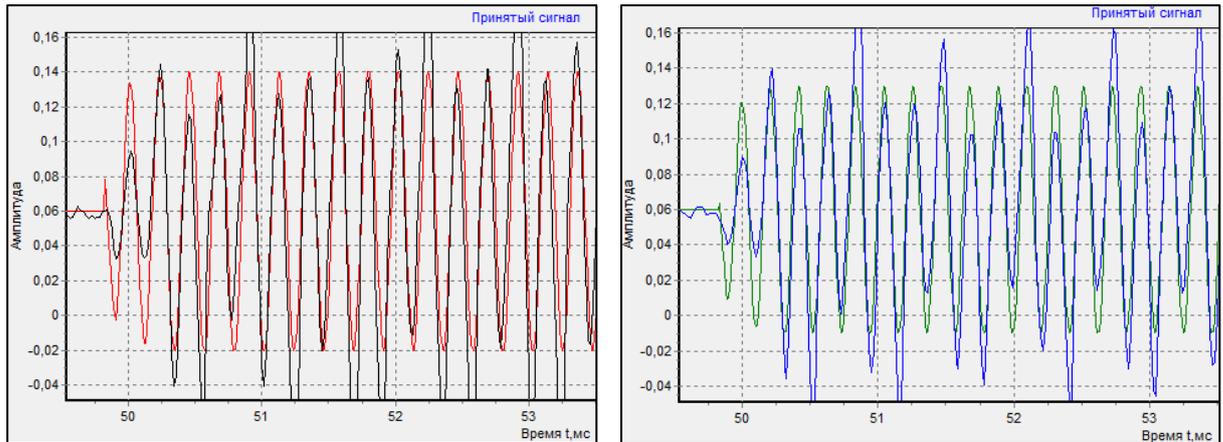


Рисунок 33 – Принятые сигналы при $l = 17,14$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

10). В рисунке представлены графики при случае, когда длина волновода(l) равна 17,64м.

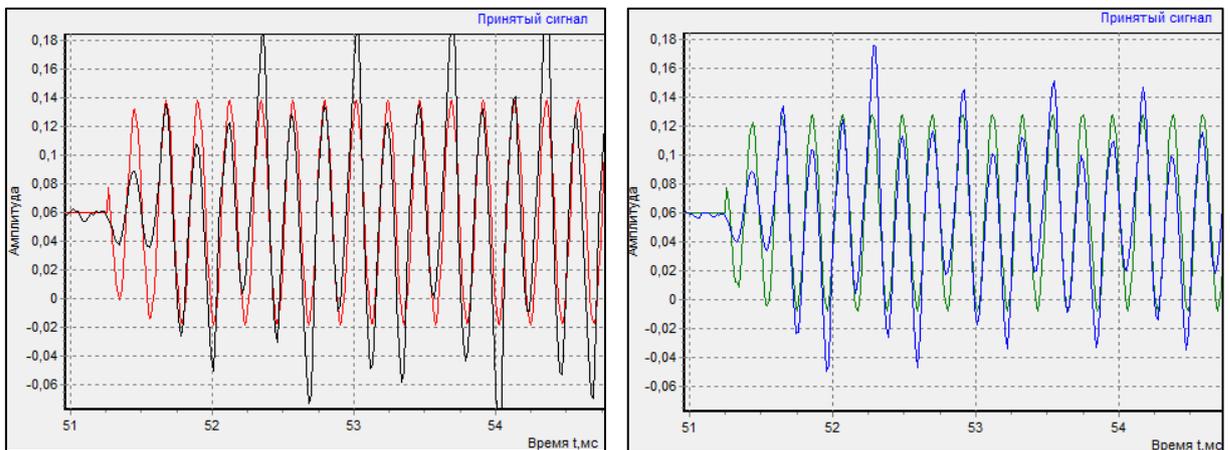


Рисунок 34 – Принятые сигналы при $l = 17,64$ м.

где, красная и зелёная кривые – полученная математическая модель; чёрная и синяя кривая – экспериментальные сигналы. Левая – при частоте $f_1=750$ Гц; правая – при частоте $f_2=800$ Гц.

С помощью полученной математической модели проведено определение расстояния измерения методом двухчастотного зондирования. Затем

рассчитаны погрешность. Погрешность представляется в следующей таблице:

Таблица. 2 Определение погрешности при разных длины волновода

$l, м$	$f_1, Гц$	$f_2, Гц$	$L_{рас.}, м$	$L_{реа.}, м$	$\Delta = L_{рас.} - L_{реа.} , м$	$\delta, \%$
3,51	750	800	3,503	3,51	0,007	0,20
4,01	750	800	4,003	4,01	0,010	0,17
7,02	750	800	7,028	7,02	0,012	0,11
7,52	750	800	7,527	7,52	0,013	0,09
10,04	750	800	10,032	10,04	0,020	0,08
10,54	750	800	10,549	10,54	0,020	0,09
13,54	750	800	13,531	13,54	0,024	0,07
14,04	750	800	14,05	14,04	0,023	0,07
17,14	750	800	17,131	17,14	0,020	0,05
17,64	750	800	17,632	17,64	0,019	0,05

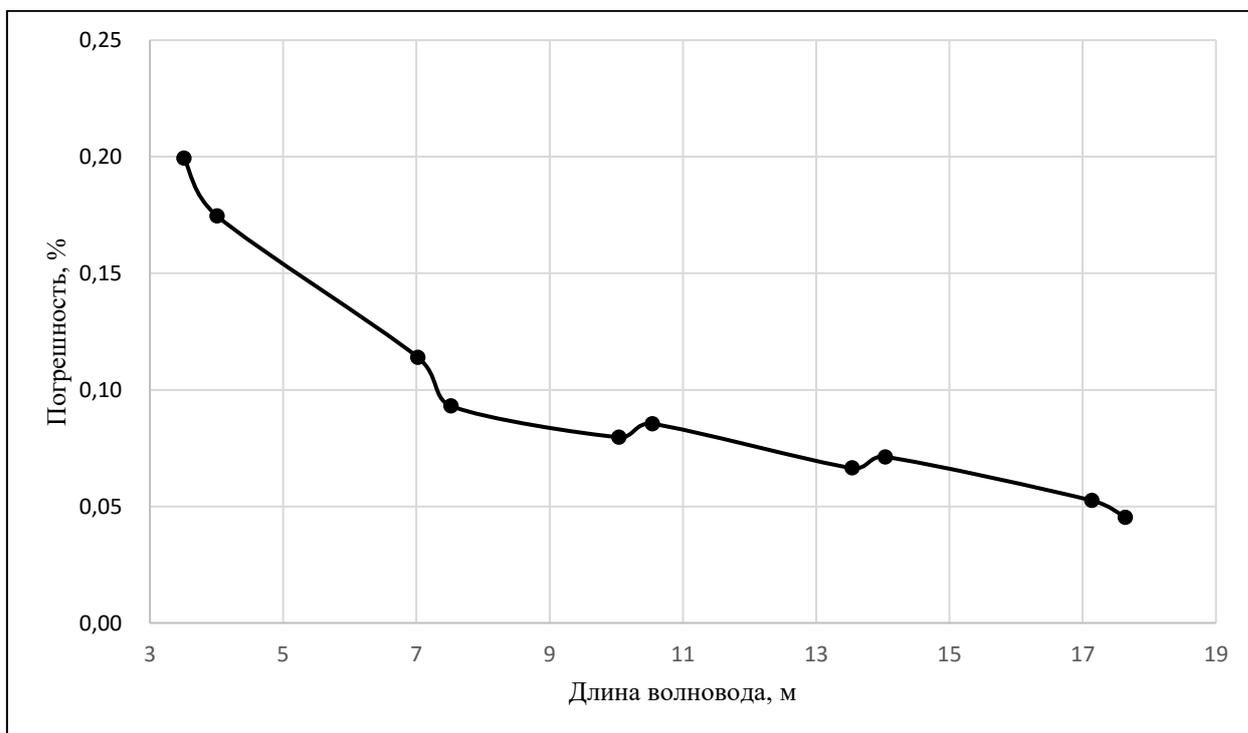


Рисунок 35 – зависимость погрешности от длины волновода

Очевидно, что зависимость погрешности от длины волновода является падающей кривой. То есть при повышении длины волновода данная математическая модель становится ближе к экспериментальным сигналам.

Абсолютная погрешность обладает нарастающей тенденцией, однако длина волновода тоже увеличивается. Поэтому относительная погрешность характеризуется уменьшающей тенденцией.

Максимальное отклонение настоящей математической модели от экспериментальных сигналов равняется 0,2%. Поэтому наша математическая модель характеризуется высокой применимостью.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспектив научных исследований с точки зрения эффективности использования ресурсов и ресурсосбережения

1). Потенциальные потребители результатов исследования

Чтобы анализировать потребности результатов исследования, необходимо провести исследования целевой рынок и провести сегментирование. Целевой рынок является сегментами рынков, на которых будет продаваться в будущем разработка. Рыночный сегмент – это специально выделенная часть рынка, группа потребителей с определенными общими характеристиками. Сегментация - это разделение покупателей на однородные группы, для каждого из которых может потребоваться определенный продукт (услуга). Вы можете применять географические, демографические, поведенческие и другие критерии для сегментации потребительского рынка, можно использовать их комбинации, используя такие характеристики, как пол, образование, национальность, профессия, любимые занятия, уровень дохода, возраст, социальная принадлежность, образ жизни. В зависимости от категории потребителей (коммерческих организаций, физических лиц) необходимо использовать соответствующие критерии сегментации. Например, для коммерческих организаций критериями сегментации могут быть: местоположение; Филиал; Производимые товары; Размер и т. д. Для отдельных лиц критериями сегментации могут быть: возраст; пол; Национальность; образование; уровень дохода; Социальная принадлежность; Профессия и т. Д. Из выявленных критериев целесообразно выбрать два наиболее значимых для рынка. На основе этих критериев построена карта сегментации рынка:

Форма выпуска систем управления Потребитель	Единичный выпуск	Партия
Мелкое предприятие / физическое лицо	↻	↻
Крупное предприятие	↻	↻

↻ – существует спрос; ↻ – отсутствует спрос.

Рисунок 4.1 – Карта сегментирования рынка спроса на систему управления

На карте было отмечено, что спрос на акустический измеритель расстояния предоставляется как физическими лицами (геодезистами), так и малыми и крупными предприятиями в районах строительства и добычи. Спрос на пакет устройств показан только крупными предприятиями, тогда как спрос на единый экземпляр показывает все выбранные сегменты потребителей. Ориентация на одну проблему устройства способствует заниманию всех выбранных сегментов рынка, а также способности индивидуально настраивать конечный продукт для целей каждого клиента, что также повысит конкурентоспособность продукта.

2). SWOT-анализ

Чтобы представить общую картину работы бакалавра в этом разделе, представлен SWOT-анализ, это исследование направлено прежде всего на выявление конкурентных преимуществ и детальное понимание недостатков этой конкретной работы.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Высокая точность измерения</p> <p>С2. Стабильность в получении результатов измерений</p> <p>С3. Автоматическая калибровка устройства (измерение температуры среды распространения акустического сигнала, вычисление соответствующей скорости звука)</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Создает дополнительный шум (акустический сигнал находится в звуковом диапазоне)</p> <p>Сл2. Неоднородность параметров среды скважины в измеренной области (приводит к градиенту скорости звука по пути акустического сигнала)</p> <p>Сл3. Необходимость измерения для фиксации устройства</p>
--	--

<p>С4. Компактные размеры (для обработки сигнала достаточно малой вычислительной мощности)</p> <p>С5. Позволяет видеть дефекты в скважине (например, частичное забивание)</p> <p>С6. мобильность</p>	<p>перпендикулярно поперечному сечению скважины</p>
<p>Возможности</p> <p>В 1. Изменение параметров устройства, сигнала и метода обработки его обработки для конкретного клиента</p> <p>В 2. При использовании информационных ресурсов ТПУ вывод для нескольких конечных пользователей</p> <p>В 3. Снижение стоимости проекта</p> <p>В 4. Возможность использования устройства независимо от условий окружающей среды</p>	<p>Угрозы</p> <p>У1. Возможное увеличение стоимости устройства, реализующего этот метод обработки сигналов, из-за экономической политики</p> <p>У2. Консерватизм предприятий, нежелание внедрять новые технологии для производства в обмен на старые</p> <p>У3. Несвоевременное финансирование проекта</p>

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны							
Возможност и		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	В1	-	-	+	-	+	+
	В2	-	-	-	-	-	-
	В3	-	+	+	-	-	-
	В4	+	+	+	+	+	+

Из интерактивной матрицы наиболее значимой силой проекта — это «Интегральность системы»

Таблица 4.3 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Высокая точность измерения</p> <p>С2. Стабильность в получении результатов измерений</p> <p>С3. Автоматическая калибровка устройства (измерение температуры среды распространения акустического сигнала, вычисление соответствующей скорости звука)</p> <p>С4. Компактные размеры (для обработки сигнала достаточно малой вычислительной мощности)</p> <p>С5. Позволяет видеть дефекты в скважине (например, частичное забивание)</p> <p>С6. мобильность</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Создает дополнительный шум (акустический сигнал находится в звуковом диапазоне)</p> <p>Сл2. Неоднородность параметров среды скважины в измеренной области (приводит к градиенту скорости звука по пути акустического сигнала)</p> <p>Сл3. Необходимость измерения для фиксации устройства перпендикулярно поперечному сечению скважины</p>
<p>Возможности</p> <p>В 1. Изменение параметров устройства, сигнала и метода обработки его обработки для конкретного клиента</p> <p>В 2. При использовании информационных ресурсов ТПУ вывод для нескольких конечных пользователей</p> <p>В 3. Снижение</p>	<p>Хорошие технические характеристики, индивидуальный выбор регулируемых параметров измерительного прибора и информационных ресурсов ТПУ позволяют нам занять нашу рыночную нишу, особенно в условиях низкой конкуренции на рынке.</p>	<p>Эти проблемы присущи всем типам подобных устройств. Низкая конкуренция на рынке и использование информационных ресурсов ТПУ позволят устройству найти свою рыночную нишу.</p>

стоимости проекта В 4. Возможность использования устройства независимо от условий окружающей среды		
Угрозы У1. Возможное увеличение стоимости устройства, реализующего этот метод обработки сигналов, из-за экономической политики У2. Консерватизм предприятий, нежелание внедрять новые технологии для производства в обмен на старые У3. Несвоевременное финансирование проекта	Особенности устройства: высокая точность измерения и стабильность получения результата, позволят даже при увеличении стоимости устройства сохранить спрос. Использование этого устройства может значительно повысить эффективность работы геодезиста.	Потребность в микроконтроллере заставляет устройство зависеть от обменного курса, что может повлиять на его стоимость и конкурентоспособность. Из-за характера работы вам понадобится учебный материал для работы с инструментом.

4.2. Планировать научно-исследовательские работы

1). Структура работ научного исследования

Когда предприятием создается новый продукт, необходимо правильно спланировать сроки выполнения отдельных этапов работы, рассчитать затраты на материалы, заработную плату. А также для оценки наилучшего варианта изготовления рабочего продукта.

Прежде всего, необходимо определить полный список работ, которые должны быть выполнены, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для того, чтобы построить работы, необходимо сопоставить соответствующую работу с каждым исполнителем.

Таблица 4.4 – Этапы, работы и определение исполнителей

Основные этапы	№. раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1.	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2.	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель, инженер
Выбор направления исследований	3.	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, инженер
	4.	Подбор литературы по тематике работы	Инженер
	5.	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Научный руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6.	Выбор и обоснование наиболее подходящей и перспективной методики	Научный руководитель
	7.	Разработка экспериментального макета устройства	Научный руководитель, инженер
	8.	Выбор структурной схемы	Инженер
	9.	Выбор принципиальной схемы	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10.	Согласование полученных данных с научным руководителем	Научный руководитель, инженер
	11.	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
	12.	Работа над выводами по проекту	Научный руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР	13.	Составление пояснительной записки к работе	Инженер

2). Определение трудоемкости для выполнения работ

Определить продолжительность работ на каждом этапе работ. Можно определить продолжительность по следующему формулу:

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

где:

$t_{ож i}$ – трудоемкость ожидаемая при выполнении i -ой работы, чел.-дн.

$t_{min i}$ – минимальная трудоемкость при выполнении заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимальная трудоемкость при выполнении заданной i -ой работы, чел.-дн.

В настоящем бакалаврском проекте трудоемкость рассчитывается по работам, которые выполнены студентом, инженером и научным руководителем. Исходя из полученной трудоемкости, продолжительность работы рассчитывается на каждой стадии проектирования по следующей формуле:

$$T_{p i} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}$$

где:

$T_{p i}$ – продолжительность i -ой работы, раб.дн.

$t_{ож i}$ – трудоемкость ожидаемая при выполнении i -ой работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – количество исполнителей, которые на одном этапе выполняют одну и ту же работу, чел.

3). Определение графика проведения научного исследования

Для отображения этапов проектирования, используют сетевой график или линейный график. Для удобства построения каждого шага должны быть переведены в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{к i} = T_{p i} \cdot k_{кал}$$

где:

$T_{к i}$ – продолжительность i -ой работы в календарных днях.

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

где:

$T_{кал}$ – календарных дней году (365).

$T_{\text{вых}}$ – выходных дней в году (105).

$T_{\text{пр}}$ – праздничных дней в году (27).

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 105 - 27} = 1.57$$

Таблица 4.5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел - дни	t_{max} , чел - дни	$t_{ож}$, чел - дни			
Составление и утверждение темы проекта	2	5	3,2	Руководитель	3,2	4,7
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2	5	3,2	Руководитель, инженер	1,6	2,4
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	2	4	2,8	Руководитель, инженер	1,4	2
Подбор литературы по тематике работы	2	4	2,8	Инженер	2,8	4,1

Сбор материалов и анализ существующих разработок	3	6	4,2	Руководитель, инженер	2,1	3,1
Выбор и обоснование наиболее подходящей и перспективной методики	2	6	3,6	Руководитель	3,6	5,3
Разработка экспериментального макета устройства	4	10	6,4	Руководитель, инженер	3,2	4,7
Выбор структурной схемы	7	12	9	Инженер	9	13,3
Выбор принципиальной схемы	4	10	6,4	Инженер	6,4	9,5
Согласование полученных данных с научным руководителем	3	7	4,6	Руководитель, инженер	2,3	3,4
Оценка эффективности полученных результатов	2	5	3,2	Инженер	3,2	4,8
Работа над выводами по проекту	2	4	2,8	Руководитель, инженер	1,4	2,1
Составление пояснительной записки	10	20	14	Инженер	14	20,7

Таблица 4.6 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T _{кп} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ													
				Фев.		Март			Апр.			Май					
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	4,7	■													
2	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Руководитель, инженер	2,4	□	■												
3	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, инженер	2		□	■											
4	Подбор литературы по тематике работы	Инженер	4,1			□											
5	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Руководитель, инженер	3,1				□	■									
6	Выбор и обоснование наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель	5,3					■									
7	Разработка экспериментального макета устройства	Руководитель, инженер	4,7					□	■								
8	Выбор структурной схемы	Инженер	13,3						□								
9	Выбор принципиальной схемы	Инженер	9,5							□							
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, инженер	3,4								□	■					
11	Оценка эффективности	Инженер	4,8									□					

оборудования, зданий и других основных фондов и т. Д.), , А также запасные части для ремонта оборудования, амортизация инструментов, приборов, оборудования, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, а не на зависании с грунтом других средств, быстро набирать комбинезоны и другие предметы низкого качества и износа;

- приобретенные компоненты и полуфабрикаты, которые подлежат дальнейшей установке или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, закупленные комплектующие и полуфабрикаты, которые используют в качестве объектов исследований, а также для пользования, технического обслуживания и ремонта изделий - объектов испытаний (исследований);

Для того, чтобы рассчитать материальные затраты можно использовать следующий формул:

$$З_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i + N_{расх\ i}$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значение коэффициента (k_T), отражающее соотношение затрат на поставку материальных ресурсов и цены на их приобретение, зависит от условий контрактов на поставку, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т. Д. Транспортные расходы принимаются В пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для этого развития, регистрируются в таблице.

Таблица 4.7 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты, (З _м), руб.
Бумаги	лист	150	2	345
Картриджи	штучка	1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
Ручки	штучка	2	20	46
Тетради	штучка	3	50	172,5
Итого				2116

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В эту статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, приборов, стендов, устройств и механизмов), необходимых для выполнения работы по определенной теме.

Стоимость специального оборудования определяется в соответствии с действующим прейскурантом, а в некоторых случаях - по договорной цене. При покупке специального оборудования необходимо учитывать затраты на его доставку и установку в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и доступного в этой научно-технической организации, учитывается при расчете в виде амортизационных отчислений.

Таблица 4.8 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	оборудования	Количество оборудования	Цена оборудования, тыс. руб.	Суммарная стоимость, тыс. руб.
1	Трубы картонные 3,5м	6	0,02	0,12
2	Приборы для измерения длины картонной трубы	1	2,5	2,5
3	Компьютер	1	30	30
Итого:				32,62

Расчёт основной заработной платы исполнителей

Эта статья включает в себя основную заработную плату научных и инженерных работников, работников типовых мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в реализации работ по этой теме. Размер заработной платы определяется на основе трудоемкости выполняемой работы и текущей системы окладов и тарифных ставок. Базовая зарплата включает бонус, выплачиваемый каждый месяц из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или зарплаты.

Статья включает в себя основную заработную плату сотрудников, непосредственно занимающихся выполнением НИИ (включая премиальные, со-платежи) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. Дн.

Таблица 4.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней – выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезням	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Месячный должностной оклад работника:

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

где, $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб ();

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

Таблица 4.10.

Исполнители	Разряд	$Z_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$ раб.дн	$Z_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	Ассистент	16500	1,3	21450	1121	11	12331
Инженер		9800	1,3	12740	665,8	47	31292,6
Итого, руб							43623,6

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты на дополнительную заработную плату исполнителей темы учитывают размер дополнительных выплат за отклонение от обычных условий труда, а также платежи, связанные с предоставлением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при объединении работы с обучением, предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Определить дополнительную заработную плату по следующему формулу:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В этом пункте расходов обязательные отчисления выплачиваются в соответствии с нормами государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) в соответствии с законодательством Российской Федерации о трудовых затратах.

Для расчёта отчислений во внебюджетные фонды используют следующую формулу:

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

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

В 2014 году в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2009 года №212-ФЗ размер страховых премий составляет 30%. На основании пункта 1 статьи 58 Закона № 212-ФЗ для учреждений, занимающихся образовательной и научной деятельностью в 2014 году, существует льготная ставка в размере 27,1%.

Отчисления в внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме.

Таблица 4.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	12331	1726.3
Инженер	31292,6	4381
Коэффициент отчислений в внебюджетные фонды	0,271	
Итого	13477	

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают другие расходы организации, которые не включены в предыдущие статьи расходов: печатные и фотокопии

исследовательских материалов, оплата услуг связи, электричество, почтовые и телеграфные расходы, воспроизведение материалов и т. д. Их стоимость определяется Следующая формула:

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

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Определить бюджет затрат научно-исследовательского проекта

Ориентировочная стоимость исследовательских (предметных) затрат является основой для формирования бюджетного бюджета проекта, который при формировании договора с клиентом защищается научной организацией как нижний предел затрат на разработку научных и Технические продукты.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2116	Таблица 4.7
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	32620	Таблица 4.8
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43623,6	Таблица 4.10
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6107,3	Таблица 4.11
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13477	Таблица 4.11
6. Накладные расходы	23697,3	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	121641,2	Сумма ст. 1- 6

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что первый вариант – это более эффективный

вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности, вследствие обеспечения высоких показателей реализации.

5. Социальная ответственность

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ISO 26000:2011).

Целью настоящей бакалаврской работа является обработка акустических сигналов методом двухчастотного зондирования. Объектом исследования в данной работе является математическая модель акустических сигналов. Математическая модель может применяться для модулирования принятых акустических сигналов в области измерения расстояния.

Для выполнения поставленной задачи, проводились теоретические исследованиями, анализ и структуризация полученных данных, проектированием и программированием информационных систем с использованием вычислительной техники: персональный компьютер и периферийные средства.

Однако использование компьютерной техники накладывает на человека ряд вредных факторов, что впоследствии снижает производительность его работы и может привести к серьезным проблемам со здоровьем сотрудника.

Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1. Описание рабочего места

Научно-исследовательская деятельность выполнялась в помещении кафедры «промышленной и медицинской электроники» шестнадцатого корпуса ТПУ. Помещение оснащено видео-дисплейными терминалами (ВДТ), персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), компьютерными столами, стульями, столом для коллективной работы,

огнетушителями, кондиционером, противопожарной сигнализацией и датчиками дыма.

Помещение относится к классу помещений без повышенной опасности, так как отсутствуют условия, создающие повышенную или особо повышенную опасность.

Согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, расстояние между рабочими столами оборудованными мониторами, равно 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов примерно 1,2 м. Площадь одного рабочего места пользователей ПК с монитором на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) — 4,5 м². В рассматриваемом помещении данные требования не выполняются, так как расстояние между рабочими столами порядка 0,5 м или же отсутствует вовсе. Расстояние между боковыми поверхностями также соблюдено не везде и составляет меньше установленного.

Для соблюдения всех требований СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 необходимо в помещении уменьшить количество рабочих мест.

Для обеспечения безопасности в рабочей зоне необходимо проанализировать влияние вредных и опасных факторов, а также возникновение чрезвычайных ситуаций [11].

Микроклимат

Присутствие вредных факторов на рабочем месте неблагоприятно сказываются на здоровье человека. Для предотвращения возникновения неблагоприятных условий труда необходимо учитывать следующие возможные влияния вредных факторов.

Повышенная температура поверхностей ПК и воздуха в рабочей зоне оказывает негативное влияние на нервную систему человека, психологическая атмосфера в помещении может дестабилизироваться и стать причиной возникновения конфликтов в коллективе. Высокая температура может послужить причиной роста болезнетворных бактерий, которые влекут за собой риск возникновения разного рода заболеваний.

Влажность в помещении играет немаловажную роль в продуктивной работе сотрудников. При пониженной влажности воздуха происходит осушение слизистых оболочек человека. Такие условия могут привести к повышенному накоплению вредных бактерий и вирусов в дыхательных путях. Также неблагоприятными условиями является повышенная влажность в офисном помещении, которая способствует размножению грибков, плесени, бактерий. Повышенное содержание таких микроорганизмов способствует возникновению у человека аллергических и хронических заболеваний дыхательных путей.

Санитарные нормы устанавливают параметры микроклимата, создавая комфортные условия. Нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственных помещений.

Таблица 5.1. Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, в кабинете поддерживается температура равная 19–20 °С, при относительной влажности в 55–58%. Для этого в помещении проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ [11][12].

Шум

Одной из важных характеристик производственных помещений является уровень шума. Основными источниками шума в офисе являются:

- система охлаждения центральных процессоров;
- система охлаждения блоков питания;
- жесткие диски;
- шум с улицы.

Повышенный уровень шума неблагоприятно воздействует на организм человека в целом, так и на нервную систему и органы слуха в частности, что ведёт к падению производительности труда и может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению слуха.

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуются регулярно проводить их техническое обслуживание: очищение от пыли, замена смазывающих веществ. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории.

Нормативы на шум в офисном помещении при работе с ПК эквивалентны уровням звука в 50 дБА. В результате анализа шума в офисе был сделан вывод, что все требования и нормы выполняются [13].

Электромагнитные излучения

Электрические сигналы цепей при работе компьютера являются источниками электромагнитного излучения.

Влияние электромагнитных полей на человека зависит от сильных электрических и магнитных полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облученной поверхности тела и индивидуальных характеристик организма.

Нарушения в теле человека под воздействием электромагнитных полей малых напряжений обратимы. При воздействии на поля, которые имеют напряжение выше максимально допустимого уровня, нарушения нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и некоторой биологической крови.

Согласно технической спецификации монитора, соответствуют стандарту ТСО'03. Это значит, что напряженность электромагнитного поля вокруг монитора по электрической составляющей в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц составляет не более 10 В/м, что соответствует нормам ТСО'03 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Согласно СанПиН 2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:

в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц – 25 в/м;

в диапазоне частот 2 – 400 кГц – 2.5 в/м.

Освещение

Естественный свет создается прямым солнечным светом или рассеянным светом с неба. Он должен предоставляться для всех производственных, складских, санитарных и административных помещений.

Спектр естественного света наиболее благоприятен для глаз человека. В солнечном спектре ультрафиолетовое излучение важно для здоровья человека, но оно почти полностью замедляется при прохождении через обычное стекло, поэтому оно не проникает в помещение.

Существуют следующие виды промышленного освещения: натуральные, искусственные и комбинированные. Естественное освещение обеспечивается прямым и отраженным светом с неба. С физиологической точки зрения естественный свет наиболее благоприятен для людей. Естественное освещение в течение дня меняется в довольно широких пределах, в зависимости от состояния атмосферы (облачность). Есть боковое естественное освещение - через светлые отверстия (окна) во внешних стенах и верхний естественный свет, при котором световой поток проникает через светлые отверстия, расположенные в верхней части (крыше) здания (аэрация и зенитные установки Фонари и т. Д.). Если используются оба типа освещения, то он называется комбинированным. Для характеристики естественного света используется коэффициент естественного света (КЕО). Значения КЕО для разных помещений лежат в диапазоне 0,1-12%. Уровень естественного освещения в производственных помещениях уменьшается со временем из-за загрязнения глазурованных поверхностей, стен и потолков. Поэтому вы должны регулярно чистить стекло, красить или отбеливать стены и потолки.

Такие меры необходимо проводить чаще, чем выше концентрация пыли или других взвешенных веществ в воздухе.

Ослепляющий эффект прямого солнечного света на рабочих и получающийся в результате яркий свет объектов устраняются с помощью солнцезащитных козырьков, штор, жалюзи и экранов.

Освещение играет немаловажную роль в рабочем процессе. Часто в офисных помещениях недостаточно естественного света. В таком случае необходимо возмещать его недостаток искусственным освещением.

При нехватке освещенности человек испытывает дискомфорт и вследствие всего могут развиваться психические заболевания, ухудшение зрения, снижение концентрации. В рассматриваемой офисной комнате освещение на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа составляет 300 люкс. Освещение не создает бликов на поверхности экрана. Освещение поверхности экрана составляет приблизительно 300 люкс. Яркость общего освещения в области радиационных углов от 50 до 90 градусов с вертикальной в продольной и поперечной плоскостях составляет не более 200 кд / м².

Показатели соответствуют нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [14].

5.1.2. Анализ опасных факторов

Для определения опасных и вредных производственных факторов мы определяем работу и операции, связанные с внедрением СГД. Основная работа была выполнена на рабочем месте с использованием ПК и периферийного оборудования. Работа на ПК относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. Мы определяем опасные и вредные производственные факторы в соответствии с представленной работой. [15]

Для данных работ вредны следующие факторы:

- шум на рабочем месте от эксплуатации оборудования;
- электромагнитное излучение от мониторов;
- Опасность поражения электрическим током

Пожарная безопасность

Пожары приводят к полной потере информации и большим трудностям при полном восстановлении всей информации.

Источниками зажигания могут быть: неисправности проводки, розетки и переключатели, которые могут привести к короткому замыканию или разрушению изоляции; Использование поврежденных (неисправных) электроприборов; Используйте в комнате электронагреватели с открытыми нагревательными элементами; Возникновение огня из-за молнии ударяет по зданию; Неточное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности [16].

Электробезопасность

В связи с наличием электрооборудования для данного объекта характерным является возможность поражения электрическим током. Для снижения данного риска необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Электробезопасность - это система организационных и технических мер и средств защиты людей от вредных и опасных воздействий электрического тока, электрической дуги и статического электричества

Электрические установки, которые включают почти все компьютерное оборудование, представляют большую потенциальную опасность для человека, поскольку во время работы или проведения профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под стрессом.

Опасные и вредные производственные факторы включают повышенную величину напряжения в электрической цепи, замыкание которой может происходить через тело человека, повышенный уровень статического электричества, электромагнитное излучение, повышенное напряжение электрических и магнитных полей.

Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18–20 °С, с влажностью 40–50%. Электробезопасность является опасным фактором и обычно она связана со следующими источниками:

- поражение электрическим током;
- статическое электричество;
- молниезащита.

Мероприятия защиты при электробезопасности следующие:

- отключать электрооборудование при его ремонте;
- периодически снимать электростатическое напряжение, касаясь пальцами рук, заземленных поверхностей;
- для безопасности во время гроз необходимо удостовериться о наличие молниеотвода, и того факта, что все розетки в кабинете заземлены.

В отличие от других источников опасности, электрический ток не может быть обнаружен без специального оборудования и устройств, поэтому его воздействие на людей чаще всего является неожиданным.

Последствия влияния электрического тока на организм человека приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Влияние электрического тока на организм человека

Вид воздействия	Следствие	Виды электротравм
Термическое	Ожоги отдельных частей тела, нагревание внутренних органов	Электрический ожог, электрический знак, металлизация кожи.
Биологическое	Разложение и возбуждение живых тканей, судорожное сокращение мышц	Механические повреждения
Электролитическое	Разложение крови и других жидкостей, нарушение их физико-химического состава	Электрический удар

Все помещения, в зависимости от условий, делятся на помещения:

- особо опасные;
- с повышенной опасностью поражения электрическим током;
- без повышенной опасности поражения электрическим током.

В помещении, где выполнялась работа, используются устройства с напряжением 220 В переменного тока частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни.

В соответствии с классификацией помещений для риска поражения электрическим током разработка стимулированных выбросов проводится в помещении без повышенной опасности, то есть его не следует характеризовать наличием таких условий, как высокая влажность (относительная влажность воздуха более 75 % долгое время); Высокая температура (более 35 ° С); Проводящая пыль; Возможность одновременного контакта с металлическими компонентами, подключенными к заземлению и металлическим корпусам электрооборудования.

5.1.3. Рекомендации для минимизации влияния

Рекомендации для улучшения микроклимата

Меры по улучшению воздушной среды в производственной зоне включают надлежащую организацию вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может выполняться естественным и механическим способом. Зимой в комнате должна быть установлена система отопления.

Объем помещений с компьютером должен быть не менее 20 м³ / чел. [17].

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация работы в зависимости от времени года и дня, чередование работы и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование, отопительная система).

Рекомендации для минимизации влияния шума

Чтобы уменьшить шум, вы должны:

- Ослабить шум самих источников, используя звукоизоляцию;
- уменьшить эффект общего эффекта отраженных звуковых волн;
- использовать архитектурные и технологические решения, отделить до изоляции источников шума.

Рекомендации для минимизации влияния электромагнитных излучений

Это развитие направлено на сокращение количества часов, потраченных сотрудником на ввод персональных данных гражданина, что уменьшает

влияние электромагнитного излучения. Время переподготовки сотрудников не будет сильно увеличивать влияние фактора, поскольку это происходит один раз.

Рекомендации для минимизации воздействия освещения

Для обеспечения необходимого уровня освещения в помещении используются дневные лампы, равномерно распределенные по всему потолку офиса. Для освещения комнаты наиболее широко используются лампы типа ЛБ.

Меры для обеспечения безопасности при пожаре

Одним из условий обеспечения пожарной безопасности любого производственного процесса является устранение возможных источников воспламенения. [16]

Чтобы устранить возможность пожара в помещении, необходимо соблюдать следующие меры пожаротушения:

- ограничение количества горючих веществ;
- устранение возможных источников воспламенения (электрические искры, нагрев снарядов снарядов);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- техническое обслуживание электрооборудования в хорошем состоянии, использование предохранителей и автоматических выключателей в оборудовании, после завершения работ все установки должны быть обесточены;
- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушителей, таких как ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и поддержания их в хорошем состоянии;
- разрешение на курение только в определенных местах;
- поддержание путей и проходов эвакуации людей в свободном состоянии;
- проводить брифинги пожарной безопасности один раз в год;

- назначение сотрудника по пожарной безопасности, отвечающего за помещение.

Рекомендации для защиты от электрического тока

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электрической травмы и профессиональных заболеваний.

Кроме того, если компьютер блокирует любую часть компьютера, он может находиться под током, что может привести к электрическим повреждениям или поражению электрическим током. Чтобы устранить это, предлагается соединить металлические корпуса оборудования с заземляющим проводником.

В случае аварии жертва должна быть немедленно освобождена от электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайного контакта корпусами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление осуществляется изолированным медным проводом с поперечным сечением 1,5 мм², который соединен с общей наземной рейкой с полным поперечным сечением 5,4 мм² при сварке. Общая шина подключена к земле, сопротивление которой не должно превышать 4 Ом. Устройство должно питаться от панели питания через автоматический предохранитель, который срабатывает при замыкании нагрузки.

При использовании компьютера запрещается:

- включить компьютер в случае неисправной защиты электропитания;
- подключайте и отсоединяйте разъемы силовых кабелей и вентиляционных блоков при подаче сетевого напряжения;
- заменить съемные детали под напряжением;
- паяльное оборудование под напряжением;
- снять щиты, блокирующие доступ к находящимся под напряжением деталям;

- Используйте электроинструменты с напряжением 36 В и выше с необорудованными корпусами.

При правильной работе электроустановок и использовании соответствующего защитного оборудования риск поражения электрическим током минимизируется.

Во избежание поражения электрическим током в организации необходимо выполнить следующие действия:

- компьютеры подключены к сети с помощью трехполюсных штепселей, а центральный штекер штекера надежно заземлен.

- при работе электрооборудования рабочее место должно быть оборудовано таким образом, чтобы сотрудники не могли касаться токоведущих устройств, заземляющих стержней, нагревательных батарей, водопроводных труб.

- Сервисный персонал должен быть проинструктирован о безопасности рабочего места.

- профилактическая проверка отказа напряжения, отключение неисправного оборудования и заземление.

5.2. Экологическая безопасность

5.2.1. Анализировать воздействие людей на окружающую среду

Охрана окружающей среды - деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленных на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия экономической и иной деятельности на окружающую среду и устранение ее последствий. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов от промышленных предприятий является полный переход к безотходным, малоотходным и энергосберегающим технологиям и отраслям.

При разработке любых автоматизированных систем возникает необходимость утилизации промышленных отходов, которые в этом случае являются бумажными отходами (макулатурой) и дефектными частями персональных компьютеров, досок, контроллеров.

5.2.2. Рекомендации для того, чтобы минимизировать влияния людей на окружающую среду

Бумажные отходы должны быть переданы соответствующим организациям для дальнейшей переработки на вторичные бумажные изделия. Дефектные компоненты персональных компьютеров должны быть переданы либо государственным организациям, осуществляющим экспорт и уничтожение бытовых и промышленных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Важнейшими этапами управления отходами являются их сбор, дальнейшая обработка, удаление и удаление [18].

Другим способом сокращения отходов бумаги является хранение данных на электронных носителях. Это программное обеспечение позволяет хранить данные на жестком диске в электронной форме.

5.3. Безопасность при чрезвычайных ситуациях

5.3.1. Возможные чрезвычайные ситуации

Когда работаем в помещении могут быть следующие чрезвычайные ситуации:

- преднамеренное / непреднамеренное;
- антропогенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, несчастные случаи на системах жизнеобеспечения / естественные, связанные с проявлением природных сил природы.
- экологические - это аномальные изменения состояния окружающей среды, такие как загрязнение биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди / антропогенные - являются результатом ошибочных действий людей.
- биологические - различные эпидемии, эпизоотии, эпифитотии;

- комбинированные.

В соответствии со скоростью развития, чрезвычайные ситуации могут быть: взрывными, внезапными, мимолетными, гладкими. О масштабах последствий: местные, местные, территориальные. По возможности предотвращение: неизбежное (например, естественное) и предотвратимое (например, искусственное, социальное).

Одной из наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций в офисном здании является возникновение пожара. Причинами такого рода чрезвычайных ситуаций могут быть:

- возникновение короткого замыкания в проводке;
- пожар ПК-устройств из-за неисправности оборудования;
- зажигание устройств искусственного освещения;
- пожар мебели из-за нарушения правил пожарной безопасности, а также ненадлежащее использование дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

5.3.2. Меры для ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий

Пожарная безопасность означает надлежащее состояние объекта, исключая возможность возникновения пожара (пожара) и его распространения в космосе. Обеспечение пожарной безопасности является приоритетом для любого предприятия. Создание системы защиты регулируется законом и нормативными документами различных ведомств.

Режим пожаров для каждого предприятия индивидуальный. Он должен отвечать общим требованиям, установленным законодательными актами, но с учетом специфики деятельности.

Правила хранения конфиденциальных данных в электронных таблицах. В киберпространстве различные способы могут быть использованы для совершения кибер-атаки:

- получение несанкционированного доступа к государственной и военной тайне, банковской и личной информации;

- Повреждение определенных физических элементов информационного пространства, например, разрушение энергетических сетей, вмешательство,
- использование специальных программ для уничтожения аппаратных средств;
- кража или уничтожение информации, программ и технических ресурсов путем преодоления систем безопасности, введения вирусов, программных закладок;
- Влияние на программное обеспечение и информацию;
- раскрытие и угроза публикации секретной информации;
- изъятие медиаканалов с целью распространения дезинформации, слухов, демонстрации силы террористической организации и объявления ее требований;
- уничтожение или активное подавление линий связи, неправильная адресация, перегрузка узлов связи;
- проведение информационных и психологических операций.

Указания по защите от кибератак:

- мониторинг и реагирование на инциденты (включая поведенческий анализ пользователей);
- анализ исходных кодов программного обеспечения;
- Сетевая безопасность;
- Шифрование.

Основными причинами чрезвычайных ситуаций являются: сложность технологии, недостаточная квалификация персонала, недостатки дизайна, низкая технологическая дисциплина и внешние чрезвычайные ситуации: это стихийные бедствия, неожиданные

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1. Психофизиологические факторы

Психофизиологические вредные факторы включают статическую физическую перегрузку, психическое перенапряжение, монотонность работы, эмоциональную перегрузку.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв на отдых и питание продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, что не включено в рабочее время.

Время подачи перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются внутренними трудовыми нормами или соглашением между работником и работодателем.

В работах, где предоставление условий для отдыха и питания невозможно в зависимости от условий производства (работы), работодатель должен предоставить работнику возможность отдохнуть и поесть в рабочее время. Перечень таких работ, а также места для отдыха и приема пищи устанавливаются правилами внутреннего трудового законодательства.

Организация работы с ПЭВМ должна осуществляться в зависимости от типа и категории работы. Чтобы предотвратить преждевременную усталость пользователей ПЭВМ, рекомендуется организовать рабочую смену, чередуя работу с ПЭВМ и без него. Во время регулируемых перерывов, чтобы уменьшить нервно-эмоциональное напряжение, усталость зрительного анализатора, устранить влияние гиподинамии и гипокинезии, чтобы предотвратить усталость, целесообразно выполнять комплексы упражнений [19].

5.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Правильная организация рабочего места человека, работающего с ПК, имеет большое значение для предотвращения статических физических перегрузок. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) рекомендаций по охране труда. Дизайн рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (место, органы управления, средства отображения информации и т. Д.) Должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочие места с ПК при выполнении творческой работы, требующие значительного умственного стресса или высокой концентрации внимания,

рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м. Экран видеомонитора должен быть от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм, с учетом размера буквенно-цифровых символов и символов.

Конструкция рабочего кресла (стула) должна обеспечивать поддержание рационального рабочего положения при работе на ПК, позволяя вам изменить положение, чтобы уменьшить статическое напряжение мышц шейно-плечевой области и обратно, чтобы предотвратить Развитие усталости.

Также стоит учитывать требования к размещению инструментов отображения информации (Таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Расположение устройства отображения информации

Тип устройства отображения информации	Угол, градусы	
	В вертикальной плоскости	В горизонтальной плоскости
Очень часто использовать	±15	±15
Часто использовать	±30	±30
Редко использовать	±60	±60

5.4.3. Обеспечение гарантий защиты конфиденциальных данных граждан

По заключению договора подписывается «Соглашение о конфиденциальности и неразглашении информации». Его цель - решить проблему хранения, использования, раскрытия и передачи конфиденциальной информации.

В документе «Соглашение о конфиденциальности» можно выделить следующие разделы:

- Предмет соглашения. Он содержит цель и цель документа.
- Права и обязанности сторон.
- Ответственность сторон. В этом пункте указаны факторы, при которых раскрывающая сторона несет юридическую ответственность за раскрытие,

использование или нарушение условий хранения конфиденциальной информации. Учитываются пункты преднамеренного и непреднамеренного использования конфиденциальной информации. А также ряд юридических санкций в случае нарушения вышеуказанных положений.

- Условия раскрытия. Указываются строгие критерии и условия, при которых эта информация может быть раскрыта. Первым условием должно быть «взаимное согласие сторон». Без этого фактора информация должна быть запрещена для раскрытия.

Настоящий документ составлен на основе федеральных законов [20].

Заключение

В настоящей курсовой работе было рассмотрено распространение акустического сигнала по волноводу и обработана математическая модель принятого эхо-сигнала. Для того, чтобы оценить применимость данной созданной математической модели, было проведено сравнение между эхо-сигналами, полученными по математической модели и по эксперименту.

Для создания математической модели эхо-сигнала было использован программный пакет Delphi. В среде Delphi были написаны графики принятых акустических сигналов, рассчитанных по математической модели, и было проведено сравнение этих сигналов и эхо-сигналов, принятых из эксперимента.

В результате сравнения было доказано, что данная математическая модель характеризуется наивысшей применимостью. Используя полученная программа, можно без эксперимента провести модулирование и получить принятые акустические сигналы с допустимой ошибкой.

Преимущество настоящей работы заключается в том, что было реализовано моделирование эхо-сигнала и была получена его математическая модель с допустимой погрешностью. Однако в настоящей работе имеются недостатки: 1). только рассмотрено несколько мод эхо-сигнала, соответственно, уменьшили точность математической модели; 2). При отражении акустического сигнала на поверхности волновода существуют потери, так как амплитуда сигнала при этом снижается. Однако в настоящей работе не рассматривали об этом.

Список публикаций студента

1. Асочаков А. С., Старостин А. Л. Обработка данных с фазированной антенной решётки с использованием MatLab [Электронный ресурс] // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 5-9 Октября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 240-242.
2. Старостин А. Л., Асочаков А. С. Определение момента прихода эхо-импульса для метода двухчастотного зондирования [Электронный ресурс] // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 5-9 Октября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 292-294.
3. Старостин А. Л., Филиппова Т. В. Опыт развития модели экономики замкнутого цикла России и Китая // Экономика России в XXI веке: сборник научных трудов XII Всероссийской научно-практической конференции "Экономические науки и прикладные исследования": в 2 т., Томск, 17-21 Ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 458-467
4. Старостин А. Л., Шульгина Ю.В. Математическое моделирование акустических сигналов методом геометрической акустики // Научная сессия ТУСУР 2016: сборник трудов XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых., Томск, 25 – 27 мая 2016. (принято к публикации)

Список используемых источников

5. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник // Москва: Техносфера, 2006. – 592с. ISBN 5-94836-050-4.
6. А. И. Солдатов, П. В. Сорокин, В. С. Макаров. Определение временного положения акустического импульса методом аппроксимации огибающей сигнала // УДК 621.3.088.
7. Датчики: Справочное пособие/ Под общ. ред. В. М. Шарапова, Е. С. Полищука // Москва: Техносфера, 2012. – 624с. ISBN 978-5-94836-316-5.
8. Микроэлектронные измерительные преобразователи: учебное пособие/ В. Б. Топильский – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 493с. ISBN 978-5-9963-0635-0.
9. Никита Культин. Основы программирования в DELPHI // Электронный ресурс/ 2015.
10. Фаронов В. В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов – СПб.: Питер, 2008. – 640с.: ил. ISBN 978-5-8046-0008-3.
11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрав России, 2003.
12. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1998.
13. СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Информационно-издательский центр Минздрав России, 1996.
14. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.:

Минстрой России, 1995.

15. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1998.
16. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ.
17. ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
18. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.
19. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015).
20. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

Приложение «код программы»

unit graf;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart, StdCtrls, ComCtrls,
ExtDlgs, Menus, Math, Spin;

type

TForm1 = class(TForm)
 Chart1: TChart;
 Series1: TFastLineSeries;
 Label1: TLabel;
 Label3: TLabel;
 Button1: TButton;
 Label4: TLabel;
 Label5: TLabel;
 Series2: TFastLineSeries;
 Label6: TLabel;
 Label7: TLabel;
 MainMenu1: TMainMenu;
 N1: TMenuItem;
 txt1: TMenuItem;
 txt2: TMenuItem;
 CoxBIN1: TMenuItem;
 N2: TMenuItem;
 OpenDialog1: TOpenDialog;
 SaveDialog1: TSaveDialog;
 SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
 Label8: TLabel;
 SpinEdit1: TSpinEdit; //амплитуда
 SpinEdit2: TSpinEdit;
 SpinEdit3: TSpinEdit;
 SpinEdit4: TSpinEdit;

```
SpinEdit5: TSpinEdit;
Series3: TFastLineSeries;
Series4: TFastLineSeries;
ScrollBar1: TScrollBar;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
ScrollBar2: TScrollBar;
SpinEdit7: TSpinEdit;
RichEdit1: TRichEdit;
Label14: TLabel;
SpinEdit8: TSpinEdit;
Button2: TButton;
Label2: TLabel;
RichEdit2: TRichEdit;
Series5: TLineSeries;
SpinEdit9: TSpinEdit;
Label9: TLabel;
Label12: TLabel;
SpinEdit10: TSpinEdit;
Label13: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
CheckBox1: TCheckBox;
CheckBox2: TCheckBox;
CheckBox3: TCheckBox;
CheckBox4: TCheckBox;
SpinEdit6: TSpinEdit; //частота
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure ScrollBar1Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar2Change(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure txt1Click(Sender: TObject);
procedure CheckBox1Click(Sender: TObject);
procedure CheckBox2Click(Sender: TObject);
procedure CheckBox3Click(Sender: TObject);
```

```

    procedure CheckBox4Click(Sender: TObject);

private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;
    Temt,Temt0, Rast,V: real;
    FlagR: Boolean;
    Chs1,Chs2: Integer;
    Tr,Vv: Real;
implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    i,j,count: integer;
    Temt,Temt0,A,S,S0,d,f1,f2: real;
    N,M : integer;
    y1,y2,A1,A2,p,pp,L,t0,t:real;
begin

    richedit1.SetSelTextBuf(0); //очистить справые данные
    richedit1.Clear();

    A:= SpinEdit1.Value/1000; //Амплитуда
    N:= SpinEdit5.Value*3; //количество периодов
    Temt0:= SpinEdit10.Value; //температура (дробь)
    Temt0:= Temt0/100;
    Temt:=SpinEdit3.Value+Temt0; //температура
    S0:= SpinEdit9.Value; //измеряемое расстояние (дробь)
    S0:= S0/100;
    S:=SpinEdit4.Value+S0; //измеряемое расстояние

```

```

f1:=SpinEdit2.Value*5.97; //частота сигнала первого
f2:=SpinEdit8.Value*5.97; //частота сигнала второго
M:= SpinEdit6.Value; //количество отражений
d:=SpinEdit7.Value/100; //диаметр волновода
V:= Temt*0.61+331.45; //скорость звука
Label2.Caption:= 'Скорость звука = ' + FloatToStr(V) + ' ' + 'м/с'; //показание
скорости в окне

//Вывод данных в RichEdit
RichEdit1.Lines.Insert(0,'Температура ' + FloatToStr(Temt)+' °С' + ' '
+'Растояние ' + FloatToStr(S)+' м' + ' ' + 'Количество отражений ' +
FloatToStr(M));
RichEdit1.Lines.Insert(1, 'Частота1 - ' + FloatToStr(f1/6)+' Гц'+ ' ' + 'Частота2
- ' + FloatToStr(f2/6)+' Гц'+ ' ' + 'Количество периодов ' + FloatToStr(N));
RichEdit1.Lines.Insert(2, 'Диаметр волновода ' + FloatToStr(d*2)+' м');
RichEdit1.Lines.Insert(3, 'Скорость звука ' + FloatToStr(V)+' м/с');
RichEdit1.Lines.Insert(4, ' ');
count:=5;

Series1.Clear;
Series2.Clear;
y1:=0;
y2:=0;
p:=0.0015; //потери в воздухе
pp:= 7500; //затухание колебания зонда
t0:= S/V;
t0:= t0-1/f1;
t:=t0;
Series1.AddXY(0, 0.06, "", clBlue);
Series2.AddXY(0, 0.06, "", clBlue);
RichEdit1.Lines.Insert(count,FloatToStr(count-5)+'0'+ ' ' ; '+0'+ ' ' ; '+0'+ ' ' ; '+0');
count:=count+1;

while t<t0+(100/f1) do
begin
y1:=0;
y2:=0;

```

```

A1:=0;
A2:=0;

for j:= 0 to M do
begin
  L:= sqrt(S*S+j*j*d*d);
  t0:= L/V;
  //сигнал с частотой f1
  if t<t0
    then A1:= 0
  else if t>(t0+N/f1)
    then A1:= A*(1/exp(p*L))*Sin(2*Pi*f1*t)*(1/exp(pp*(t-(t0+N/f1))))
  else
    A1:=A*(1/exp(p*L))*Sin(2*Pi*f1*t);

  if Sin(2*Pi*f1*(S/V+1/(200*f1)))<0.06
    then A1:= power(0.75,j)*(-1*A1)
  else
    A1:= power(0.75,j)*A1;
  y1:= y1+A1;

  //сигнал с частотой f2
  if t<t0
    then A2:= 0
  else if t>(t0+N/f2)
    then A2:= A*(1/exp(p*L))*Sin(2*Pi*f2*t)*(1/exp(pp*(t-(t0+N/f2))))
  else
    A2:=A*(1/exp(p*L))*Sin(2*Pi*f2*t);

  if Sin(2*Pi*f2*(S/V+1/(200*f2)))<0.06
    then A2:= power(0.75,j)*(-1*A2)
  else
    A2:= power(0.75,j)*A2;
  y2:= y2+A2;
end;

Series1.AddXY(t*1000, y1/(M+1)+0.06, ", clBlue);
Series2.AddXY(t*1000, y2/(M+1)+0.06, ", clBlue);

```

```

        RichEdit1.Lines.Insert(count,FloatToStr(count-5)+chr(09)+FloatToStr(t)+' ;
'+FloatToStr(t*v)+' ; '+FloatToStr(y1)+' ; '+FloatToStr(y2));
        count:=count+1;
        t:=t+(1/f2/20);
    end;

```

```

end;

```

```

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin

```

```

    Series3.Clear();
    Series4.Clear();
    Series1.Clear();
    Series2.Clear();
    richedit1.SetSelTextBuf(0);
    richedit1.Clear();
    richedit2.SetSelTextBuf(0);
    richedit2.Clear();

```

```

end;

```

```

procedure TForm1.txt1Click(Sender: TObject);

```

```

var NameFile,S0,S0_1,S1,S2,St : String; i,j,N,k,m :Integer; V0,Lr,Gr1,Gr2,Gr3,Gr4 :
real;

```

```

begin

```

```

    if OpenFileDialog1.Execute then begin
        NameFile := OpenFileDialog1.FileName;
        Caption := NameFile; FlagR := True;
        RichEdit2.Lines.LoadFromFile(NameFile);
        With Series3 do Clear; With Series4 do Clear;

```

```

        N:= RichEdit2.Lines.Count;
        S0:= RichEdit2.Lines[4];

```

```

Delete(S0,1,Pos(Chr(09),S0));
S0_1:= Copy(S0,Pos('=',S0)+2,6);
V0:= StrToFloat(S0_1);

for i := 5 to N-1 do begin
  S1 := RichEdit2.Lines[i];

  S2 := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
  k := StrToInt(S2);

  Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
  St := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
  Lr := StrToFloat(St);

  Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
  S2 := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
  Gr1 := StrToFloat(S2);

  Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
  S2 := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
  Gr2 := StrToFloat(S2);

  Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
  S2 := Copy(S1,1,Pos(Chr(09),S1)-1);
  Gr3 := StrToFloat(S2);

  Delete(S1,1,Pos(Chr(09),S1));
  S2 := Copy(S1,1,7);
  Gr4 := StrToFloat(S2);

  Temt0:= SpinEdit10.Value; //температура (дробь)
  Temt0:= Temt0/100;
  Temt:=SpinEdit3.Value+Temt0; //температура
  V:= Temt*0.61+331.45; //скорость звука

  Series3.AddXY(Lr/V*1000-0.3495,(Gr1+Gr3)/2,",clBlue);
  Series4.AddXY(Lr/V*1000-0.3495,(Gr2+Gr4)/2,",clBlue);

```

```
        end;  
    end;  
  
end;  
  
procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender: TObject);  
begin  
    Series1.Active := CheckBox1.Checked;  
end;  
procedure TForm1.CheckBox2Click(Sender: TObject);  
begin  
    Series2.Active := CheckBox2.Checked;  
end;  
procedure TForm1.CheckBox3Click(Sender: TObject);  
begin  
    Series3.Active := CheckBox3.Checked;  
end;  
procedure TForm1.CheckBox4Click(Sender: TObject);  
begin  
    Series4.Active := CheckBox4.Checked;  
end;  
  
end.
```