

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

Школа Базовой инженерной подготовки
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование местоположения макродефектов в композитных диэлектрических материалах с использованием метода механоэлектрических преобразований

УДК 620.22-419.8:691.327

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б40	Фэн Цзе		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Мнс ИШФВП	Хорсов П.Н.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОСГН	Николаенко В.С.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Ларионова Е.В.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Приборостроение	Мойзес Б.Б	к.т.н.		

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р1	<p>Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>
Р2	<p>Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>
Р3	<p>Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н</p>

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
	инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества и диагностики	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>К анализу подлежат: литература отечественных и зарубежных исследователей с целью выяснения достижений мировой науки в области неразрушающего контроля дефектности и напряженно-деформированного состояния диэлектрических материалов, методик динамического и акустического воздействий на твердые тела.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>-</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p><i>Социальная ответственность</i></p>	<p>Ларионова Е.В.</p>
<p><i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i></p>	<p>Николаенко В.С.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>10.10.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Мнс ИШФВП</p>	<p>Хорсов П.Н.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>151Б40</p>	<p>Фэн Цзе</p>		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 64 с., 15 рис., 8 табл.

Ключевые слова: механоэлектрическое преобразование, диэлектрический образец, неразрушающий контроль, отклик.

Объектом исследования является цементно-песчаный, эпоксидно-песчаный и цементный камень.

Цель работы – разработка критериев контроля качества веществ и разработка установки для контроля качества веществ.

В ходе исследования был проведен эксперимент по контролю производительности цементного песка, эпоксидного песка и цементного камня для наблюдения реакции электромагнитных полей в различных материалах.

Результаты проведенных исследований показывают, что развитая система имеет высокую чувствительность из-за средней реакции при возбуждении нескольких импульсов образца. Проведите опрос, чтобы найти параметры ответа, связанные с дефектами и НДС. Исследования показали, что наиболее чувствительные параметры связаны с частотными характеристиками и связанными с Гильбертом параметрами, связанными с преобразованием: амплитуда-время, ответ временного ряда от ответа временного ряда и фазовые характеристики мгновенной частоты генерируемого Гильбертом сигнала анализа.

Уровень реализации: В этом исследовании можно обнаружить основные особенности обнаружения и идентификации композитных изоляционных материалов.

Диапазон: контроль композитных диэлектриков.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	8
1. <u>Метод исследований нарушения и прочности композитных материалов в условиях механических нагрузок</u>	9
1.1 <u>Методы, основанные на явлении акустической эмиссии</u>	9
1.2 <u>Ультразвуковые методы контроля</u>	10
1.3 <u>Метод контроля на основе механоэлектрических преобразований</u>	12
1.4 <u>Состояние вопроса и задачи исследования</u>	15
2. <u>Разработка лабораторного макета мультисенсорной системы контроля</u>	16
2.1 <u>Предпосылки к созданию макета</u>	16
2.2 <u>Описание макета</u>	18
3. <u>Оценка спектральной чувствительности метода механоэлектрического преобразования при контроле напряженно-деформированного состояния по математической модели</u>	20
4. <u>Исследование возможности использования мультисенсорной системы контроля для локализации макродефектов (режим томографа)</u>	25
4.1 <u>Описание экспериментальной установки</u>	25
4.2 <u>Экспериментальные исследования</u>	28
4.3 <u>Анализ экспериментальных данных</u>	31
5. <u>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</u>	36
5.1 <u>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</u>	36
5.1.1 <u>Потенциальные потребители результатов исследования</u>	36
5.1.2 <u>Анализ конкурентных технических решений</u>	36
5.1.3 <u>Технология QuaD</u>	39

5.2. Планирование научно-исследовательских работ	41
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	41
5.2.2. Разработка графика проведения научного исследования	42
5.2.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	43
5.2.3.1. Расчет материальных затрат НТИ	43
5.2.3.2. Основная заработная плата исполнителей темы	44
5.2.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды	46
5.2.3.4. Накладные расходы	47
5.3. Заключение	49
6. Социальная ответственность	50
6.1. Введение	50
6.2. Производственная безопасность	51
6.2.1. Анализ вредных факторов производственной среды	51
6.2.2. Анализ опасных факторов производственной среды	53
6.3. Экологическая безопасность	55
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	56
6.5. Заключение	59
Заключение	60
Список используемых источников	61

ВВЕДЕНИЕ

Впервые метод механоэлектрических преобразований (МЭП) для контроля структурных нарушений в композитных диэлектрических материалах начал разрабатываться в Томском политехническом университете в начале 70-ых годов [1]. Способ включает запись записи параметров электромагнитного поля электромагнитного поля при изготовлении механически возбужденного диэлектрического образца возбуждающего импульса и прием электромагнитного сигнала, записанного в качестве ответного сигнала через образец.

Тип метода МЭП и метод ультразвукового метода. Различие заключается в том, что в ультразвуковом методе сигналы регистрируются и регистрируются в контакте с акустическим передатчиком, таким как электромагнитная энергия, генерируемая в методе ИЕР. Электромагнитное поле Электромагнитное поле Электромагнитное поле Электромагнитное поле Электромагнитное поле Различные материалы в слое электромагнитного поля, пьезоэлектрические включения Интерфейс), а затем преобразованы в электрические сигналы с использованием емкостных конденсаторов. Одним из преимуществ этого метода является то, что сигнал LEAP связывается с приемником, что снижает проблему надежности контактов.

Настоящая работа посвящена повышению чувствительности метода механоэлектрических преобразований.

Целью исследования являются разработка критериев контроля качества веществ и разработка установки для контроля качества веществ.

Личный вклад автора. Вместе с руководством автор принимал участие в разработке целей исследования и активно участвовал в обработке экспериментов и данных измерений получателя и обобщил результаты.

Научное и практическое значение заключается в том, что контрольные устройства могут использоваться для изучения составных диэлектриков при наличии внешних возмущений.

1.МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАРУШЕНИЙ И ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

1.1 Методы, основанные на явлении акустической эмиссии

Под акустической эмиссией понимается излучение звуковых волн, вызванное образованием дефектов в твердом теле.

Экспериментальный протокол наблюдения за излучением выглядит следующим образом.

Волны, возбуждаемые дефектами развития, поступают на звуковые приемники, которые преобразуются в электрические сигналы и поступают в схему обработки. Сигнал имеет форму случайной последовательности радиоимпульсов, соответствующих одному событию - мерцанию акустических излучений. Результирующий передаваемый сигнал падает на пороговое устройство и отделяется от фона шума.

Импульсный поток формируется выбранной последовательностью импульсов. В качестве информационного параметра используйте количество импульсов за определенный период времени. Такое же пороговое устройство генерирует ряд импульсов отсчета видеосигнала от радиоимпульсов и передает его на счетное устройство.

Фактическое применение метода акустической эмиссии различно. Основная область его применения неразрушаема, а ценной особенностью акустической эмиссии является контроль за развитием трещин, то есть наиболее опасных с точки зрения разрушения инженерных сооружений и сооружений. Кроме того, звуковые волны, генерируемые трещинами, создают условия для позиционирования последних. К наиболее важным областям использования акустической эмиссии относятся ядерная энергетика [2].

1.2 Ультразвуковые методы контроля

Ультразвуковые методы контроля (УЗ) получили широкое распространение для обнаружения дефектов и их визуализации [3].

Методы ультразвукового контроля относятся к активным акустическим методам и делятся на несколько подгрупп: методы, которые используют каналы, волновые отражения и комбинации отражений и каналов. Метод канала предполагает, что есть два преобразователя - излучение и прием - расположены по разные стороны контрольного объекта или его контролируемой области. Эта группа включает следующие методы обнаружения дефектов.

Теневой (или амплитудно-теневой) метод, основанный на регистрации уменьшения амплитуды передаваемых волн (так называемых сигналов проникновения) под влиянием дефектов. Одновременное применение импульсов и (редко) непрерывное излучение.

Временный теневой метод, основанный на измерении задержки импульса, вызванной отклонениями вокруг дефекта.

В методе отражения используются один и два преобразователя, обычно импульсное излучение. Эта группа включает следующие методы обнаружения дефектов.

Метод эха основан на записи эхо-сигналов от дефектов. Глубина дефекта оценивается в зависимости от времени поступления импульса и толщины объекта управления.

Метод Эхозеркального, в котором анализируется сигнал, зеркально отражается от нижней поверхности элемента управления и дефекта объекта.

Метод реверберации основан на анализе объема времени реверберации - контролируемого объекта - постепенного процесса затухания в объеме звука. Например, когда контактный преобразователь, в котором контролируется двухслойная структура, находится в доброкачественном составном слое, время реверберации в слое из-за энергии будет перенесено на слой в другом слое.

В комбинированном методе используется принцип записи эхо-сигналов дефектов. Импульс передачи (зонда) обычно наблюдается на экране дисплея, импульсы от объекта управления (земля сигнала) и отражается от противоположной поверхности (дна) дефектного эха.

Перечисленные методы ультразвукового контроля предназначены для обнаружения и обнаружения дефектов в ОС.

Для исследования неоднородностей и дефектов структуры материалов применяются методы ультразвуковой спектроскопии и дефектоскопии, основанные на анализе частотных зависимостей коэффициента затухания и фазовой скорости акустических волн в исследуемом материале [4 - 7].

По измерениям фазовых скоростей акустических волн в широком частотном диапазоне производится расчет упругих модулей твердых тел, в частности, анизотропных композиционных материалов [8, 9].

Характерные размеры неоднородностей структуры конструкционных материалов лежат в диапазоне от единиц до сотен микрометров [11].

Поэтому для измерения затухания и фазовой скорости ультразвуковых волн в таких материалах необходимо применять широкополосные акустические импульсы, имеющие спектральный диапазон от долей до десятков мегагерц. В этом диапазоне величина коэффициента затухания ультразвука может достигать десятков обратных сантиметров [10], поэтому амплитуда зондирующих импульсов должна быть достаточно большой для обеспечения диагностики изделий толщиной до нескольких сантиметров.

При использовании лазерного теплового возбуждения звука возможно обеспечить приемлемые параметры импульса возбуждения.

На основе импульсного фотоакустического эффекта разработан лазерно-ультразвуковой метод, который может выполнять неразрушающую локальную диагностику механических и акустических свойств композита на основе фактического состояния композиционного материала. Этот диагноз необходим на стадии разработки и совершенствования технологии производства материалов, а также определения слабых «слабых» мест в материале до изготовления деталей и изделий.

1.3 Метод контроля на основе механоэлектрических преобразований

Впервые метод механоэлектрических преобразований (МЭП) для контроля структурных нарушений в композитных диэлектрических материалах начал разрабатываться в Томском политехническом университете в начале 70-х годов. Сущность метода МЭП заключается в следующем [12]. Диэлектрический образец импульсный и механически возбужден, а в другом - распространяется вдоль образца и отражает его границу. В процессе движения волновой фронт пересекается с источником электромеханического преобразования, преобразуя преобразование механической энергии в переменное изменение. Параметры электромагнитного поля электромагнитного поля регистрируются емкостным или индуктивным приемником, расположенным вблизи поверхности образца.

По своей сути метод МЭП по типу УЗ методов контроля похож на метод реверберации [13]. Разница заключается в том, что метод записи сигнала шнура преобразует акустическую / электрическую энергию преобразования и что метод использует звуковую энергию датчика датчика, а затем электрический сигнал. Одним из преимуществ этого метода является то, что ИЕР затрагивает принятый сигнал, тем самым устраняя проблему надежности контакта, а также обеспечивает возможность не влиять на параметры ответа сиг- тагина приемника.

Распространение акустических волн, смоделированных с помощью нескольких отражений от их границы рассеяния, происходит в структуре неоднородности, поэтому сигналы, поступающие на приемник, являются рассеянными волнами, которые являются полезными сигналами в методе управления связанными с дефектами ключами зашумляет суперпозиция. Суперпозиция рассеянных волн называется структурной структурой.

Особенностями структурного шума является то, что обусловленный им отклик стабилен при неоднократном возбуждении образца одной и той же

системой возбуждения в случае неизменности структуры образца и геометрии системы источник возбуждения – образец – приемник сигнала [13].

Явление МЭП выполняет обнаружение дефектов для контроля напряженно-деформированного состояния и прочности композитного материала.

В работе [14] проводились исследования изменений спектральных характеристик отклика при одноосном сжатии контактирующих образцов горных пород разного состава. Показано существенное влияние на отклики контакты горных пород, различных по минералогическому составу.

Предложен и физически обоснован метод определения динамики изменения качества контакта и адгезионной прочности диэлектрической матрицы и металла в армированных композиционных материалах на основе явления МЭП [15].

В работе установлена связь частотных характеристик электромагнитных сигналов с характеристиками воздействующего акустического сигнала на образцы из искусственного кристаллического кварца и реальных горных пород, представленных кварцитами, а также исследовано изменение спектральных характеристик отклика от расстояния между емкостным датчиком и поверхностью образца [16].

Результаты показывают, что с использованием метода электромеханической конверсии можно оценить степень напряженно-деформированного состояния, создаваемого температурным полем.

Показана эффективность метода МЭП [17 - 19] при оценке дефектности бетона при циклическом замораживании-оттаивании.

Проведены исследования влияния влажности на параметры электромагнитного отклика при импульсном механическом возбуждении образцов из бетона [21]. Разработана схема замещения электрических процессов, влияющих на параметры отклика при различной степени влажности.

В работе [20] была дана оценка влияния структурных фазовых переходов при термической обработке гипса на параметры электромагнитного отклика на его ударное возбуждение.

Этот метод использовался для изучения влияния слоистого материала на параметры электромагнитного отклика. МЭП.

Так, в работе [22] показано, что увеличение числа слоев существенно влияет на спектр отклика.

Ряд работ посвящен математическим моделям метода МЭП [23 - 24]. При этом реализовано два подхода. В основе одного из них используется лучевое приближение для расчетов движения фронтов акустических волн в образце [23,24].

В основе другого лежит численный метод расчета волновых полей в соответствии с уравнениями, входящими в математическую постановку плоской задачи теории упругости. Она включает в себя уравнения движения, геометрические соотношения (соотношения Коши), физические соотношения, начальные и граничные условия [25].

Лучевая математическая модель [24] дает возможность задавать размеры образца в виде параллелепипеда, координаты источника механического возбуждения и приемника сигнала, привязанные к образцу. Основой этого метода является механоэлектрическая трансформация модели для уменьшения вычислительной сложности, поскольку ее необходимо заменить эквивалентным полубесконечным пространством с учетом отражения границ образца из пространства выборки, где точечный луч распространяется прямо от места возбуждения. Это пространство имеет периодическую структуру в виде ячеек, каждая из которых включает в себя двухслойный (исходный механоэлектрический преобразователь) приемник и зеркало, расположенное в нем относительно соседних ячеек. Каждая ячейка имеет пару трансляционной симметрии.

1.4 Состояние вопроса и задачи исследования

Как показывает анализ литературы, современный взгляд сосредоточен на природе дефекта и повреждения механики их накопленного (хаоса или связанной с ними) связаны между собой. Метод акустической эмиссии и другие методы, можно видеть, что распределение размера дефекта являются прочностными свойствами, что является признаком предстоящего разрушения. Соответственно, управление дефектами, а напряжение - деформированное состояние методы управления должно не только быть в состоянии определить пространственное распределение дефектов в обследовании, но и оценить распределение размера дефекта. Кроме того, способ должен дефектов и напряжений - деформированного состояния степени комплексная оценка.

В способе электромеханического преобразования неразрушающего метода тестирования рассматриваемого по сравнению с акустическим методом имеют очевидные преимущества в ответ на сигнал записи является бесконтактным, который является предпочтительным. Кроме того, емкостной электромеханический способ преобразования приемника может передавать электромагнитный сигнал зондирования, который расширяет возможности метода.

2. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ

2.1. Предпосылки к созданию аппаратуры

Можно предположить, что в соответствии с методом измерения IEP влияние структурных изменений (дефектов и неоднородностей в структуре) контролируемого объекта контролируется кумулятивной деформацией и индуцированными звуковыми волнами, которые отражают отраженные механические нагрузки возбуждения отклика.

При дооснащении с помощью обычных методов механоэлектрических наблюдений наблюдалась та же геометрия и эксперименты, что и точность воспроизводимости стабильной сферы возбуждения или электромеханического преобразователя с интерференционной характеристикой. Поэтому можно сделать вывод, что акустическое возбуждение образца и, следовательно, распространение механоэлектрических процессов преобразования является детерминированной низкослучайной составляющей.

Активное накопление фонового шума на полезных компонентах сигнала широко используется (например, положение, астрономическое).

Суть его состоит в том, что если объект исследования, обладающий детерминированной импульсной характеристикой, возбуждать серией из N импульсов заданной формы, то на выходе будет получена последовательность откликов, представляющих смесь полезных составляющих и шумов. При когерентном сложении полезных составляющих их уровень возрастет в N раз. Стохастические составляющие шума будут складываться некоррелированно, и их уровень возрастет в \sqrt{N} раз. В результате сложения откликов отношение сигнал/шум по уровню сигналов возрастет в \sqrt{N} раз.

Устойчивость реакции непосредственно зависит от устойчивости возбуждения. Из-за неравномерности поверхности параметры взаимодействия между ударным устройством и обследуемым объектом различаются при широко используемом возбуждении. В этом случае длительность контакта ударного устройства с поверхностью объекта исследования изменяется от удара к удару, что влияет на форму генерируемой акустической волны. Были приняты меры для уменьшения влияния на неравномерность поверхности возбужденного объекта с использованием металлической пластины, имеющей эффективную среднюю неровность поверхности.

Из математической модели [24] следует, что форма отклика изменяется в зависимости от местоположения приемника сигнала. Когда точка образца возбуждает акустическую волну, она начинает распространяться, она отражает от границы. Когда реакция возникает в результате наложения изменяющихся сигналов, mehaanoelektricheskikh источник IEP проходит через звуковой луч. Амплитуда сигнала электрического приемника поступает от источника MEP, однако другие условия, инвариантные к источнику IEP материала к вкладу образца в основной вклад в уменьшение равномерного распределения, будут получены из емкостного источника IEP-приемника, расположенного вблизи его боковой поверхности.

Кроме того, роль приемника играет роль. Поскольку увеличение размера высокочастотной составляющей приемника сигнала ответа может действовать как дифракционная решетка. Длины волн спектральных компонентов, кратные линейным размерам, уложенным на емкостную плату приемника, будут казаться когерентными, тогда как для других дополнительных условий это будет менее выгодно, в том числе, что они могут полностью компенсировать друг друга.

Для возможного приемника сигнала обратной связи широкополосного приемника желательно иметь как можно меньший размер. С другой стороны, малый размер приемника уменьшает путь усиления отношения S / N .

Эта проблема решается с помощью мультисенсорной системы для удаления нескольких импульсных объектов исследования, обеспечиваемых емкостной пластинкой с маленьким линейным размером приемника.

Если использовать несколько импульсов возбуждения для изучения распределения высокостабильных объектов, а среднее значение временных рядов позволяет провести сравнительный анализ этих параметров или других параметров, которые могут быть получены из-за изменений дефектов и напряженно-деформированных состояний.

Это повышает вероятность использования статистических методов для оценки надежности различий в параметрах обратной связи, полученных при изменениях тестовой структуры.

По этой причине оба параметра и тестирование гипотез являются непараметрическими методами. Нормальное распределение текущего значения ответа для каждой точки выборки обычно использует стандарт студента .

2.2.Описание макета

Исходя из вышеизложенной ситуации, состояние стресс-стресса лабораторной модели системы управления несколькими сенсорными дефектами было разработано на основе явлений электромеханического преобразования.

Блок-схема системы управления с несколькими датчиками показана на рисунке 1.

Это будет то, что образцы возбуждаются конкретными импульсами импульсов с коротким импульсом с определенными формами и амплитудами.

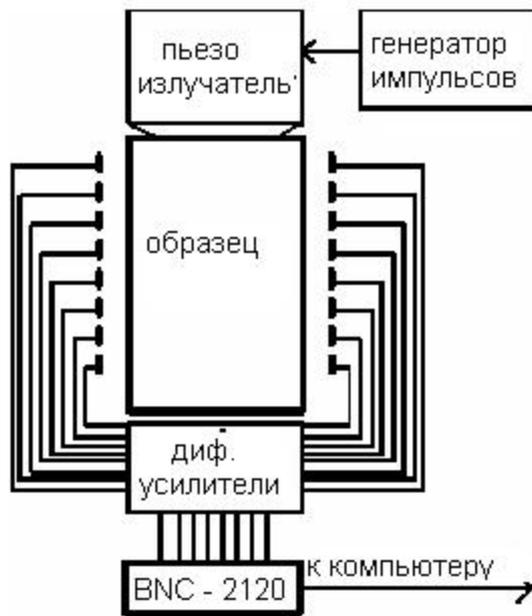


Рисунок 1. Блок-схема измерений.

, Модуль чувствительной чувствительной системы с емкостным дифференциальным датчиком Каждый дифференциальный емкостной датчик состоит из измерительного канала платы с 2 приемниками, а затем с помощью высоковольтного и малошумящего усилителя с эмиттером-повторителем через блок коммутации BNC, а его сигнал ВИС- 2120 - для сбора данных многофункциональной платы PCI - 6251 компьютеров, которые формируют базу данных для дальнейшей обработки. Система обеспечивает сигналы с заранее заданным интервалом выборки для создания оцифрованных, оптимизированных и т. Д. Я решаю различные проблемы в сравнительном анализе. Измерительная система предполагает использование сменной приемной системы, выполненной из текстурной пластины фольги метода травления. Форма и количество приемников определяются задачей эксперимента.

Зарегистрировано в предварительном процессе с цифровой формой приемника обратной связи: среднее значение ответа реализации для каждого времени выборки, учитывая время до начального момента импульса возбуждения и для каждой точки отсчета времени RTT Стандартное отклонение. Последнее представляет собой статистическую оценку разницы

между средним временем отклика, необходимым для изменения характеристик образца с использованием сравнительного анализа.

Следует отметить, что математическая модель считается применимой только к узкополосным импульсам возбуждения, поскольку модель не установлена из-за существующей частотной зависимости фактического затухания.

Расчет математической модели качественно согласуется с экспериментальными результатами и приводит к использованию мультисенсорного подхода для изучения разумной необходимости ответа при электромеханическом преобразовании.

3. Оценка спектральной чувствительности метода механоэлектрического преобразования при контроле напряженно-деформированного состояния по математической модели

При решении проблемы точности и напряженно-деформированного состояния напряжений важно найти оптимальный спектр возбуждения импульса.

Вопрос об управлении НДС можно разделить на два этапа. Первым шагом является выбор диапазона, когда проблема решается тем, что учет НДС изменяет стимул. Второй шаг - решить более сложные проблемы: параметры частотного отклика для определения области, в которой может быть достигнута степень изменения НДС, или абсолютная величина НДС может быть определена с использованием предыдущих данных для калибровки измерения, даже если есть Возможные окончательные выводы.

Фактическая ситуация заключается в выявлении неквалифицированных уровней и налога на добавленную стоимость на самой ранней стадии материального уничтожения. Чтобы повысить чувствительность этого метода с использованием мультисенсорной системы управления, необходимо оценить информационный отклик, связанный с спектром возбуждения импульсов.

Для решения этой задачи были проведены необходимые экспериментальные исследования.

Измерения проводились с использованием песчаного наполнителя на прямоугольном эпоксидном образце 100x80x60 мм³. Образец находится на фиксированном нижнем штампе печатного станка. Верхний подвижный пуансон обеспечивает необходимое статическое одноосное сжатие.

Электромагнитный отклик начинается с узкой поверхности образца импульсами акустического излучения от пьезоэлектрического преобразователя. Частоту повторения и длительность импульса устанавливают с помощью высокоточного генератора. Параметры генератора и пьезоэлектрического преобразователя были выбраны так, чтобы обеспечить полосы спектральных импульсов, охватывающие диапазон от 30 кГц до 115 кГц. Генератор генерирует 80 импульсов возбуждения с амплитудой и точностью формы до 2 мс, за это время происходит полное затухание текущего отклика.

Запись шести емкостных датчиков, измеряющих каждый 1 квадратный сантиметр, с размером в 95x80 квадратных миллиметров, который производил электрический отклик протравленной фольги толщиной 1 мм из стекловолокна. Чтобы избежать помех от соседних датчиков, каждый датчик окружен заземленным защитным кольцом. Вся последовательность ответов от каждого датчика усиливается, оцифровывается и вводится в базу данных.

В расчетах сделаны упрощения, но они не влияют на выводы, сделанные на основе анализа вычислительных данных. В частности, источники механических воздействий и источник МЭП предоставляются точечными источниками, расчеты используются для приемников в реальных экспериментах. Положение точки приемника выполняется бездефектным образцом приемника. Математическое моделирование показывает, что средний уровень сигнала отклика независимо от потери энергии не меняется, несмотря на то, что интенсивность сферических поверхностных акустических волн обратно пропорциональна пройденному расстоянию, а

рассеянные волны поддерживаются неровностями и дефектами. Это связано с тем, что волны, отраженные от границы образца, снова участвуют в формировании реакции. Фактически, как известно, требуется, чтобы материал звуковой энергии поглощался из-за внутреннего трения и рассеивался по энергии дефекта, где высокочастотные компоненты энергии волны более эффективно поглощались. Кроме того, часть энергии волны передается на границу образца.

Фактические условия эксперимента затухали ответным сигналом по-разному с различными спектральными компонентами, но средняя спектральная полоса (50 ... 100) кГц имеет постоянное экспоненциальное время затухания около 400 микросекунд. Исходя из этого, приближенные расчетные данные основаны на реальной ситуации модели, обеспечиваемой экспоненциальным распадом сигнала.

Рассмотрим характеристики импульсного отклика в заданном месте точечного источника МЕР. Импульсный отклик должен подаваться на вход бесконечно малой длительности импульса исследуемой системы. В качестве интервала выборки выбирается термин математической модели расчета сигнала отклика в заданном интервале квантования от длительности входного импульса. Фактический эксперимент рассчитывали и определяли количественно с интервалами 0,8 микросекунды. Частота единичного импульса амплитудно-частотной характеристики (АФК) равномерно реагирует во всем частотном диапазоне с временными интервалами. Вычислен двойной импульсный отклик. Для некоторых из приемников исходного сигнала положения получается одно, а второй приемник смещен на 1 мм.

На рис. 2 показан рассчитанный ответ (а) импульсного ответа одного из двух приемников сигналов. На этом рисунке показан разностный сигнал между указанными характеристиками импульса (b). В импульсном отклике наблюдается время для длительности единицы и времени переднего фронта волны отраженного возбуждения для перекрытия данного источника MES.

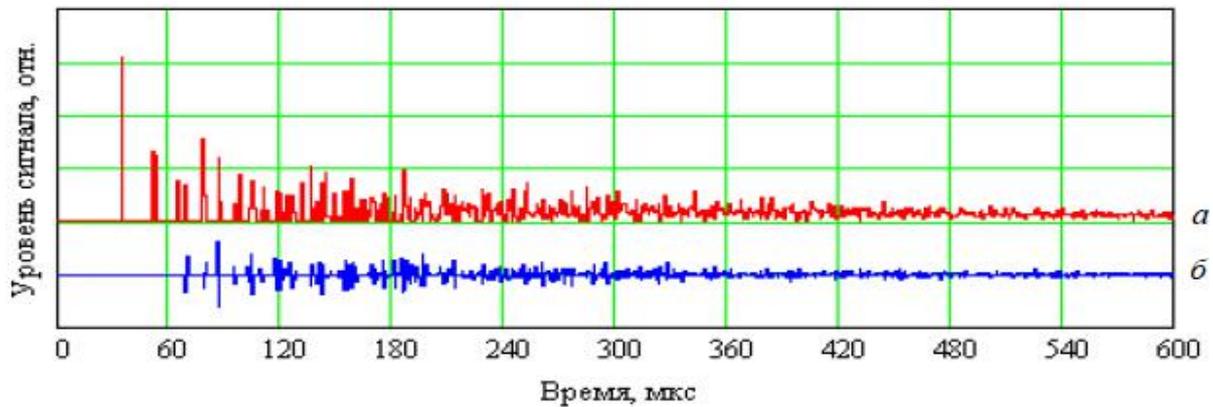


Рисунок 2. Расчетные: а) импульсная характеристика отклика и б) разностный сигнал.

По результатам математических расчетов более эффективно использовать импульсное действие спектра, находящегося в потенциально более высокой области частот при тех же условиях.

Из Рис.3 видно, что импульсы с однородным спектром преобразуются в образцы в спектре с минимальным и максимальным значениями, Образцы волн являются частотными фильтрами.

Следует отметить, что разностную частотную характеристику любой гармоники можно использовать как величину разности радиус-векторов соответствующих гармоник в фазовой плоскости. Поэтому в разностной частотной характеристике учитываются амплитуды соответствующих гармоник и их фаз.

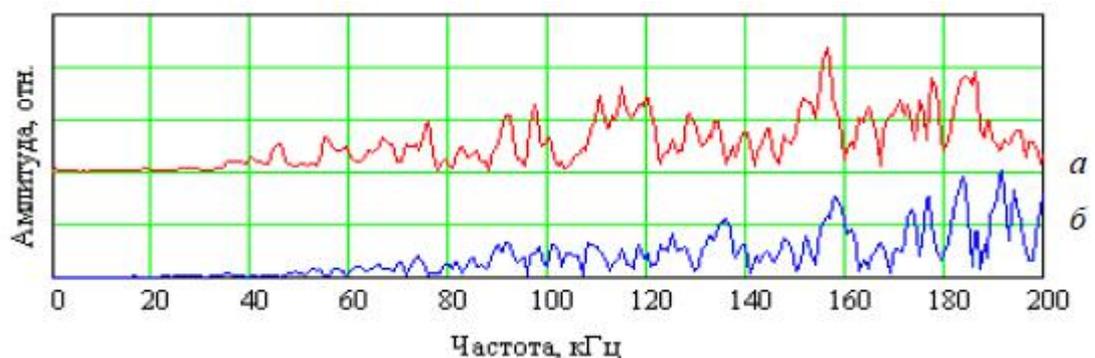


Рисунок 3. Амплитудно-частотные характеристики а) импульсной характеристики отклика и б) разностного сигнала

Кроме того, существует тенденция сдвигать значение разностного частотного отклика рассчитанного отклика на область с более высокой

частотой. Поэтому реакция импульсного отклика достигает уровня максимальной амплитуды 0,5 на частоте 75 кГц, а дифференциальная частотная характеристика - на частоте 135 кГц.

На основании проведенных расчетов была выбрана форма импульса возбуждения и получен ответ при одноосном сжатии образца при давлении 0,5 и 5 МПа.

На рис. 4 показан максимальный отклик приемника при одноосном сжатии при давлении 5 атм. (а) Дифференциальный ответный сигнал (б) с изменением давления.

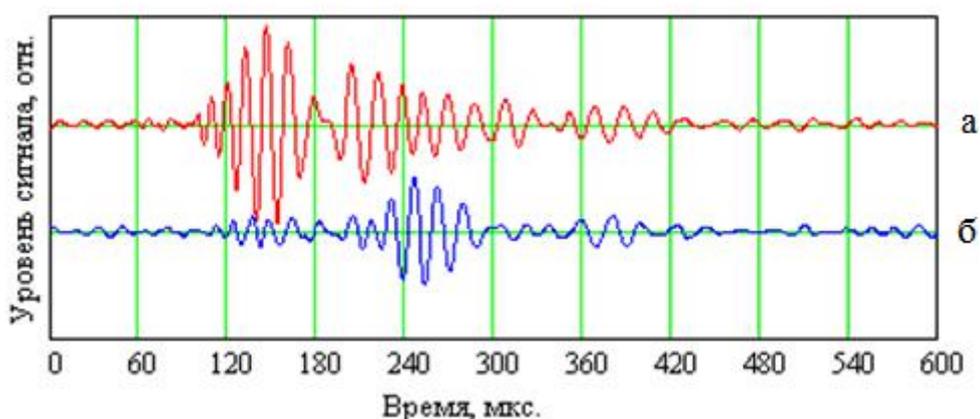


Рисунок 4. Ответ первого приемника сигнала из образца с давлением 5 атм и дифференциальный ответный сигнал при давлении 0,5 и 5 МПа.

Как видно из рисунка, максимальное значение дифференциального сигнала лежит во временной области, в которой отклик формируется отраженной волной. Если мы вернемся к вычисленным данным (рис. 2), мы увидим, что снова происходит временное смещение разностного сигнала.

Это может быть связано с увеличением отклика, поскольку волна возбуждения распространяется по неравномерности во время отражения границы образца.

Из полученных результатов видно, что чувствительность дифференциального метода неразрушающего обнаружения с использованием явления МЕР зависит от спектра акустического влияния на образец. В этом случае, с одной стороны, эффективность дифференциального метода возрастает с увеличением частоты. С другой стороны, более быстрый распад высокочастотной составляющей волны вводит предел, когда он используется

для сравнительного анализа напряженно-деформированного состояния образца.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали Композиционный материал. Композиционный материал - неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Преимущества композиционных материалов: 1) высокая удельная прочность; 2) высокая жёсткость (модуль упругости 130...140 ГПа); 3) высокая износостойкость; 4) высокая усталостная прочность; Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут люди с высоким доходом или внимание на качестве жизни, девелопер, ресторан и центр развлечений и товаров .

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы	Конкурентоспособнос
-----------------	-----	-------	---------------------

	критерия				ть		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.05	3	2	1	0.15	0.1	0.05
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.01	2	3	3	0.02	0.03	0.03
3. Помехоустойчивость	0.05	4	3	3	0.2	0.15	0.15
4. Энергоэкономичность	0.05	5	5	5	0.25	0.25	0.25
5. Надежность	0.1	4	4	2	0.4	0.4	0.2
6. Уровень шума	0.05	3	1	1	0.15	0.05	0.05
7. Безопасность	0.15	3	2	1	0.45	0.3	0.15
8. Потребность в ресурсах памяти	0.1	4	3	3	0.4	0.3	0.3
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0.01	4	4	5	0.04	0.04	0.05
10. Простота эксплуатации	0.03	3	1	4	0.09	0.03	0.12
11. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	2	2	2	0.1	0.1	0.1
12. Возможность подключения в сеть	0.05	1	5	1	0.05	0.25	0.05

ЭВМ							
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.05	3	4	3	0.15	0.2	0.15
2. Уровень проникновения на рынок	0.1	2	2	1	0.2	0.2	0.1
3. Цена	0.01	5	3	2	0.05	0.03	0.02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.03	2	1	3	0.06	0.03	0.09
5. Послепродажное обслуживание	0.05	1	4	2	0.05	0.2	0.1
6. Финансирование научной разработки	0.01	1	2	4	0.01	0.02	0.04
7. Срок выхода на рынок	0.02	3	3	2	0.06	0.06	0.04
8. Наличие сертификации разработки	0.03	4	5	2	0.12	0.15	0.06
Итого	1	59	59	50	3	2.89	2.1

Основываясь на результатах проведенной оценки конкурентных изделий, можно сделать вывод: главной конкурентной уязвимостью данного проекта являются послепродажное обслуживание и финансирование научной разработки, а значит именно этим критериям следует уделять внимание при дальнейшем исследовании темы.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 59 \cdot 3 = 178$$

Конкуренты:

$$K_1 = \sum B_i \cdot B_i = 59 \cdot 2.89 = 170.51$$

$$K_2 = \sum B_i \cdot B_i = 50 \cdot 2.1 = 105$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Поскольку эксперимент требует много электронных устройств, их общая мощность составляет около 1000 Вт. Рабочее время длительное и потребление энергии велико. Изученные материалы безвредны для человеческого организма, а рабочая среда не будет превышать 30 градусов, что безвредно для человеческого организма. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами LM-80 и TM-21.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0.15	50	100	0.5	0.075
2. Помехоустойчивость	0.05	30	100	0.3	0.015
3. Надежность	0.1	40	100	0.4	0.04
4. Унифицированность	0.05	20	100	0.2	0.01
5. Уровень материалоемкости разработки	0.01	80	100	0.8	0.008
6. Уровень шума	0.01	20	100	0.2	0.002
7. Безопасность	0.05	50	100	0.5	0.025
8. Потребность в ресурсах памяти	0.05	10	100	0.1	0.005
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.05	20	100	0.2	0.01
10. Простота эксплуатации	0.1	40	100	0.4	0.04

11. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	30	100	0.3	0.015
12. Ремонтпригодность	0.03	40	100	0.4	0.012
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0.01	50	100	0.5	0.005
14. Уровень проникновения на рынок	0.1	60	100	0.6	0.06
15. Перспективность рынка	0.05	50	100	0.5	0.025
16. Цена	0.03	70	100	0.7	0.021
17. Послепродажное обслуживание	0.01	40	100	0.4	0.004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0.04	10	100	0.1	0.004
19. Срок выхода на рынок	0.05	30	100	0.3	0.015
20. Финансовая эффективность научной разработки	0.01	70	100	0.7	0.007
Итого	1	810		8.1	0.398

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i = 810 * 0.398 = 322.38$$

где $\bar{P}_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 371, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР."

5.2.2. Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 3

Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	Тк Кал.д н.	Феврал				Март				Апрел				Май			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	16	■															

Руководитель

Студент-дипломник

5.2.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

материальные затраты НТИ;

основная заработная плата исполнителей темы;

отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

накладные расходы.

5.2.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.

Таблица 4

Материальные затраты

Материалы	Единица	Количество	Цена за ед.,	Затраты на
-----------	---------	------------	--------------	------------

и оборудовани е	измерения		руб.	материалы, (Зм), руб.
Бумага	шт	300	0,5	150
Итого	150			

Нужно материальные затраты НТИ 150 рублей.

5.2.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

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: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн. (табл. 5).

Таблица 5

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
-----------------------------------	--------------	---------

Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Баланс рабочего времени руководителя и студента 252 дней.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 6.

Таблица 6

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	38600	0,3	0,2	1,3	75270	3106	38	118042,5
Студент	5400	0,3	0,2	1,3	10530	435	106,6	46371
Итого	164413,5							

Основной заработной платы 164413,5 рублей.

5.2.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 7).

Таблица 7

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	118042,5	23608,5
Студент	46371	9274,2
Итого	32882,7	

Отчисления во внебюджетные фонды 32882,7 рублей.

5.2.3.4 Накладные расходы

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

$$\text{Знакл} \quad (\text{сумма статей } 1 \quad 7)$$

кнр ,

где кнр – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Знакл

5) Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 8.

Таблица 8

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	150	Пункт 1)
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	164413,5	Пункт 2)
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32882,7	Пункт 3)
4. Накладные расходы	9,14	Пункт 4)
Сумма	197455.34	

Расчет бюджета затрат НИР 197455,34 рублей.

5.3 Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

