

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки Приборостроение.
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы				
Контроль	температуры	Кюри	магнитных	материалов
термомагнитометрическим методом				

УДК 661.68-034.296:621.785.36

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Чень Фей		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.	Плотникова Инна Васильевна	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Экспериментальная часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.	Лысенко Елена Николаевна	к.ф.-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор кафедры ЭБЖ	Панин Владимир Филиппович	д.т.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОКД	Мойзес В.В.	К.Т.Н		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения

од результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
1	Способность совершенствовать и повышать свой интеллектуальный и общекультурный уровень и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире;
2	Способность адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в понимании сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области.
3	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей; в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженности профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
4	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в областях контроля качества продукции предприятий измерительной техники и точного приборостроения; приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности умения непосредственно не связанных со сферой деятельности.
5	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности при разработке средств измерения и контроля, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования в приборостроении..
6	Умение профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с целями магистерской программы, организовывать технологическую подготовку производства приборных систем различного назначения и принципа действия, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы с использованием гибких САПР и оценивать их экономическую эффективность и инновационные риски при их внедрении.
7	Способность проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств САПР и опыта разработки конкурентоспособных изделий; осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода.
8	Умение разрабатывать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации методов измерения контроля и диагностики, используемых в приборостроении; способность разработать и проводить оптимизацию натуральных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности; использовать результаты научно-исследовательской деятельности и пользоваться правами на объекты интеллектуальной собственности.
9	Способность проектировать математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи; выбирать оптимальные методы и программы экспериментальных исследований и испытаний, проводить измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки Приборостроение.
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Чень Фей

Тема работы:

Контроль температуры Кюри магнитных материалов терромагнитометрическим методом

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Будут получены калибровочные кривые, построенные из экспериментальных значений температур Кюри различных материалов, полученных при различных скоростях нагрева.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В процессе работы над темой предполагается: <ul style="list-style-type: none">– проведение литературного обзора по температуре Кюри и методах ее определения;– получение экспериментальных образцов литиевого и литий-замещённых ферритов;– проведение термогравиметрического анализа при различных скоростях нагрева;

	<ul style="list-style-type: none"> – анализ и оценка полученных результатов; – расчет и построение калибровочных кривых. – Финансовый менеджмент; – Социальная ответственность
Перечень графического материала	Презентация в Microsoft Office PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Экспериментальная часть»	Лысенко Елена Николаевна
«Социальная ответственность»	Панин Владимир Филиппович
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Фадеева Вера Николаевна
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
Доцент каф.	Плотникова Инна Васильевна	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Чень Фей		

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

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Чень Фей

Институт	ИШНКБ	Кафедра	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа Анализ конкурентных технических решений Выполнение SWAT– анализа проекта Оценка готовности проекта к коммерциализации</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение целей, ожидаемых результатов и требований проекта Организационная структура проекта Ограничения и допущения проекта Определение заинтересованных сторон и их ожиданий</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка экономической эффективности исследования</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT Альтернативы проведения НИ График проведения и бюджет НИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Чень Фей		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Чень Фей

Институт	ИШНКБ	Кафедра	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: никель, ферритовые материалы, термомагнитометрический метод контроля.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов.	Вредные факторы: некомфортные метеоусловия; производственный шум; недостаточная освещенность; напряженность труда. электромагнитных полей
1.2. Анализ выявленных опасных факторов	К опасным факторам относится: - электрический ток.
2. Экологическая безопасность	Проводимые исследования и расчеты являются экологически безопасными.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Возможны ЧС техногенного характера.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор кафедры ЭБЖ	Панин Владимир Филиппович	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Чень Фей		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из: 75 стр. , 14 рис., 21 табл. , 20 источников литературы, 4 приложений.

Ключевые слова: термический анализ, магнитные материалы, ферриты, магнитофазовый переход, температура Кюри, калибровочные кривые, литиевые ферриты, литий-замещенные ферриты.

Целью работы является построение калибровочных кривых по температурам Кюри контрольных материалов для термического анализатора STA 449C Jupiter при различных скоростях нагрева.

Методология проведения исследования и аппаратура: получение термогравиметрических кривых (ТГ) магнитных материалов проводилось на термическом анализаторе STA 449C Jupiter (Netzsch) с прикрепленной на измерительной ячейке магнитной сборкой, состоящей из двух постоянных магнитов. Магнитное поле, создаваемое магнитами, составляет ~5 Э.

В процессе исследования проводились: изготовление литиевого и литий-замещенных образцов, измерение термогравиметрических кривых, их описание и анализ.

В результате исследования будут получены калибровочные кривые, полученные для четырех различных материалов при разной скорости нагрева.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
2. ГОСТ 8.417 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
3. ГОСТ 2.106 – 96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
4. ГОСТ 3.1102 – 2011 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.
5. ГОСТ 7.0.5 – 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
6. ГОСТ 7.9 – 95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

литий-замещенные ферриты: ферриты, в которых ионы лития (Li) частично замещены другими элементами;

парамагнетик: вещества, которые намагничиваются во внешнем магнитном поле в направлении внешнего магнитного поля и имеют положительную магнитную восприимчивость;

ферромагнетики: вещества, в которых ниже определенной критической температуры устанавливается дальний ферромагнитный порядок магнитных моментов атомов или ионов;

температура Кюри: температура фазового перехода, связанного со скачкообразным изменением свойств симметрии вещества;

термогравиметрический анализ: метод термического анализа, при котором регистрируется изменение массы исследуемого вещества в процессе его непрерывного нагревания или охлаждения;

фаза: термодинамически равновесное состояние вещества, отличающееся по физическим свойствам от других возможных равновесных состояний того же вещества;

погрешность: отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ПДУ – предельно-допустимый уровень;

ТГ/ДТГ – термогравиметрия, деривативная термогравиметрия;

ТГ/ДСК – термогравиметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия;

ТГ/ДТА – термогравиметрия;

ТГ(М)/ДТГ(М) – термомагнитометрия, деривативная термомагнитометрия;

Оглавление

Введение.....	15
1.Температура Кюри.....	16
2.Методы определения точки Кюри.....	16
2.1 Метод электромагнитной индукции.....	17
2.2 Термогравиметрический метод.....	20
2.3 Метод измерения электрического сопротивления.....	23
3 Термогравиметрический метод анализа.....	24
3.1 Прибор синхронного термического анализа (СТА).....	25
4 Экспериментальные результаты.....	28
5.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРИЖЕНИЕ.....	35
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	35
5.2.Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	36
5.3 SWOT-анализ.....	37
5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	39
5.5.Инициация проекта.....	40
5.5.1 Цели и результаты проекта.....	40
5.5.2 Организационная структура проекта.....	41
5.6 Планирование управления научно-техническим проектом.....	42
5.6.1 Иерархическая структура работ проекта.....	42

5.6.2 Матрица ответственности.....	42
5.6.3 Контрольные события проекта.....	43
5.6.4 Реестр рисков проекта.....	44
5.6.5 План проекта.....	45
5.7 Бюджет научного исследования.....	45
5.7.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	45
5.7.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	46
5.7.3 Расчет основной заработной платы.....	47
5.7.4 Расчет дополнительной заработной платы.....	49
5.7.5 Расчет отчислений на социальные нужды.....	49
5.7.6 Расчет накладных расходов.....	50
5.7.7 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	50
5.7.8 Оценка экономической выгоды проекта.....	51
5.7.9 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	51
6.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	54
6.1 Анализ вредных и опасных факторов при проведении исследований.....	55
6.1.1 Некомфортное метеоусловия.....	55

6.1.2 Повышенный уровень шума.....	56
6.1.3 Недостаточная освещенность.....	57
6.1.4 Электромагнитное поле.....	58
6.1.5 Напряженность труда.....	59
6.2 Электрический ток.....	61
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	62
6.4 Экологическая безопасность.....	65
6.5 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
Литература.....	69
Приложение А.....	72
Приложение Б.....	73
Приложение В.....	74
Приложение Г.....	75

Введение

Данная работа направлена на получение кривых, позволяющих нивелировать влияние скорости нагрева термического анализатора STA449C Jupiter на измеряемую величину температуру Кюри.

Аппарат для термического анализа состоит из обычных термовесов, имеющих высокую чувствительность, а также из магнитной сборки, позволяющей прикладывать магнитное поле в области расположения измеряемого материала. Поскольку речь пойдет о магнитомягких веществах, сильное магнитное поле не требуется и кроме того, может быть нежелательным для многих применений, следовательно, небольшие постоянные магниты, используемые в термомагнитометрическом анализе, часто являются достаточными. Градиент магнитного поля в месте расположения образца может быть измерен, однако обычно конкретная величина магнитного поля не имеет существенного значения, при условии, что оно обладает достаточной силой для обнаружения необходимых магнитных эффектов.

Расположение магнитов снаружи печи, позволяет избежать изменение магнитных характеристик магнитной сборки, а, следовательно, и магнитного поля, в следствии его нагрева от печи измерительной ячейки. Кроме того, необходимо обеспечить тщательное воспроизведение положения магнитов на печи, а также положение самого измеряемого материала, так как изменение геометрии магнитов и измеряемого вещества приводит к искажению получаемых результатов. Следует также иметь в виду, что магнитное притяжение почти всегда уменьшается с ростом температуры. Так по мере приближения к температуре Кюри нагреваемого образца магнитные эффекты будут слабее и, следовательно, их будет сложнее детектировать.

Термогравиметрический анализ находит широкое применение в исследовательских работах и хорошо изучен, однако погрешности, вызванные скоростью нагрева, нельзя игнорировать. Поэтому данная работа посвящена получению калибровочных кривых, которые позволят установить влияние скорости нагрева на значение температуры Кюри исследуемого вещества, а также позволят устранить погрешности, вызванные этим влиянием.

1 Температура Кюри

Точка Кюри также используется как температура Кюри (T_c) или точка магнитного перехода это такая температура, при которой спонтанная намагниченность магнитного материала падает до нуля, и является критической точкой, в которой ферромагнитное или ферримагнитное вещество превращается в парамагнитное вещество. При температуре ниже точки Кюри, вещество обладает самопроизвольной намагниченностью и определенной магнитно-кристаллической симметрией. Повышение температуры выше точки Кюри приводит к увеличению интенсивности теплового движения атомов ферромагнитного вещества и оказывается достаточным для разрушения самопроизвольной намагниченности и разрушению магнитной симметрии. При такой температуре, вещество становится парамагнитным. Такой магнитно-фазовый переход является фазовым переходом II рода. Вблизи температуры Кюри многие физические характеристики вещества изменяются, так, например, магнитная восприимчивость резко уменьшается практически до нуля, и становится по величине равной магнитной восприимчивости обычных парамагнетиков. Положение точка Кюри определяется химическим составом и кристаллической структурой вещества.

2 Методы определения точки Кюри

Разделение всех магнитных веществ на сильные и слабые довольно относительно, поскольку, нагрев ферромагнитных веществ до или выше температуры Кюри приводит к полной потере намагниченности, и вещество переходит в парамагнитное состояние, в тоже время парамагнитные вещества, охлажденные до достаточно низких температур способны намагничиваться до состояния насыщения при сравнительно низких значениях внешнего магнитного поля.

Каждый магнитный материал обладает своей собственной температурой Кюри, при достижении этой температуры наблюдается магнитофазовый переход и

вещество полностью теряет свои магнитные свойства. На данный момент, существует ряд методов, используемых для выявления магнитофазовых переходов в магнитных материалах, к таким методам относятся: метод электромагнитной индукции, термогравиметрический метод и метод электрического сопротивления.

2.1 Метод электромагнитной индукции

При внесении магнитного вещества в однородное магнитное поле с магнитной индукцией B_0 внутри магнетика индукция магнитного поля будет отличаться от внешнего магнитного поля. При этом магнитное вещество, находясь в состоянии намагничивания, добавляет магнитную индукцию B_1 , которая векторно суммируется с величиной индукции внешнего магнитного поля. Такая векторная сумма $B=B_1+B_0$ называется внутренним вектором магнитной индукции магнетика. Большой класс веществ, в которых внутренний вектор магнитной индукции совпадает по направлению с магнитной индукцией внешнего магнитного поля называются парамагнетиками. Такие вещества усиливают внешнее магнитное поле. В то же время, материалы, в которых внутренний и внешний вектора магнитной индукции направлены на встречу друг другу называются диамагнитными материалами. В таких материалах происходит уменьшение магнитного поля. Однако, как для парамагнитных, так и для диамагнитных материалов величина магнитной индукции B пропорциональна величине магнитной индукции внешнего магнитного поля и определяется следующей формулой:

$$B=\mu B_0. \quad (1.1)$$

где μ – магнитная проницаемость среды;

B_0 – магнитная индукция внешнего магнитного поля.

Для парамагнитных материалов (алюминий, платина и т.д.) значение магнитной проницаемости больше единицы, в то время как, для диамагнитных (медь, поваренная соль и д.р.) значение $\mu < 1$ [1]. Ферромагнетики обладают более сложной зависимостью вектора магнитной индукции зависящей от напряженности магнитного поля, в таком случаи используется понятие дифференциальной

магнитной проницаемости, определяемой по формуле:

$$\mu = \frac{dB}{dB_0}. \quad (1.2)$$

Значение магнитной проницаемости ферромагнитных материалов во многом определяется значением внешнего магнитного поля, кроме того, для ферромагнетиков характерной особенностью является присутствие петли гистерезиса [2]. Явление магнитного гистерезиса объясняется зависимостью магнитной индукции не только от значения магнитного поля, но также от величины поля ранее. Таким образом, магнитная проницаемость является неоднозначной функцией от внешнего магнитного поля. Наличие областей спонтанного намагничивания обуславливает высокое значение величины магнитной проницаемости. Такие области получили название магнитные домены, размер таких областей обычно не превышает 0,01 мм. В таких областях материала магнитные моменты атомов ориентированы в одном направлении даже в отсутствии приложенного внешнего магнитного поля. При приложении внешнего магнитного поля, вектора магнитной индукции доменов ориентируется в направлении магнитного поля, что вызывает резкое увеличение намагниченности.

Индукционный метод получения значения температуры Кюри основан на экспериментальном получении значения ЭДС индукции катушки, сердечником которой является исследуемый магнитный материал. Катушка находится в переменном поле с постоянной амплитудой. С повышением температуры исследуемого образца наблюдается уменьшение намагниченности, что приводит к уменьшению магнитного потока, а при достижении точки Кюри, наблюдается резкое падение величины намагниченности, что отражается на значении измеряемой ЭДС индукции.

Схематическое изображение измерительной установки для измерения температуры Кюри индуктивным методом показана на рисунке 1. Образец из магнитного вещества помещается в теплоизолированную ячейку. На него накручивается электрическая спираль, выполняющая роль, как первичной обмотки, так и нагревательного элемента. Контроль температуры магнитного образца

осуществляется с помощью термопары V_2 , один конец термопары присоединен к исследуемому материалу, а другой находится при комнатной температуре. Вокруг теплоизолированной ячейки накручена вторая электрическая спираль, выполняющая роль вторичной обмотки, подключенная к вольтметру. Таким образом, измерительная ячейка представляет собой трансформатор сердечником которого выступает исследуемый материал.

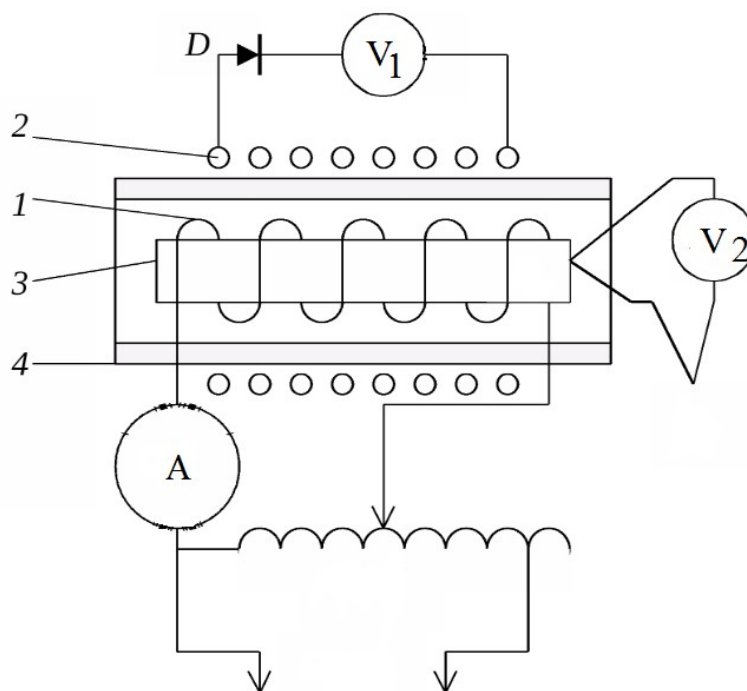


Рисунок 1 – Схема установки для измерения температуры Кюри индуктивным методом

(1 – первичная намотка/ нагревательный элемент, 2 – вторичная намотка, 3 – исследуемый магнитный материал, 4 – термоизоляционный материал)

Магнитный поток, создаваемый протекающим током в первичной обмотке может быть рассчитан из формулы:

$$\Phi_1 = L_1 I_1, \quad (1.3)$$

где L_1 - индуктивность первичной катушки, определяемая числом витков и объемом катушки, а также зависит от величины магнитной проницаемости магнитного материала выступающего в роли сердечника.

Индуктивность первичной катушки может быть оценена по формуле:

$$L_1 = \mu \mu_0 n_1^2 V \quad (1.4)$$

Магнитный поток, генерируемый первичной катушкой, пронизывает вторичную обмотку и наводит ЭДС индукции равное:

$$\varepsilon_2 = - \frac{d\Phi}{dt} N_2 = L_1 N_2 \frac{dI_1}{dt}, \quad (1.5)$$

где N_2 число витков во вторичной обмотке.

Увеличение температуры приводит к постепенному увеличению магнитной проницаемости, что приводит к плавному росту значения индукции первичной катушке, а, следовательно, к росту наблюдаемой ЭДС индукции. Однако при достижении температуры Кюри, магнитная проницаемость сердечника резко падает и достигает значения $\mu=1$, что приводит резкому уменьшению ЭДС индукции.

2.2 Термогравиметрический метод

Термогравиметрический анализ (ТГА) – метод термического анализа, при котором происходит измерение веса исследуемого вещества при изменении температуры. ТГА проводится как при равномерном нагреве и охлаждении, так и при изотермической выдержки. Термогравиметрическая кривая (ТГ) представляет собой временную или температурную зависимость наблюдаемого веса вещества. Схематическое изображение устройства, предназначенного для проведения термогравиметрических исследований, представлено на рисунке 2 [2,3].

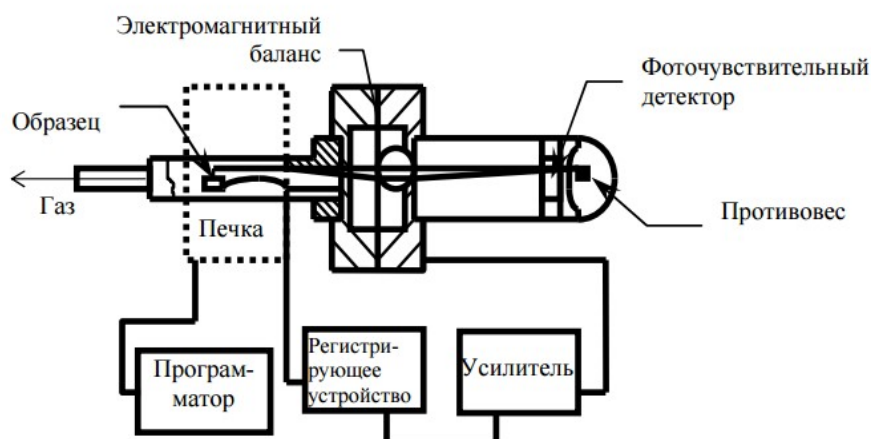


Рисунок 2 – Схема термогравиметрического анализатора

Принцип работы термоанализатора заключается в следующем. Исследуемый

материал через корпус термопары оказывает давление на одно плечо весов. При приложении внешнего магнитного поля, магнитный материал взаимодействует с ним (втягивание в/ выталкивание из внешнего магнитного поля), и система выходит из положения равновесия. С увеличением температуры магнитного материала наблюдается уменьшение намагниченности, что приводит к уменьшению силы взаимодействия исследуемого образца с приложенным внешним магнитным полем. При достижении температуры Кюри, происходит резкое, скачкообразное увеличение наблюдаемого веса, вызванное прекращением взаимодействия образца с внешним магнитным полем.

Современные дериватографы позволяют регистрировать не только величины изменения веса, а также и скорость этого изменения, короткая, является первой производной термогравиметрической кривой (ДТГ). При достижении точки Кюри на кривой ДТГ будет наблюдаться резкий пик при температуре Кюри исследуемого материала, а в случаи, когда исследуемый материал состоит более чем из одной магнитной фазы, на кривой ДТГ наблюдаются пики при температурах соответствующих температурам Кюри каждой из магнитных фаз (рис. 3).

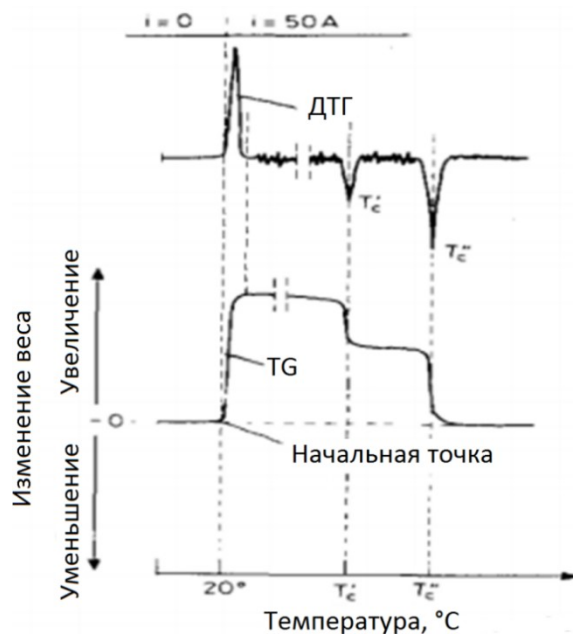


Рисунок 3 – Влияние магнитного поля на изменение массы магнитного образца

Конструкция дериватографов позволяет проводить измерения в различных атмосферах, однако как правило, измерения проводятся либо в атмосфере воздуха

или азота. Нагрев осуществляется от комнатной температуры и до значения температуры выше температуры Кюри со различными скоростями нагрева[5].

Для установления истинной температуры магнитофазового перехода необходимо проведения калибровки термоанализаторов. Обычно, для калибровки используют вещества, при нагревании которых наблюдаются фазовые переходы первого рода, то есть переход чистых веществ из одного агрегатного состояния в другое. Такие вещества, как правило, либо указываются производителями термоанализаторов, либо поставляются вместе с ним. Есть ряд патентных изобретений по проведению калибровки термических анализаторов [6].

В 1958 году исследователи Nishiyama и Ishida представили свою работу, в которой исследовали температуру Кюри магнитных веществ посредством автоматической записи магнитных балансов. Вес образцов составлял от 0.1 до 0.5 г, запечатанные в кварцевые капсулы. В их работе, температура Кюри измерялась при достаточно высокой скорости нагрева ~ 100 °С/мин, воспроизводимость при этом составила ± 10 °С. Для детектирования температуры Кюри использовалось магнитное поле величины порядка 10-100 кА/м.

В качестве магнитной силы, действующей на магнитный образец, могут выступать не только магниты, а также обмотка в печи образующее магнитное поле. Такой эффект наблюдал Москалевич на термическом анализаторе «Derivatograph» [7]. В случае протекания тока в печи на кривых наблюдалось смещение, однако при достижении температуры равной или выше точку Кюри, магнитная сила, действующая на исследуемый образец, исчезала. Из этого следует, что изменение веса, связанное с прекращением взаимодействия магнитного, исследуемого материала с внешним магнитным полем, дает пик на деривативной термогравиметрической кривой (ДТГ), который совпадает с точкой Кюри. Этот метод нашел свое распространение для определения температуры Кюри в металлах группы железа и ферритах.

2.3 Метод измерения электрического сопротивления

Самопроизвольная намагниченность ферромагнитных материалов возникает вследствие взаимодействия между соседними атомами. В это время, все атомы, совершая тепловые колебания, движутся хаотично в узлах кристаллической решетки. Повышение температуры приводит к увеличению кинетической энергии атомов, что приводит к разрушению однонаправленной ориентации атомов в пределах одного домена. В случае, когда температура ниже температуры Кюри взаимодействие между атомами превышает значение теплового движения каждого из атомов и наблюдается ферромагнетизм с определенной степенью спонтанной намагниченностью. Однако, с повышением температуры выше точки Кюри тепловое движение атомов превосходит значение магнитного взаимодействия атомов и происходит разрушение доменных структур, вместе с этим, наблюдается резкое уменьшение наблюдаемого сопротивления.

Соотношение сопротивления с температурой имеет вид $R = R_0 (1 + \alpha t)$, то есть сопротивление увеличивается с температурой. На рисунке 4 показан температурный коэффициент сопротивления как функция температуры. Когда температура выше, чем T_c сопротивление резко падает, такое падение обусловлено поглощением тепла.

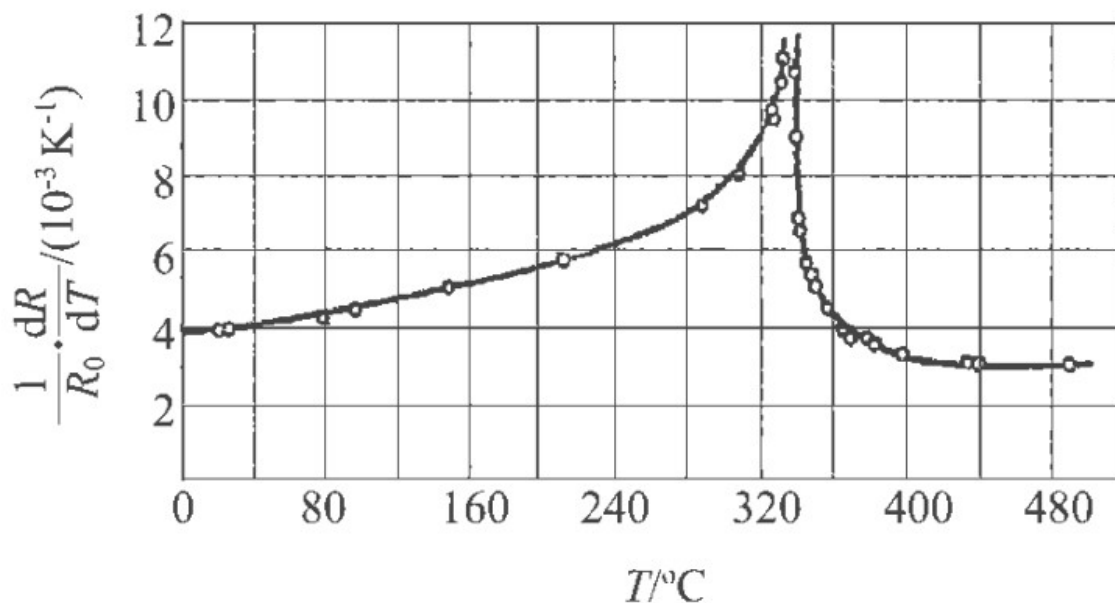


Рисунок 4 – Температурный коэффициент изменяется с температурой

Такой метод оценки температуры Кюри обладает определенной погрешностью, однако она не велика. В свою очередь данный метод достаточно прост, а прибор для такого рода измерений дешев. Такой метод применяется для измерения нитевидных и полосовых образцов с точкой Кюри более 150 °С.

3 Термогравиметрический метод анализа

Термогравиметрический анализ (TG) - это термический анализ, который регистрирует изменения веса образца с изменением температуры. Полученные зависимости позволяют судить о температурной стабильности и составе вещества в исходном состоянии, а также в процессе нагрева и охлаждения. Метод эффективен при условии, что в образце из-за физических или химических процессов, в которых выделяются летучие вещества.

Воспроизводимость и точность результатов эксперимента определяется множеством факторов. Все факторы можно разделить на две категории:

- факторы, связанные с измерительным прибором:
 - стабильность работы печи измерительного прибора;
 - скорость нагрева и охлаждения;
 - блок измерения веса, его минимальный и максимальный детектируемый вес;
 - форма и материал тигля и конфигурация прободержателя;
- характеристики образца:
 - химический и фазовый состав образца;
 - вес образца;
 - теплопроводность;

Многие из этих факторов в литературе до конца не изучены. Сложность заключается в том, что многие из этих исследований строго применимы к конкретно взятому устройству, и результаты, как правило, не применимы к другим типам устройств. Хотя такие параметры, как форма держателя образца, скорость записи, чувствительность для каждого типа теплового баланса постоянны. Малоизвестно о

влиянии размера частиц на результаты измерений веса в процессе термических измерений. Размер частиц влияет на процесс диффузии газа, который влияет на скорость реакции, тем самым влияя на форму термогравиметрической кривой. Чем меньше размер частиц, тем быстрее достигается равновесие, при любой заданной температуре, тем больше скорость разложения. Термогравиметрический анализ используется в научно-исследовательской практике для определения состава вещества, содержания воды в материале, точки разложения взрывчатых веществ и сухих остатков растворенных веществ, температурного разложения полимеров, соотношения неорганических и органических компонентов. Этот метод также применим для определения скорости коррозии при высоких температурах.

В синхронном термогравиметрическом и деривативном термогравиметрическом анализе изменения теплового потока и веса образца обычно регистрируется одновременно с использованием контролируемой атмосферы в зависимости от температуры или времени. Этот синхронный анализ не только улучшает воспроизводимость измерений, но и упрощает описание и анализ результатов, благодаря возможности разделения внутренних и экзотермических процессов, сопровождающихся как с изменением веса, так и без него.

3.1 Прибор синхронного термического анализа (STA)

Термогравиметрические и калориметрические измерения образцов проводили с использованием термического анализатора STA 449C Jupiter (Германия) с чувствительностью прибора 0,1 μg . Перед измерением следует также отметить, что образец не должен взаимодействовать материалом тигля, а также необходимо учесть физико-химические свойства образца, чтобы предотвратить загрязнение печи из-за выделения газов из материала.



Рисунок 5 - Термический анализатор STA 449C Jupiter, сопряженный с масс-спектрометром

В ходе работы использовался корундовый тигель (Al_2O_3) объемом 0,085 мл.

Вес навески в каждом измерении был постоянен и составлял 18 г.

Температура измерения прибора может варьироваться в пределах от 25°C до 1550 °C.

Скорость нагрева может варьироваться от 1°C/мин до 50°C/мин. Все измерения проводились в воздушной атмосфере.

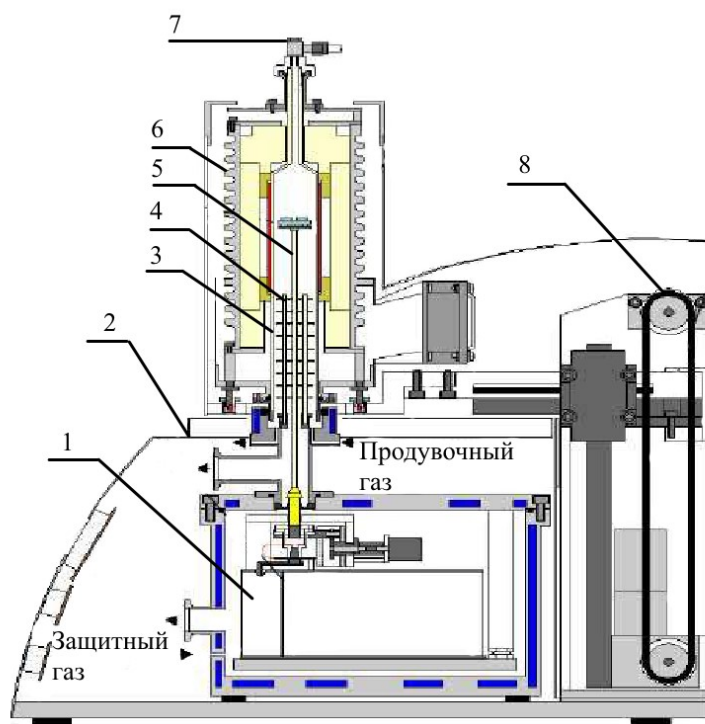


Рисунок 6 – Схема весовой части термического анализатора STA 449C

1 – термовесы; 2 – корпус анализатора; 3 – защитная трубка; 4 –

радиационный экран; 5 – прободержатель; 6 – печь; 7 – отверстие для вывода газа;
8 – подъемное устройство

На рисунке 6 показана схема весовой части термического анализатора. К внешней стороне измерительной ячейки прикреплена магнитная сборка состоящая из двух постоянных магнитов создающих магнитное поле ~ 5 Э (рис.7). Исследуемый материал, через держатель оказывает давление на электронные весы. При добавлении к системе внешнего магнитного поля, магнитный образец втягивается в него, тем самым давление создаваемое образцом на корпус электронных весов уменьшается. Для исключения влияния конвекции горячих газов внутри измерительной ячейки предусмотрены тепловые экраны, которые способствуют уменьшению возникновения воздушных завихрений.

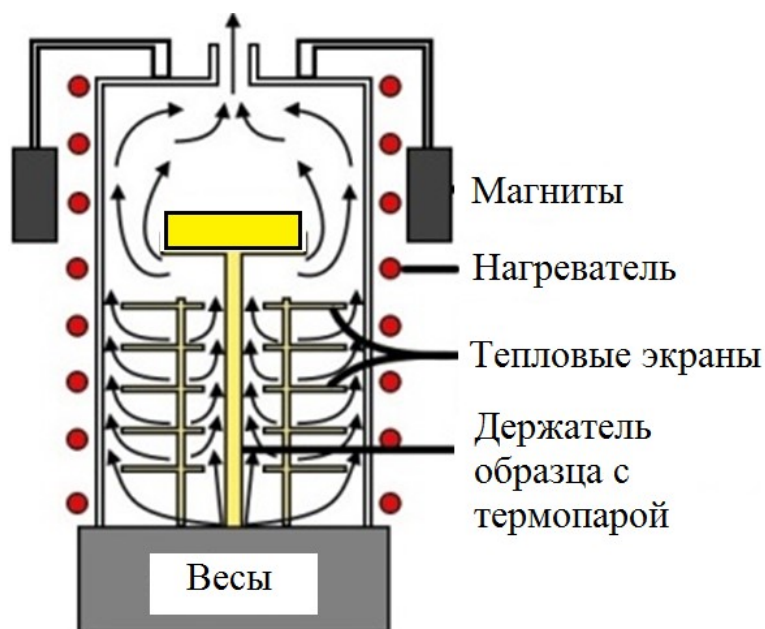


Рисунок 7 – Схема термоманометрических измерений

Во время эксперимента термоанализатор подключен к компьютеру, и все изменения веса образца, в процессе исследования, передаются на специализированную программу в режиме реального времени.

При нагреве образца в термическом анализаторе на мониторе компьютера наблюдается построение ТГ/ДТГ кривых. Типичные термогравиметрические и деривативные термогравиметрические кривые показаны на рисунке 8.

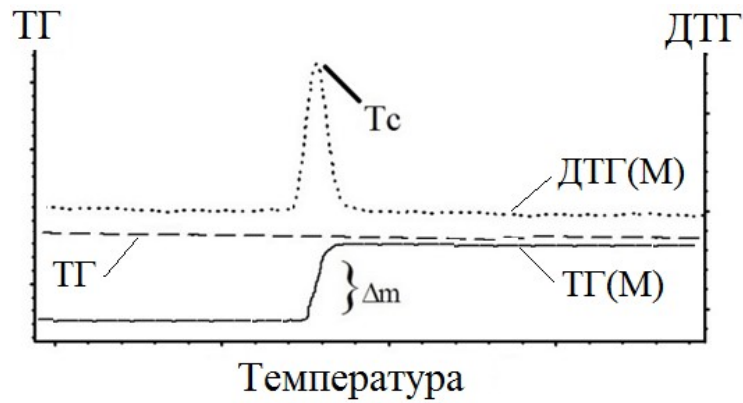


Рисунок 8 – Типичные ТГ/ДТГ кривые для магнитного образца в магнитном поле (ТГ и ДТГ кривые) и без магнитного поля (ТГ кривая)

При наложении магнитного поля на кривой ТГ наблюдается весовой скачок при температуре соответствующей температуре Кюри измеряемого вещества. Для более точного нахождения температуры магнитофазового перехода происходит построение деривативной термогравиметрической кривой (ДТГ), которая является первой производной кривой ТГ.

В случаи, когда в измеряемом веществе имеются более чем одной магнитной фаз с различными точками Кюри, на кривой ТГ будут наблюдаться весовые скачки при температурах, соответствующих температурам Кюри каждой из магнитных фазовых включений.

4 Экспериментальные результаты

Термогравиметрический анализ проводился на термическом анализаторе STA 449C Jupiter в воздушной атмосфере. В качестве исследуемых материалов были выбраны эталонный образец никеля, поставляемый вместе от производителя вместе с термоанализатором, экспериментальные контрольные образцы литиевого феррита (LiFe_5O_8), а также литий-замещенные ферриты легированные титаном в соответствии с химической формулой: $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Li}_{0.5(1+x)}\text{Fe}_{2.5-1.5x}\text{Ti}_x\text{O}_4$, где $x=0.1$ и 0.4 .

Исследуемые ферриты были получены методом холодного прессования при давлении 200 МПа. Синтез литий-замещенных ферритов проводился в лабораторной

печи сопротивления при температуре 1000 °С в течении 240 минут. Для увеличения степени однородности в процессе синтеза, через каждые 120 минут образцы извлекались из печи, измельчались и снова прессовались.

Измерения проводились от комнатной температуры до 700 °С со скоростями 1, 2, 5, 10, 20 и 50 °С*мин⁻¹. Полученные термограммы обрабатывались в специализированной программе Proteus Analysis.

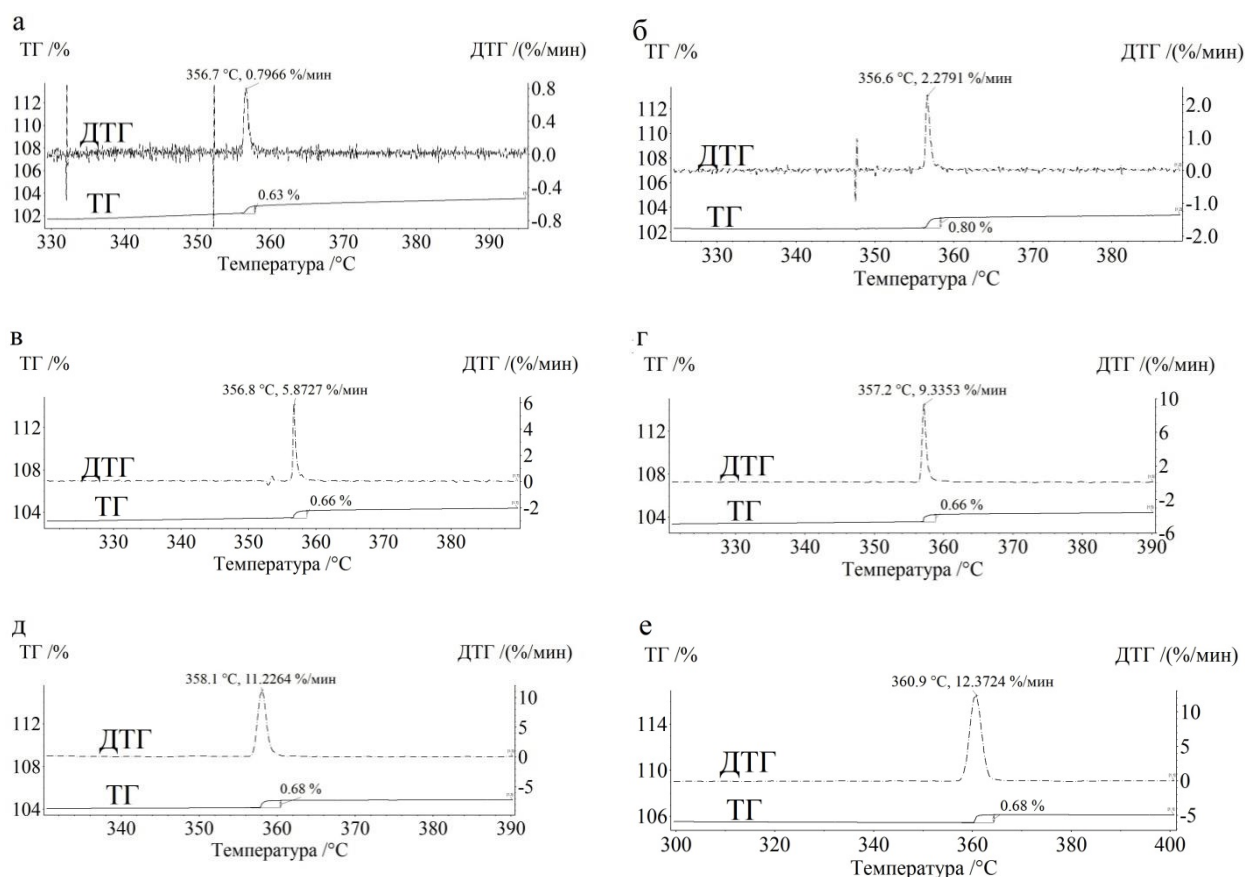


Рисунок 9 – Термограммы для никеля (Ni) полученных при различных скоростях нагрева

(а – 1 °С*мин⁻¹; б – 2 °С*мин⁻¹; в – 5 °С*мин⁻¹; г – 10°С*мин⁻¹; д – 20°С*мин⁻¹; е – 50 °С*мин⁻¹)

На рисунке 9 показаны термограммы, полученные при различных скоростях нагрева для эталонного образца никеля. Видно, что с увеличением скорости нагрева происходит изменение положения наблюдаемого пика на кривой ДТГ. Учитывая, что по положению пика на ДТГ кривой определяется температура Кюри магнитного материала, видно, что происходит отклонение от табличного

значения, что приводит к увеличению погрешности измерения.

Подобные результаты показаны для образцов литиевого и литий-замещенных ферритов (рис. 10, 11, 12)

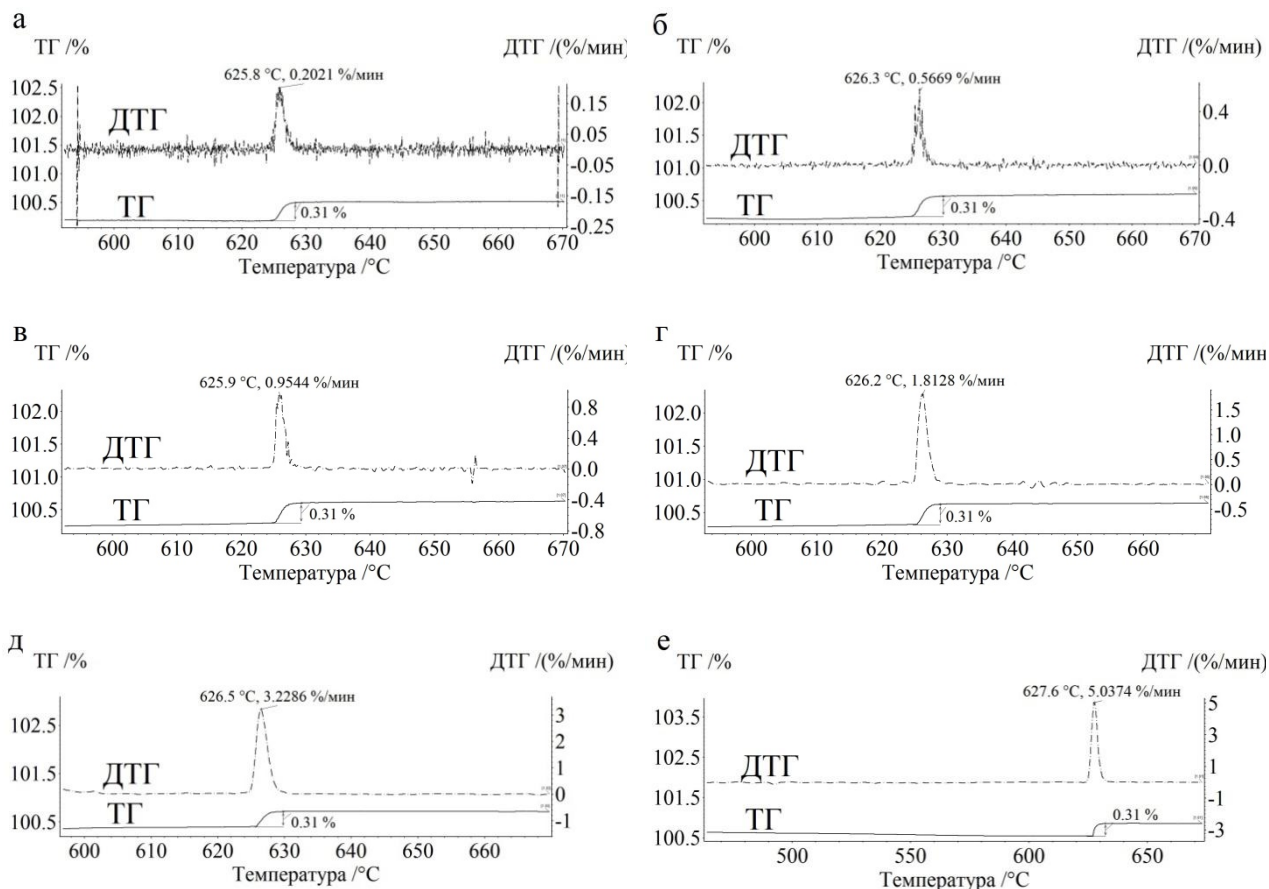
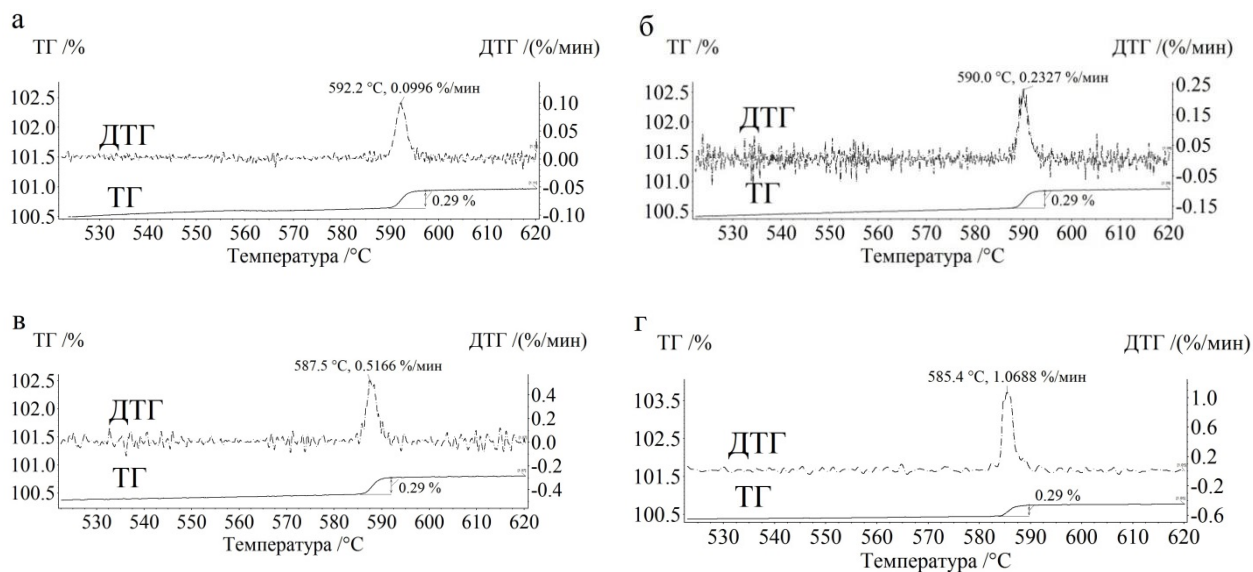


Рисунок 10 – Термограммы для экспериментальных образцов литиевого феррита (LiFe_5O_8)



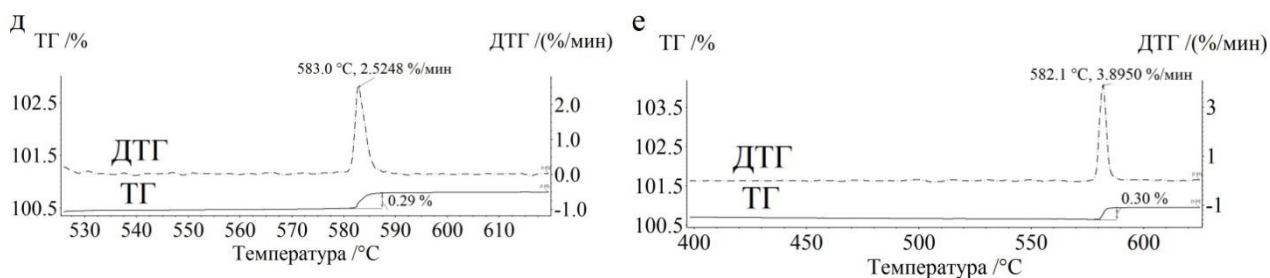


Рисунок 11 - Термограммы для экспериментальных образцов литий-замещенного феррита легированного титаном (Ti) с содержанием легирующей примеси $x=0.1$ ($\text{Li}_{0.55}\text{Fe}_{2.35}\text{Ti}_{0.1}\text{O}_4$)

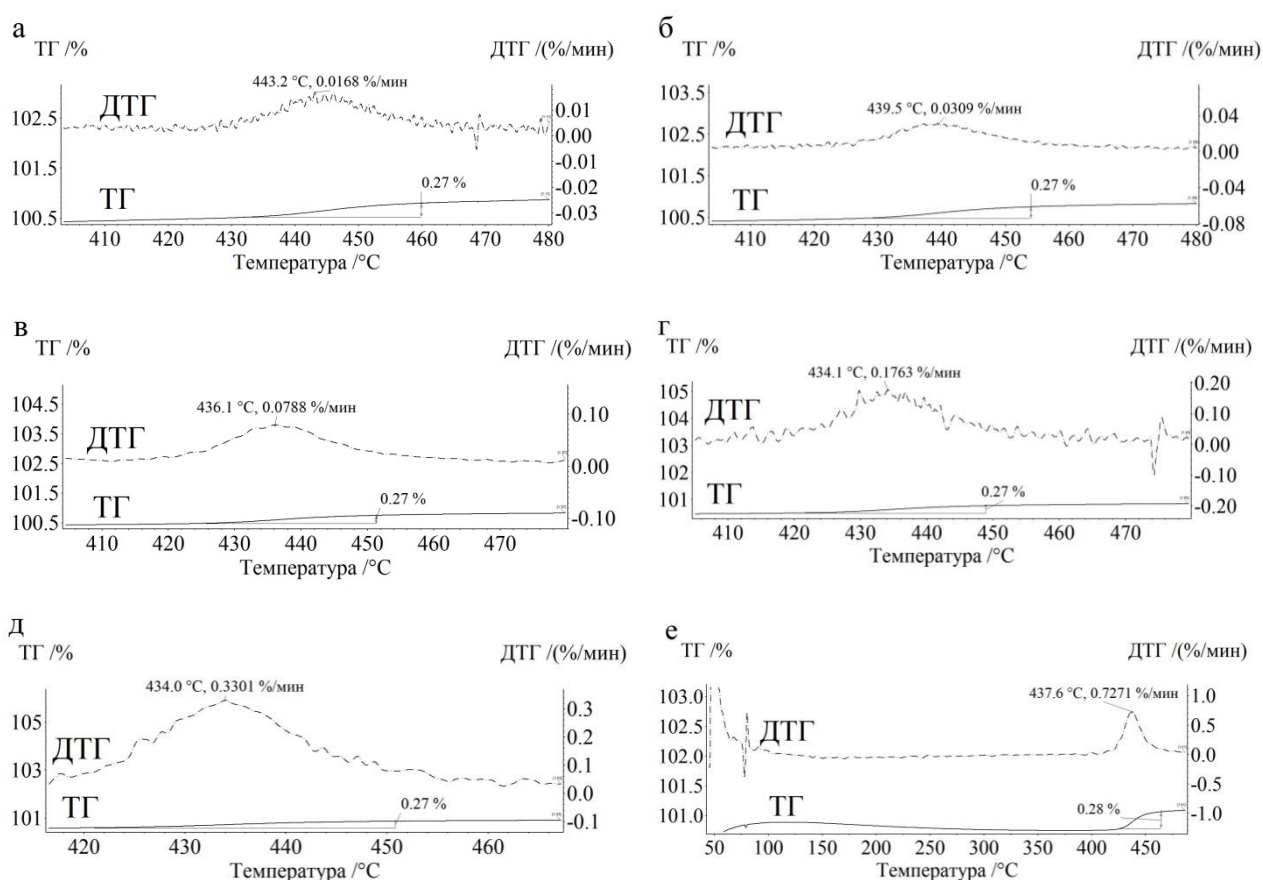


Рисунок 12 - Термограммы для экспериментальных образцов литий-замещенного феррита легированного титаном (Ti) с содержанием легирующей примеси $x=0.4$ ($\text{Li}_{0.7}\text{Fe}_{1.75}\text{Ti}_{0.4}\text{O}_4$)

Анализ значений температуры Кюри показывает, что для каждого из исследуемых материалов увеличение скорости нагрева приводит к увеличению экспериментального значения температуры Кюри. На рисунке 13 показано влияние

скорости нагрева на температуру Кюри исследованных магнитных материалов.

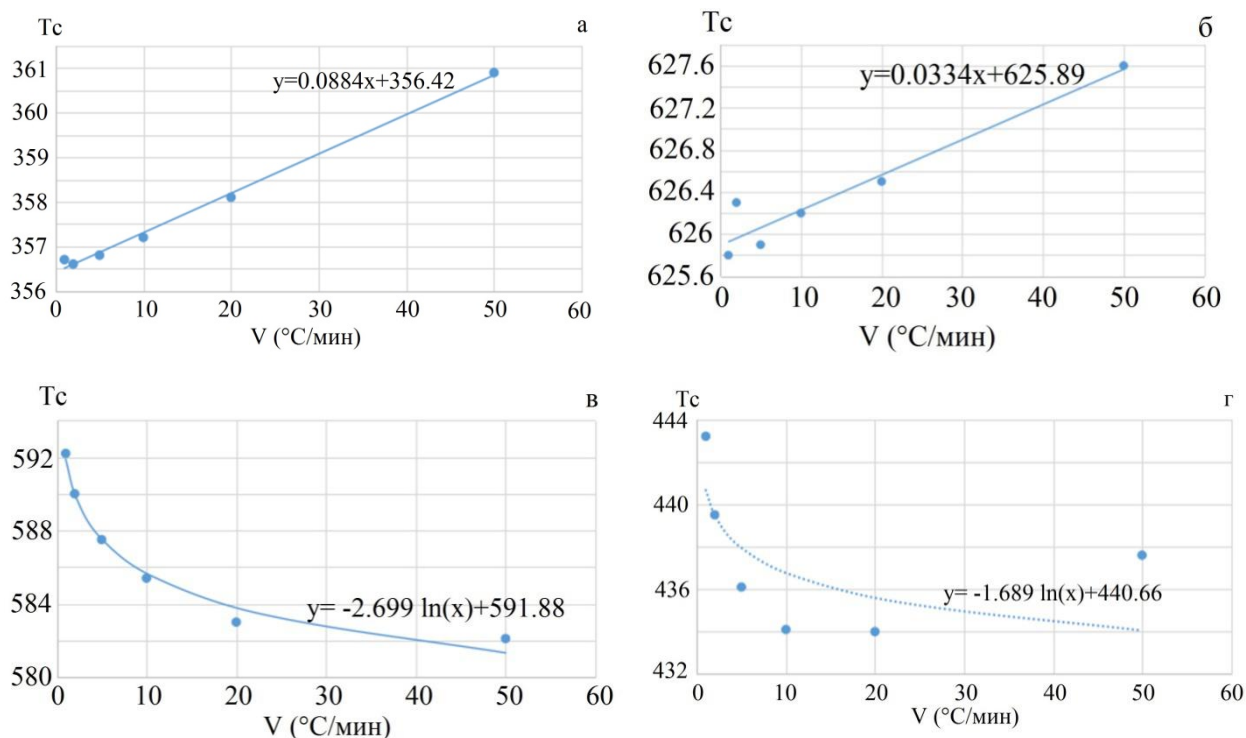


Рисунок 13 – Зависимости наблюдаемой температуры Кюри для исследованных материалов от скорости нагрева

(а – Ni, б – LiFe₅O₈, в – Li_{0.55}Fe_{2.35}Ti_{0.1}O₄, г – Li_{0.7}Fe_{1.75}Ti_{0.4}O₄)

Для построения калибровочных кривых, необходимо рассчитать разницу экспериментально полученного значения температуры Кюри и табличные значения температуры Кюри для исследованных материалов.

$$\Delta T = T_{\text{эксп}} - T_{\text{эт}}$$

Таблица 1 – Результаты измерений и расчетов

V(°C/мин)		Ni	LiFe ₅ O ₈	Li _{0.55} Fe _{2.35} Ti _{0.1} O ₄	Li _{0.7} Fe _{1.75} Ti _{0.4} O ₄
	T _{Эталон}	354	631	589	445
1	T _{Эксп}	356.7	625.8	592.2	443.2
	ΔT	-2.7	5.2	-3.2	1.8
2	T _{Эксп}	356.6	626.3	590	439.5
	ΔT	-2.6	4.7	-1	5.5
5	T _{Эксп}	356.8	625.9	587.5	436.1
	ΔT	-2.8	5.1	1.5	8.9
10	T _{Эксп}	357.2	626.2	585.4	434.1
	ΔT	-3.2	4.8	3.6	10.9

V(°C/мин)		Ni	LiFe ₅ O ₈	Li _{0.55} Fe _{2.35} Ti _{0.1} O ₄	Li _{0.7} Fe _{1.75} Ti _{0.4} O ₄
20	T _{Эксп}	358.1	626.5	583.0	434.0
	ΔT	-4.1	4.5	6	11
50	T _{Эксп}	360.9	627.6	582.1	437.6
	ΔT	-6.9	3.4	6.9	7.4

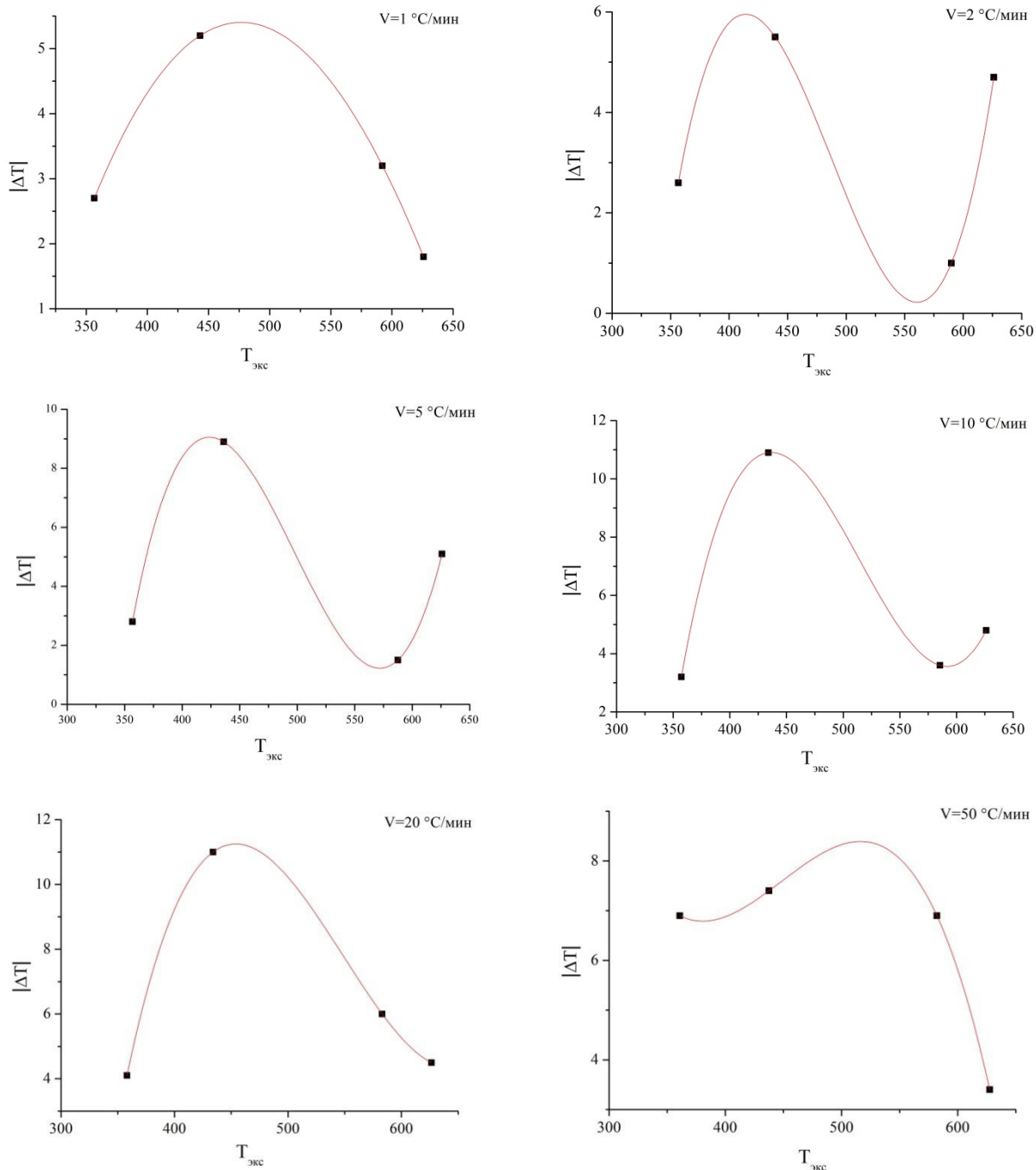


Рисунок 14 – Калибровочные кривые для исследованных материалов, полученных при различных скоростях нагрева

В результате работы были получены литиевые и литий замещенные ферриты. Проведены термогравиметрические исследования при различных скоростях нагрева

и получены термогравиметрические кривые. Был проведен анализ полученных ТГ кривых в результате, которого были рассчитаны и построены калибровочные кривые для термоанализатора STA 449C Jupiter при шести различных скоростях нагрева и охлаждения.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРИЖЕНИЕ

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе его реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование, а также провести анализ конкурентоспособности. Результатом разработки метода исследования является то что, Термогравиметрический метод(ТГ) наиболее эффективно определяет гомогенность и фазой состав ферритовых материалов. Работа является частью научных исследований проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники диэлектриков и полупроводников Томского политехнического университета по исследованию радиационно-термических эффектов и процессов в неорганических материалах и разработка на их основеновых методов получения керамических материалов и модифицирования

их свойств.

Сегмент рынка, в котором будут использоваться образцы исследованные методом ТГ анализа – это фирмы или компании выпускающих большинства современных электронных и радиотехнических устройств.

5.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

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

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

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которой приведен по таблице А.1 приведенной в Приложении А. Для этого

необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (2.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Результат показывает, что ресурсоэффективность терромагнитометрического метода исследования температура Кюри намного выше, чем у других конкурентов.

5.3 SWOT-анализ

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

SWOT анализ проводится в несколько этапов.

I этапе описываем сильные и слабые стороны проекта, и выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые могут появиться или уже проявились в его внешней среде. Все результаты отображены в матрице SWOT приведен по таблице Б.1 приведенной в Приложении Б.

II этапу относится выявления соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Возможные несоответствие или соответствие нужны для выявления степени необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта. С использованием матрицы можно разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в

том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в интерактивной матрице проекта.

Таблица 2 – Матрица «Сильные стороны-возможности»

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Возможности проекта	B1	+	+	-	-	-	-	+
	B2	+	+	-	-	+	+	+
	B3	+	+	+	-	+	+	+

Таблица 3 – Матрица «Слабые стороны-возможности»

		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	+	-	-
	B2	+	+	-
	B3	+	-	-

Таблица 4 – Матрица «Сильные стороны-угрозы»

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Угрозы проекта	У1	+	+	+	-	+	+	+
	У2	0	0	-	-	+	-	-
	У3	+	+	+	-	0	+	+
	У4	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5 – Матрица «Слабые стороны-угрозы»

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	-
	У2	+	-	-
	У3	+	-	-
	У4	-	+	-

Таким образом, после проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с имеющимися разработками: работает при высокой температуре (до

температуры Кюри), чувствительность выше на 1.5 %. Данная разработка более эффективно расчелте температуры Кюри магнитных материалов., по сравнению с существующими технологиями, что будет способствовать привлечению покупателей. При реализации данного проекта могут возникнуть трудности из- за многокомпонентного состава ферритовых материалов. Отсутствие спроса на образцы может быть вызвано как неосведомленностью покупателей о появлении на рынке разработки, так и непониманием преимуществ новшества.

5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация в науке – это практическое использование научных изысканий и разработок в производстве товаров или предоставлении услуг, с тем, чтобы эти товары или услуги, можно было продать с максимальным коммерческим эффектом. Коммерциализация интеллектуальной собственности подразумевает использование интеллектуального труда для получения большей выгоды предпринимателями.

Для оценки готовности проекта заполняется форма (таблица В.1 приведенной в Приложении В), содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле 2.2.

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (2.2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В нашем случае степень проработанности научного проекта и уровень имеющихся знаний у разработчика находятся в промежутке от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, Таким образом, по результатам оценки можно сделать вывод, что перспективность проекта среднее, следовательно, необходимо увеличивать объемы инвестирования и улучшить направление проведения оценки стоимости интеллектуальной собственности, повысить уровень компетенций недостающих разработчику в данном вопросе и предусмотреть возможности привлечения требуемых специалистов в команду проекта.

5.5.Инициация проекта

5.5.1 Цели и результаты проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п.

В таблице 6 приведена информация о заинтересованных сторонах проекта.

Таблица 6 –Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Лаборатория ПНИЛ ЭДиП ИНК ТПУ	Появление на рынке продукта, который будет более качественным и долговечнее чем другие продукты и соответствовать заявленным требованиям.
Руководитель	
Чень Фей	

В таблице 7 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 7 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	построить калибровочные кривые по температуре Кюри для прибора термического анализа (STA)
Ожидаемые результаты проекта:	Получить кривую погрешности прибора при разных скоростях нагрева
Требования к результату проекта:	Экономическая обоснованность
	Соответствие характеристики для определенного элемента в магнитных материалов

5.5.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эту информация представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Лысенко Елена Николаевна (ТПУ)	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта и эксперт проекта	66
2	Чень Фей (ИШНКБ ТПУ)	Исполнитель по проекту	Исследование магнитных материалов методом термомагнитометрический анализ	176
ИТОГО:				242

5.6 Планирование управления научно-техническим проектом

5.6.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. В Приложении Е представлена иерархическая структура работ по проекту.

5.6.2 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 9). Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

Таблица 9 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель Лысенко Е.Н.	Исполнитель Чень Фей
Разработка и согласование технического задания	+	+
Изучение литературы		+
Изучение имеющихся технологий изготовления и исследования		+
Проведение патентного поиска и оформление его результатов		+

Продолжение таблицы 9 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель Лысенко Е.Н.	Исполнитель Чень Фей
Обзор НТД		+
Исследование температуры Кюри ферритовых материалов		+
Определение чувствительности термомагнитометрического анализа для ферритов	+	+
Исследование температура Кюри с помощью ТГ и РФА анализов	+	+
Написание статей и отчетов	+	+
Оформление отчета.	+	+

5.6.3 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела были определены ключевые события проекта, их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Эта информация сведена в таблицу (см. табл. 10).

Таблица 10 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Инициация проектом	14.09.18	Техническое задание, календарный план
2	Формирование требований к проекту	16.11.18	Патентный поиск, исходные данные к работе
3	Разработка	16.02.19	Термомагнитометрический анализ
4	Оформление результатов	13.05.19	Оформление отчета

5.6.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу сведена в таблицу (см. таблицу 11).

Таблица 11 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Риск технологической «неадекватности»	Низкий уровень финансирования проекта	1	5	Низкий	Оценки затрат на реализации проекта	Отсутствие заказчика
2	Риск финансовой «неадекватности»	Использование материалов низкого качества, остановка реализации проекта	1	4	Низкий	Точный расчет необходимых затрат	Неверный расчет бюджета проекта
3	Риск неправильной оценки характеристик контрольных образцов	Время работы над проектом	1	5	Низкий	Персонал должен проходить периодическую переподготовку	Низкий профессиональный уровень рабочего персонала
4	Риск неуправляемости проектом	Низкий уровень качества разработанной технологии	3	5	Средний	Привлечение высококвалифицированного персонала	

5.6.5 План проекта

Для планирования выполнения ВКР необходимо составить календарный план проекта. Для этого построим диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы Г.1 приведенной в Приложении Г с разбивкой по месяцам и неделям за период времени выполнения научного проекта

5.7 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета разработки технологии изготовления контрольных образцов из неметаллов необходимо провести полную оценку всех расходов, необходимых для ее выполнения. Расходы группируются по следующим статьям:

1. расходы на сырье, материалы, покупные изделия;
2. расходы на специальное оборудование;
3. основная заработная плата;
4. дополнительная заработная плата;
5. отчисления в социальные фонды;
6. работы, выполняемые сторонними организациями;
7. накладные расходы.

5.7.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Проведем расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия. Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим

прейскурантам. Материалы, необходимые для выполнения ВКР и их стоимость приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Сырье, материалы необходимые для выполнения ВКР

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для оргтехники (А4)	пачка	150	150
Канцелярские товары	комплект	220	220
USB Flash накопитель	1 шт.	1200	1200
Ферритовые порошки	1 кг.	480	480
Всего за материалы			2050
Итого по статье C_m			2050

Кроме приведенных выше материалов, для выполнения ВКР необходима электроэнергия, потребляемая компьютером. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = T_{эл} \cdot P \cdot t, \quad (2.3)$$

где n – тариф на электроэнергию (2.6 р. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования (0.2 кВт·ч);

t – время использования оборудования (из расчета работы 8 часов в сутки).

Таким образом, суммарные расходы на материалы составляют:

$$C_{эл} = 2.6 \cdot 0.2 \cdot 8 \cdot 476 = 1980,16 \text{ руб.}$$

5.7.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Специальное оборудование, необходимое для проведения ВКР – термоанализатор STA 449 C Jupiter, рентгенофазовый дифрактометр ARL X'TRA, компьютер (ноутбук).

Таблица 13 - Перечень затрат на специальное оборудование

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
--------------	----------------	--------------------------	----------------

Термоанализатор STA 449 C Jupiter	1	4 млн	4 млн
Рентгенофазовый дифрактометр ARL X'TRA	1	7 млн	7 млн
Компьютер	1	90000	90000
Всего за материалы			11,09 млн
Итого по статье <i>Co</i>			11,09млн

5.7.3 Расчет основной заработной платы

Проведем расчет основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в разработке. Основная заработная плата работника от предприятия определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (2.4)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ в рабочих днях.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (2.5)$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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);

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

Месячный должностной оклад руководителя :

$$Z_{\text{мр}} = 32792 \cdot 1,3 = 42629,6 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад Бакалавриата:

$$Z_{\text{мм}} = 8022,65 \cdot 1,3 = 10429,45 \text{ руб.}$$

Определим действительный годовой фонд рабочего времени F_n руководителя, исполнителя (магистранта), и исполнителя (аспирант) исходя из того, что они работают по 5-дневной неделе (таблица 14).

Таблица 14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	116	116
- выходные дни	96	96
- праздничные дни	20	20
Потери рабочего времени на отпуск	32	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	250

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$Z_{\text{дн.р}} = \frac{42629,6 \cdot 10,4}{218} = 2033,7 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$Z_{\text{дн.и}} = \frac{10429,45 \cdot 12}{250} = 500,61 \text{ руб.}$$

Исходя из количества рабочих, основная заработная плата составит для руководителя:

$$Z_{\text{осн.р}} = 2033,7 \cdot 218 = 443346,6 \text{ руб.}$$

для исполнителя:

$$Z_{\text{осн.и}} = 500,61 \cdot 250 = 125152,5 \text{ руб.}$$

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	42629,6	2033,7	218	443346,6
Исполнитель	10429,45	500,61	250	125152,5

5.7.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала составляет в среднем 12% от суммы основной заработной платы.

Таким образом, дополнительная заработная плата: для руководителя:

для исполнителя:

$$Z_{д,р} = 443346,6 \cdot 0,12 = 53201,6 \text{ руб}$$

$$Z_{д,и} = 125152,5 \cdot 0,12 = 15018,3 \text{ руб.}$$

Таблица 16 – Заработная плата исполнителей ВКР

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	443346,6	125152,5
Дополнительная зарплата	53201,6	15018,3
Итого	496548,2	140170,8
Итого по статье $C_{зп}$	636719	

5.7.5 Расчет отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды: пенсионный фонд, фонд ОМС и т.д. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 30%, тогда

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (2.6)$$

$$C_{внеб} = 0,3 \cdot 140170,8 = 42051,24 \text{ руб.}$$

5.7.6 Расчет накладных расходов

В эту часть включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Примем коэффициент накладных расходов $k_{\text{накл}}$ равным 90%,

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (2.7)$$

$$C_{\text{накл.}} = 0,9 \cdot 140170,8 = 126153,72 \text{ руб.}$$

Группировка затрат по статьям приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Группировка затрат по статьям

Статьи затрат	Стоимость, руб.
Материалы	2050
Специальное оборудование	11,09 млн
Заработная плата	140170,8
Отчисления на социальные нужды	42051,24
Оплата работ, выполняемых сторонними организациями	10239,9
Накладные расходы	126153,72
Итого плановая себестоимость	11410665,7

Для реализации данной разработки потребуется 11410665,7 рубля.

5.7.7 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями, включает в

- Услуги Internet 450р в месяц. За 22 месяца – 9900руб;
- Распечатка 120 стр. – 180 руб., переплет – 30 руб.

Суммарные расходы на оплату работ, выполняемых сторонними организациями: 9930 руб

5.7.8 Оценка экономической выгоды проекта

Стоимость предложенного проекта:

- рентгенофазовый дифрактометр стоимостью 7 млн. рублей
 - термоанализатор STA 449 C Jupiter 4 млн. рублей
- $\Delta = 7 \text{ млн} - 4 \text{ млн} = 3 \text{ млн руб.}$

Из расчетов следует, что предложенный вариант исследование температура Кюри магнитных материалов более выгоден по сравнению с существующим способом.

5.7.9 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

Оценка эффективности исследования проводилась на основании сравнения контрольных образцов из металла и неметалла:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (2.8)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения

научно- исследовательского проекта.

Так как стоимость исполнения представленного проекта максимальна, в сравнении с аналогами, следовательно, интегральные финансовые показатели разработки и аналогов равны

$$I_{\phi}^p = 1, \quad I_{\phi}^{a1} = 0.7$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (2.9)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (2.10)$$

где: I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;
 a_i – весовой коэффициент i -го параметра;
 b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился на основании данных представленных в таблице 18.

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

ПО критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	3
5. Надежность	0,25	5	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	26	22

Итоги расчетов:

$$I_m^p = 4.35, I_m^a = 3.55.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} \quad (2.11)$$

$$I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} \quad (2.12)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатель	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель	1	0.7
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4.35	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,35	5,07
4	Сравнительная эффективность	1	1.42

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы: интегральный показатель ресурсоэффективности разработки превышает

показатели аналога, что говорит о том, что исследования достаточно эффективна и может конкурировать с системами подобного типа. Однако, показатель сравнительной эффективности показывает, что технические слабости присутствуют и их необходимо решать.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования являются термомагнитометрический метод и ферромагнитные (ферритовые) материалы. Ферромагнетики (ферриты) – вещества, обладающие спонтанной намагниченностью, т.е. они намагничены даже при отсутствии внешнего магнитного поля. К ферромагнетикам кроме основного их представителя – железа – относится, например, кобальт, никель, их сплавы.

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке термомагнитометрического метода контроля гомогенности и фазового состава ферритовых материалов.

Для выбора факторов использовалось ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [8].

Таблица 20 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по исследованию фазового состава ферритовых материалов.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003- 74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Термоанализатор STA 449 C Jupiter и персональные компьютеры с прилагающимися	1 повышенный уровень шума на рабочем месте; 2. отклонение параметров микроклимата 3.	1.Электрический ток	Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Допустимый уровень шума

периферийными устройствами.	недостаточное освещенность 4. ЭМП		ограничен санитарным нормам СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Электробезопасность проводился по ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ и ГОСТ Р МЭК 61140-2000.
-----------------------------	-----------------------------------	--	---

6.1 Анализ вредных и опасных факторов при проведении исследований.

6.1.1 Некомфортное метеоусловия

Научно исследовательские работы, проводимые в ходе подготовки магистерской диссертации, согласно СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», относятся к категории работы Ia с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), т.к. работы проводились в основном сидя и сопровождались незначительными физическими напряжениями [9].

Микроклимат в лабораторных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) относительная влажность воздуха;
- 2) температура воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают

отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте соответствуют величинам, приведенным в таблице 2, применительно к выполнению работ категории Ia в холодный и теплый периоды года.

Таблица 21 – Оптимальные величины показателей микроклимата в лаборатории при проведении исследований.

Период года	Категория работ	Температура а воздуха, °С	Температура а поверхность ей, °С	Относит. влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с
Холодный	Ia	22 – 24	21 – 25	60 – 40	0.1
Теплый	Ia	23 – 25	22 – 26	60 – 40	0.1

Для оптимизации микроклимата и состава воздуха в лаборатории должно быть обеспечены надлежащий воздухообмен и отопление, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и трубопроводов. Для повышения влажности воздуха в помещении рекомендуется применять увлажнители воздуха.

6.1.2 Повышенный уровень шума

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать отклонений или заболеваний в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц. Допустимый уровень шума ограничен санитарным нормам СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [10].

Уровни звука на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не

должны превышать значений 50 дБА.

Понизить степень шума в помещении возможно внедрением звукопоглощающих материалов с наивысшими коэффициентами звукопоглощения для отделки помещений, подтвержденных специальными акустическими расчетами. Добавочным звукопоглощением можно выбрать одноцветные занавеси из непроницаемой ткани, гармонирующие с расцветкой стенок и подвешенные в складочку на дистанции 15 – 20 см от загромождения. Ширина штора обязана в 2 раза превышать ширину окна.

6.1.3 Недостаточная освещенность

Освещение очень важный фактор для человека. Основная часть информации (90 %) человек принимает с помощью зрительного контакта, поступающей из со всего мира. Свет — главный ключевой элемент человека, который дает способность видеть, дать оценку форму, перспективу и цвету окружающей среды. Освещение окружающей среды влияет как на зрительную работоспособность, так и на психическую и эмоциональную состояние человека. Исследователи накопили немало данных по биологическому влиянию света на организм человека. Отмечено, что освещение, кроме обеспечения зрительного контакта, через системы нервно оптико-вегетатива влияет на систему формирования иммунной защиты, эндокринную систему, развитие и рост организма, а так же воздействует на множество важных процессов жизнедеятельности, контролируя устойчивость и обмен веществ к влиянию не лучших факторов окружающей среды.

Согласно СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 разряд зрительной работы принят равным 4Б[11]. Для проведения исследований с термическим анализатором должны соблюдаться следующие требования:

- равномерное и достаточное освещение;
- лучшая яркость;
- недоступность бликов и ослеплённости;
- сообразный контраст;

- верная цветовая гамма;
- недоступность стробоскопического эффекта или же вибрации света.

Сравнительная оценка искусственного и естественного света по его воздействию на трудоспособность показывает превосходство естественного света. Основным фактором, распознающим биологическую недостаточность искусственного и естественного освещения, является различие в спектральном строении излучения, включая активность естественного освещения в течение дней. Степень освещённости при работе с ферритовыми материалами должны быть снабжены электрическим светом локализованного или общего освещения, или же в случае присутствия дневным светом, например комбинацией естественного и дневного света или настольных ламп.

Когда я проводил эксперимент, я работал в здании школы № 8. В комнате три окна, и мое место близко к одному из них. В комнате три светильника. Интенсивность естественного и искусственного освещения превышает 300 лк. Коэффициент естественной освещённости составляет 1,5%. Такие условия освещения очень полезны для работы.

Безопасность труда должна обеспечивать зрительный комфорт и зрительную способность, который в свою очередь являются чрезвычайно важными для трудоспособности человека. Немало несчастных происшествий случается, кроме всего по причине неудовлетворительного освещения или же по причине оплошности, допущенных трудящимся, по причине сложности распознавания проблемы такого или же другого предмета или же не понимания степени риска, связанного с сервисом транспортных средств, станков и т. п. Освещение формирует комфортное обстоятельства в рабочей зоне. [12].

6.1.4 Электромагнитное поле

Электромагнитных полей (ЭМП) создают: радиоизлучения, магнитные и электрические поля Земли, искусственные источники (радиовещание и телевидение, радиолокация, радионавигация и др.) атмосферное электричество. Излучение электромагнитной энергии создается массивными аппаратами высокочастотного

обогрева, лабораторными и измерительными приборами. Любые элементы, подключенные в высокочастотную цепь, могут быть источниками излучения [13].

Эффект влияния электромагнитного поля на организм объекта принято расценивать численностью электромагнитной энергии, поглощаемым данным объектом при положении его в поле. Электромагнитное поле в меньших частотах (в этом случае 50 Гц) рассматривается как магнитное и электрическое поле, который не имеет связь между собой. Возникновение магнитного поля обусловлено наличием п тока на токоведущих частях электроустановок, а электрическое поле — присутствием напряжении по токоведущим частям. По этой же причине нужно отдельно рассматривать воздействие этих полей на биологический объект.

Параметры электрического поля нормируется напряженностью электрического поля в кВ/м, а параметры магнитного поля – напряженностью магнитного поля в А/м или индукция магнитного поля в мкТл, в согласовании с притязаниями СанПиН 2.2.1340-03 и по ГОСТ 12.1.002-99 "ССБТ. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах" .

В настоящее время в основу нормирования допустимых напряженностей магнитных и электрических полей положены научно установленные механизмы влияния на организм человека: изменение разности потенциалов на мембранах клеток при частотах ниже 10 кГц и нагрев тканей при более высоких частотах. Соответственно базовыми величинами являются безопасные плотность тока в тканях организма в диапазоне частот 4 - 1000 Гц 10 мА/м², а при частотах выше 10 кГц - удельная энергия 4 Вт/кг. При частоте 50 Гц указанной плотности тока соответствуют напряженности внешних полей 20 кВ/м и 4 кА/м.

Определено, что в установках сверхвысокого напряжения, неважно в какой точке поля энергия магнитного поля, поглощенная человеческим телом, раз в 50 меньше чем поглощенная энергия электрического поля.

6.1.5 Напряженность труда

Напряженность труда — это черта трудового процесса, отражающая нагрузку большей частью на центральную нервную систему, органы эмоций, эмоциональную

область труда.

Интеллектуальная работа связана с переработкой и восприятием огромными численностями информации. Так как умственный труд работает с передачей и приемом большой информации, такие процессы как память, внимания и мышления всегда активизированы. Умственный вид труда значительно снижает активность человеческого организма. При умственном труде в день человек исчерпает 2500 – 3000 ккал энергозатраты [14].

Но от зависимости рабочей позы энергетические затраты меняются. Человек в позе сидя исчерпает 10-15 % энергозатрат от основной энергии; стоя –10 – 25%, а в неудобной позе – энергозатрат имеет максимальную значению 40 – 50%. При активной умственной работе мозг употребляет 15 – 20% энергии от общего обмена в организме. Степень нервно-эмоциональной напряженности определяет повышение суммарных энергетических затрат при умственной работе. Дневной затрата энергии при интеллектуальном труде увеличивается на 48% при чтении вслух сидя, на 90 – 100% – у операторов ЭВМ и на 90% –при чтении лекций.

Интеллектуальная работа связана с нервным напряжением, которое находится в зависимости от значительности, угрозы и ответственности работы. Нервное напряжения влияет на увеличение потребления кислорода, изменение ЭКГ, тахикардию и на рост кровяного давления.

Все показатели имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок:

- интеллектуальные;
- сенсорные;
- эмоциональные;
- монотонные;
- режимные нагрузки.

Напряженность трудового процесса должна оцениваться на каждом рабочем месте. Оценка напряженности труда основана на анализе трудовой деятельности работников, должностных инструкций, хронометражных наблюдений (фотографии рабочего дня) и экспертной оценки [15]

6.2 Электрический ток

Электробезопасность - это система технических и организационных средств и мероприятий, обеспечивающих безопасность людей от опасного и вредного воздействия электромагнитного поля, электрической дуги и электрического тока.

Анализ производственного травматизма показывает, что число травм, вызванных воздействием электрического тока, незначительно и составляет около 1%. Однако из общего количества смертельных несчастных случаев доля электротравм составляет 20-40% и занимает одно из первых мест.

По нормативным документам ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» вредное и опасное влияния на людей электромагнитных полей, электрического тока и электрической дуги выявляются в виде профессиональных заболеваний и электротравм [16].

Степень вредного и опасного влияния на организм человека электромагнитного поля, электрического тока и электрической дуги зависит от:

- величины и рода тока и напряжений;
 - частоты электрического тока;
 - пути тока через тело человека;
 - продолжительности воздействия электромагнитного поля или электрического тока на организм человека;
 - условий внешней среды. Для защиты от прикосновения к токоведущим частям применимо соблюдать следующие действие и предметы:
- защитные оболочки;
 - безопасное расположение токоведущих частей.
 - изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
 - изоляция рабочего места;
 - малое напряжение;
 - защитное отключение;
 - электрическое разделение (см. ГОСТ Р МЭК 61140) [17];

-предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

Источниками поражения током являются состояние электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, при помощи которых оборудование включается в сеть, и заземления. В лаборатории должны применяться следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части должны изолированы и ограждены, а ограждение имеет блокировку, отключающую подачу электроэнергии в случае снятия ограждения. Токоведущие части надежно изолированы, применены защитные ограждения (кожухи, крышки, сетки и т.д.), токоведущие части должны быть расположены на недоступной высоте. В установках напряжением до 1000 В достаточную защиту обеспечивает применение изолированных проводов [18].

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – опасное природное явление. Катастрофа, стихийное или иное бедствие, которое может повлечь за собой ущерб здоровью или человеческие жертвы, огромные материальные потери, разрушение условий человеческой жизнедеятельности. К чрезвычайным ситуациям также относятся аварии, техногенные катастрофы, широко распространенные инфекционные болезни людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти ЧС.

При возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера на территории организации или же за ее пределами, которые создают угрозу здоровью и жизни персонала необходимо соблюдать все требования установленной в организации инструкции [19].

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями в лаборатории являются: ЧС техногенного характера, обрушения зданий и сооружений, ЧС социального характера.

Рассмотрим действия работников в случае возникновения ЧС техногенного

характера.

Действия в случае возникновения пожара

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии в помещении используются первичные средства пожаротушения, которые предназначены для использования до прибытия пожарной команды[20].

Для тушения токоведущих частей и электроустановок на рабочем месте имеется в наличии переносной, порошковый, закачиваемый огнетушитель ОП-4. Зарядку порошковых огнетушителей производится один раз в пять лет.

Здание соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно: есть охранно-пожарная сигнализация, план эвакуации, порошковый огнетушитель с поверенным клеймом, таблички с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Требования по использованию первичных средств пожаротушения: Углекислотные огнетушители (ОУ-7, ОУ-6, ОУ-5, ОУ-3, ОУ-2 и т. д.) предназначены для тушения загораний различных горючих веществ, за исключением тех, горение которых происходит без доступа воздуха, а также применяются для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Огнетушащее вещество – двуокись углерода.

Для приведения в действие углекислотных огнетушителей необходимо раструб направить на горящий предмет, сорвать пломбу, выдернуть чеку, нажать на рычаг (или повернуть маховик вентиля влево до отказа), направить струю на пламя. Держать огнетушитель вертикально, переворачивать его не требуется.

Во избежание обмороживания не касаться металлической части раструба оголенными частями тела. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить к ним раструб ближе 1м.

Внутренние пожарные краны (ПК) предназначены для подачи воды при тушении твердых сгораемых материалов и горючих жидкостей. Внутренний ПК вводится в работу двумя работниками: один прокладывает рукав и держит наготове пожарный ствол для подачи воды в очаг горения, второй – проверяет подсоединение пожарного рукава ПК и открывает вентиль для поступления воды.

Асбестовое полотно, войлок (кошма) используются для тушения небольших очагов загорания любых веществ и материалов, горение которых не может происходить без доступа воздуха. Очаг загорания накрывается асбестовым или войлочным полотном для прекращения доступа воздуха.

Песок применяется для механического сбивания пламени и изоляции горящего или тлеющего материала от доступа воздуха. Подается в очаг пожара лопатой или совком.

Проанализируем действия рабочего персонала при возникновении различных ЧС социального характера

Рассмотрим действия работников в случае обрушения здания.

Покидая помещение, спускаться по лестнице, а не на лифте: он в любой момент может остановиться.

Не паниковать, не устраивать давку в дверях при эвакуации. Останавливать тех, кто собирается прыгать с балконов (этажей выше первого) и через застекленные окна.

Если отсутствует возможность покинуть здание, занять безопасное место: проемы капитальных внутренних стен, углы, образованные капитальными внутренними стенами, под балконами каркаса (они защищают от падающих предметов и обломков). Открыть дверь из помещения, чтобы обеспечить выход.

Не поддаваться панике и сохранять спокойствие. Держаться подальше от окон, электроприборов.

Если возник пожар, незамедлительно попытаться потушить его. Телефон использовать только для вызова представителей правоохранительных органов, пожарной охраны, врачей, спасателей.

Не пользоваться спичками: существует опасность взрыва вследствие утечки газа.

Оказавшись на улице, не стоять вблизи здания. Перейти на открытое пространство.

Действия в случае совершения террористического акта (взрыва)

Немедленно покинуть место происшествия, так как рядом могут находиться

дополнительные взрывные устройства. Выйти из здания на улицу или спрятаться в укрытии, если таковое имеется.

Держаться подальше, насколько это будет возможно, от высоких зданий, стеклянных витрин или транспортных средств.

Если поблизости находятся сотрудники правоохранительных органов, следовать их указаниям.

Если сотрудники правоохранительных органов еще не прибыли, немедленно позвонить им. Не создавать толпу и не присоединяться к ней.

Владея информацией, которая сможет помочь задержать подозреваемых и определить местонахождение транспортного средства, причастного к террористическому акту, оперативно сообщить об этом в правоохранительные органы.

Действия при обнаружении взрывных устройств или подозрительных предметов

В случае обнаружения подозрительных предметов в здании на территории, оперативно сообщить о находке в правоохранительные органы и руководству.

Не трогать, не вскрывать и не перемещать находку. Зафиксировать время ее обнаружения. Помнить: внешний вид предмета может скрывать его истинное назначение. В качестве камуфляжа для взрывных устройств используются обычные бытовые предметы, сумки, пакеты, свертки, коробки, игрушки и т. д.

Не предпринимать самостоятельно никаких действий с предметами, с подозрением на наличие взрывного устройства: это может привести к взрыву, многочисленным жертвам и разрушениям.

6.4 Экологическая безопасность

Предполагаемых источников загрязнения окружающей среды, возникающих в результате реализации предлагаемых в ВКР конструкторских и технологических работ, нет. Так как при реализации данного проекта остаются отходы ферритовых материалов весом 2 грамма.

6.5 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При компоновке рабочего места с ПЭВМ были соблюдены следующие требования [84]:

1. расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), не менее 2.0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1.2 м;

2. рабочее место с ПЭВМ размещено в изолированном кабинете с организованным воздухообменом, так как на предприятии присутствуют источниками вредных производственных факторов;

3. экран видеомонитора находится от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм и не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;

4. конструкция рабочего стола обеспечивает оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы;

5. конструкция рабочего стула обеспечивает поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволяет изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления;

6. поверхность сиденья, спинки и других элементов стула является полумяжкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием;

7. температура воздуха в помещении допускается в пределах 20-25°C при относительной влажности до 75 %; резкие перепады температуры не допускаются;

8. не допускается излишняя запыленность воздуха в помещении (не более 1 мг/м³ при максимальном размере частиц 3 мкм); обязательна влажная ежедневная уборка помещения.

Для компоновки рабочей зоны надо соблюдать эргономические требования. Эргономическими требованиями рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению

документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов.

Главными элементами рабочего места являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы, на основании термогравиметрических исследований получены значения температур Кюри никеля, литиевого феррита и литий-титановых ферритов с $x_{Ti}=0.1, 0.4$ при различных скоростях нагрева (1, 2, 5, 10, 20, 50 °С/мин). Проанализировав полученные экспериментальные результаты, были сделаны выводы, что скорость нагрева существенно влияет на достоверность полученных значений. Исходя из полученных данных, были рассчитаны калибровочные кривые для каждой из используемых скоростей нагрева для термоанализатора STA 449C Jupiter, что позволяет нивелировать влияние скорости нагрева при будущих измерениях температуры Кюри.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» магистерской работы НИР был оформлен как проект, состоящий из четырех этапов: предпроектный анализ, планирование и управление научным проектом и определение финансовой, ресурсной, экономической, бюджетной и социальной эффективности исследования.

В разделе «Социальная ответственность» магистерской работы описано рабочее место, проведено анализ опасных и вредных проявлений факторов рабочей среды, затронуты главные факторы, который влияет на работоспособность сотрудника лаборатории, рассмотрено вопросы о защите при возникновении ЧС, организационные и правовые вопросы по обеспечению безопасности сотрудников, а также ряд мероприятия для компоновки рабочей среды.

На основе выше изложенных материалов можно сказать, что научно-исследовательская работа основанный на термомагнитометрический метод исследования выполнена в полном размере, поставленные задачи достигнуты.

Литература

1. Левин Б.Е. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. / Б.Е. Левин, Ю.Д. Третьяков, Л.И. Летюк. - М.: Металлургия, 1979. – 472 с.

2. Gallagher P.K. Thermomagnetometry. // J. Therm. Anal. Calorim. – 1997. – V.49. – № 1. С. 33–44.

3. Варшавский С.Т., Пашенко В.П., Мень А.Н. Дефектность структуры и физико-химические свойства феррошпинелей./ С.Т. Варшавский, В.П. Пашенко, А.Н. Мень. – М.: Наука, 1989. – 366 с.

4. Бляссе Ж. Кристаллохимия феррошпинелей. / Ж. Бляссе. – М.: Металлургия, 1968. – 184 с.

5. Шольц Н.Н., Пискарев К.А. Ферриты для радиочастот. / Н.Н. Шольц, К.А. Пискарев. – М.: Энергия, 1966. – 236 с.

6. Neel L. Magnetic properties of ferrites: ferrimagnetism and antiferromagnetism, " / L. Neel // Ann. De Phys.". – 1948. – v. 3, p. – 137.

7. Сафантаьевский А.П. Поликристаллические феррошпинели СВЧ. Современное состояние и перспективы развития/А.П. Сафантаьевский// Обзор по электронной технике, Сер.6. – 1979. – Вып. 9. – 30 с.

8. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

9. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 12 с.

10. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Минздрав России, 1996. – 37 с.

11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. – М.: Минздрав России, 2011. – 68 с.

12. СанПиН 2.2.1340 – 03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

13. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

14. ГОСТ 12.1.002 – 99 "ССБТ. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.

15. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [Электронный ресурс] / URL

<http://docs.cntd.ru/document/1200040973>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус.

16. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

17. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи

18. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты / URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-12-1-019-2009-ssbt>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус.

19. ГОСТ 22.3.03-94 безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Защита населения [Электронный ресурс] / URL:
<http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-3-03-94>, свободный. – Загл. с экрана. —
Яз. рус.

20. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
– М.: Минстрой России, 2007. – 38 с.

Приложение А

Таблица А.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	5	3	4	0.5	0.3	0.4
2. Безопасность	0.04	5	5	5	0.2	0.2	0.2
3. Соответствие заявленным требованиям	0.04	5	5	4	0.2	0.2	0.16
4. Функциональность	0.02	5	4	4	0.1	0.08	0.08
5. Качество интеллектуального интерфейса	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
6. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.08	5	4	4	0.4	0.32	0.32
2. Уровень проникновения на рынок	0.1	4	5	4	0.4	0.5	0.4
3. Цена	0.2	5	4	3	1	0.8	0.6
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.09	5	4	4	0.45	0.36	0.36
5. Финансирование научной разработки	0.07	5	4	3	0.35	0.28	0.21
6. Многократное использование ограниченных средств	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
7. Обеспечение занятости	0,04	5	5	4	0,2	0,2	0,16
Итого	1	64	57	50	4.9	4.24	3,72

Приложение Б

Таблица Б.1 - Матрица SWOT

<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Исследование ферритов многокомпонентного состава</p> <p>С2. Исследование ферритов с помощью температуры Кюри</p> <p>С3. Возможность более качественного проведение контроля фазового состава</p> <p>С4. Чувствительность метода до 0,5 вес % фазового состава исследуемого объекта</p> <p>С5. Более долгое использования</p> <p>С6. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С7. Полнопрофильный анализ с использованием специализированного программного комплекса Proteus Analysis</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Исследование можно применить только к ферритовым материалам</p> <p>Сл2. Отсутствие погрешности измерения</p> <p>Сл3. При нагреве до температуры Кюри объект изменяется по структуре, по этому метод относится к разрушающему контролю</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление новых продуктов</p> <p>В3. Исправьте ошибку для будущи х измерений температуры Кюри.</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие нужды на новые технологии производства</p> <p>У2. Появления конкуренций в технологии производства</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>

Приложение В

Таблица В.1 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
	Определены перспективные направления коммерциализации научно – технического задела	4	3
	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	1
	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	1
	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	2
	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	2
	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	4
	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	61	45

Приложение Г

Таблица Г.1 – Календарный план-график проведения исследования

№	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ																
				февраль			март				апрель				май				июнь	
				2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	15
1	Разработка ТЗ	Р	2																	
2	Изучение и анализ литературы	М	15																	
3	Проведение консультаций	Р	7																	
4	Методы определения температуры Кюри в ферритовых материалах	М	7																	
5	ТГ анализы	М	14																	
6	Исследование температуры Кюри ферритовых материалов термогравиметрическим методом.	М	21																	
7	Чувствительность термомагнитометрического анализа	М	7																	
8	Исследование температура Кюри магнитных материалов термомагнитометрическим методом	М	21																	
9	Подготовка материалов для ВКР	М	10																	
10	Обсуждение полученных результатов	Р	2																	
11	Оформление ВКР	М	9																	
12	Сдача ВКР	М	1																	