

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

Институт Физико-технический
Направление подготовки 140402 Ядерные физика и технологии
Кафедра Физико-энергетических установок

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

УДК 531.715.27

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Шаравина С. В.		6.02.16

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры физико-энергетических установок	Седнев Д. А.			6.02.16

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Верховская М. С.	к.э.н.		23.03.16

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры прикладной физики	Гоголева Т. С.	к.ф.-м.н.		23.03.16

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры физико-энергетических установок	Долматов О. Ю.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2016 г.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 140402 «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»**

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять глубокие, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов в профессиональной деятельности.
Р2	Ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области использования ядерной энергии, ядерных материалов, систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов, технологий радиационной безопасности, медицинской физики и ядерной медицины, изотопных технологий и материалов.
Р3	Создавать теоретические, физические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом и живой материей, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, процессы и механизмы переноса радиоактивности в окружающей среде.
Р4	Разрабатывать новые алгоритмы и методы: расчета современных физических установок и устройств; исследования изотопных технологий и материалов; измерения характеристик полей ионизирующих излучений; оценки количественных характеристик ядерных материалов; измерения радиоактивности объектов окружающей среды; исследований в радиозоологии, медицинской физике и ядерной медицине.
Р5	Оценивать перспективы развития ядерной отрасли, медицины, анализировать радиационные риски и сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать меры по снижению рисков и обеспечению ядерной и радиационной безопасности руководствуясь законами и нормативными документами, составлять экспертное заключение.
Р6	Проектировать и организовывать инновационный бизнес, разрабатывать и внедрять новые виды продукции и технологий, формировать эффективную стратегию и активную политику риск-менеджмента на предприятии, применять методы оценки качества и результативности труда персонала, применять знание основных положений патентного законодательства и авторского права Российской Федерации.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р7	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности.
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
Р9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
Р10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

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

Институт Физико-технический
 Направление подготовки 140402 Ядерная физика и технологии
 Кафедра Физико-энергетических установок

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) О. Ю. Долматов
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Шаравиной С. В.

Тема работы:

Разработка методики оптической идентификации сварных соединений	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.02.2016 № 1618/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	20.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none"> - точность измерения – 1000 мкм – для двумерной реконструкции, 100 мкм – для трехмерной реконструкции; - программное обеспечение – Windows 7 - область применения – ядерный технический контроль и регулирование.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> - анализ существующих методов идентификации учетных единиц и используемых устройств пломбирования и считывающих их систем; - анализ литературы по теме двумерной и трехмерной реконструкции объектов для сличения информации с поверхности учетных единиц (объектов контроля); - разработка методики; - инсталляция экспериментальных установок, изготовление контрольных образцов; - проведение серии экспериментов по идентификации контрольных образцов двумерным и трехмерным методом, обработка результатов.

Перечень графического материала	Электронная пломба, сборочный чертеж
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	М. В. Верховская
Социальная ответственность	Т. С. Гоголева
Иностранный язык	Я. В. Ермакова
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Введение	
Использование внутреннеприсущих признаков конструкционных материалов в сфере учета и контроля ядерных материалов	
Верификация внутреннеприсущих признаков объектов учета и контроля с помощью оптических методов	
Определение идентичности контролируемых образцов на основе испытаний двумерной и трехмерной реконструкции	
Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
Социальная ответственность при организации работ в лаборатории неразрушающего контроля	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
асс. каф. ФУ	Д. А. Седнев			01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Шаравина С. В.		01.02.16

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

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Шаравиной С. В.

Институт	Физико-Технический	Кафедра	Физико-энергетических установок
Уровень образования	Высшее	Направление / специальность	Безопасность и нераспространение ядерных материалов

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Проведение предпроектного анализа; анализ конкурентно-технических решений с позиций ресурсоэффективности и ресурсосбережения; проведение SWOT-анализа; проведение оценки готовности проекта к коммерциализации.</i>
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Определение цели и результата проекта. Организация структуры проекта.</i>
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта; Определение бюджета НТИ</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности НТИ</i>
Перечень графического материала:	<i>Представлено 3 рисунка и 25 таблиц</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Верховская Марина Витальевна	кандидат экономических наук		23.03.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Шаравина С. В.		23.03.16

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0AM4B	Шаравиной С. В.

Институт	Физико-Технический	Кафедра	Физико-энергетических установок
Уровень образования	Высшее	Направление / специальность	Безопасность и нераспространение ядерных материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места	
2. Законодательные и нормативные документы по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью; - предлагаемые средства защиты.
Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	<ul style="list-style-type: none"> - электрический ток (источники, предлагаемые средства защиты); - пожароопасность (источники, предлагаемые средства защиты).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры прикладной физики	Гоголева Татьяна Сергеевна	кандидат физико-математических наук		23.03.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0AM4B	Шаравина С. В.		23.03.16

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 111 стр., 27 рис., 35 табл., 41 источник, 9 приложений.

Ключевые слова: идентификация, пломба, трехмерная реконструкция, структурный свет.

Объектами исследования являются методы оптической двумерной и трехмерной реконструкции.

Цель работы – разработать методику идентификации сварных соединений контейнеров с ОЯТ и РАО.

В процессе исследования проводилась разработка методики идентификации текстурных особенностей поверхностей сварных соединений, рассмотрены вопросы технологии и компонентов систем реконструкции, рассмотрены аспекты социальной ответственности и финансового менеджмента.

В результате исследования разработана методика идентификации сварных соединений с помощью оптических методов сканирования.

Область применения: Ядерный технический контроль и регулирование.

Значимость работы состоит в том, что система позволяет увеличить эффективность систем идентификации учетных единиц в виде контейнеров с ОЯТ и РАО и повысить надежность работы системы учета и контроля.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе использованы следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов;

ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы;

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;

СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение;

СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;

В данной работе применены следующие определения и сокращения:

автоматизированная система сбора данных (АСД): Комплекс средств, предназначенный для работы совместно с персональным компьютером и осуществляющий автоматизированный сбор информации о значениях физических параметров в заданных точках объекта исследования с аналоговых и/или цифровых источников сигнала, а также первичную обработку, накопление и передачу данных;

атрибутивный признак: Признак, однозначно подтверждающие наличие или отсутствие какого-либо атрибута предмета;

зона баланса материалов (ЗБМ): Территориально и административно установленная в пределах ядерной установки или пункта хранения ядерных материалов зона для учета и контроля ядерных материалов, в которой на основании измерений определяется количество ядерных материалов при каждом их перемещении в зону и из нее и подводится баланс ядерных материалов за установленный период времени;

идентификатор: Уникальный признак объекта, позволяющий различать его от других объектов;

идентификационный признак: Признак, присущий данному объекту, выражающий его свойства, характеризующий объект определенным образом и используемый в целях идентификации;

идентификация: Процесс опознавания субъекта или объекта по присущему ему или присвоенному ему идентификационному признаку;

ключевая точка измерений (КТИ): Место, где ядерные материалы могут быть измерены для определения их потока или наличного количества;

межбалансовый период (МБП): Период времени между двумя последовательными физическими инвентаризациями;

несанкционированные действия (НСД): Действия с целью несанкционированного проникновения в зону доступа;

отработанное ядерное топливо (ОЯТ): Извлечённые из активной зоны тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) или их группы, тепловыделяющие сборки ядерных реакторов атомных электростанций и других установок;

паттерн: Характерный участок;

подтверждающие измерения: Измерения, результаты которых используется для подтверждения всех или некоторых количественных характеристик и (или) атрибутивных признаков ядерных материалов, учетных единиц, продуктов;

радиоактивные отходы (РАО): Ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается;

средства измерения: Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным в течение известного интервала времени;

учетная единица: Поддающийся идентификации предмет, содержащий ядерные материалы, (имеющий индивидуальный номер или другой идентификатор), целостность которого остается неизменной в течение установленного периода времени;

учетные измерения: Измерения количественных характеристик ядерных материалов, продуктов, результаты которых вносятся в учетные документы;

физическая инвентаризация: Определение фактического количества ядерных материалов, имеющих в наличии в ЗБМ.

Содержание

Реферат	7
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	8
Введение	14
1. Использование внутреннеприсущих признаков конструкционных материалов в сфере учета и контроля ядерных материалов	16
1.1 Государственная система учета и контроля ядерных материалов	16
1.1.1 Учет ядерных материалов с помощью автоматизированных систем регистрации учетных единиц	18
1.1.1.1 Способы идентификации учетных единиц	18
1.1.1.2 Характеристики маркировочных кодов	20
1.1.1.3 Параметры наиболее распространенных кодов	20
1.1.1.4 Устройства для считывания кодовой информации	22
1.1.2 Современные системы пломбирования	23
1.2 Объекты верификации, обладающие внутреннеприсущими признаками в системе учета и контроля ЯМ	26
1.2.1 Контейнер для хранения твердых и жидких РАО	26
1.2.2 Пеналы сухого хранения ОЯТ	28
1.2.3 Структура внутреннеприсущих признаков конструкционных материалов и особенности их формирования	31
1.2.4 Предъявляемые условия для считывания внутреннеприсущих признаков	34
2. Верификация внутреннеприсущих признаков объектов учета и контроля с помощью оптических методов	36
2.1 Двумерная реконструкция	36
2.2 Трехмерная реконструкция	39
3. Определение идентичности контролируемых образцов на основе испытаний двумерной и трехмерной реконструкции	43

3.1	Описание контрольных образцов	43
3.2	Испытания методики двумерной реконструкции контрольных образцов	45
3.2.1	Программная реализация методики идентификации	45
3.2.2	Проведение идентификации образцов	46
3.3	Испытания методики трехмерной реконструкции	51
3.3.1	Оборудование и программное обеспечение для сканирования методом структурного света	51
3.3.2	Калибровка системы камера-проектор	53
3.3.3	Проведение идентификации образцов	55
4.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	63
4.1	Предпроектный анализ	64
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	64
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений	65
4.1.3	FAST-анализ	67
4.1.4	SWOT-анализ	71
4.2	Инициация проекта	74
4.3	Планирование управлением научно-техническим проектом	75
4.3.1	Иерархическая структура работ проекта	76
4.3.2	Контрольные события проекта	76
4.3.3	План проекта	77
4.3.4	Бюджет научно-исследовательского проекта	78
4.3.4.1	Расчет материальных затрат	79
4.3.4.2	Расчёт затрат на специальное оборудование	80
4.3.4.3	Расчет основной заработной платы	81
4.3.4.4	Расчет дополнительной заработной платы	83
4.3.4.5	Отчисления во внебюджетные фонды	84
4.3.4.6	Накладные расходы	85
4.3.4.7	Формирование бюджета затрат проекта	85

4.3.5	Организационная структура проекта	86
4.3.6	Матрица ответственности	87
4.4	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования	89
5.	Социальная ответственность при организации работ в лаборатории неразрушающего контроля	93
5.1	Требования к организации и оборудованию рабочих мест	94
5.2	Анализ вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	95
5.2.1	Микроклимат	96
5.2.2	Освещение рабочего места	96
5.2.3	Воздействие шума	97
5.2.4	Воздействие напряженности электромагнитного поля	98
5.2.5	Напряженность труда	99
5.3	Анализ опасных факторов проектируемой производённой среды	101
5.3.1	Электробезопасность	101
5.3.2	Пожарная безопасность	102
	Заключение	103
	Список публикаций студента	106
	Список использованных источников	107
	Приложение А	112
	Приложение Б	119
	Приложение В	125
	Приложение Г	127
	Приложение Д	130
	Приложение Е	131
	Приложение Ж	133
	Приложение И	134
	Приложение К	135

Введение

Обеспечение работы системы учета и контроля ядерных материалов является неотъемлемой частью структуры атомной отрасли в целом. Необходимость постоянного надзора за ядерными материалами, а также проверки качества работы соответствующих систем обусловлена их потенциальной ядерной и радиационной опасностью, а также существенным влиянием, оказываемым на государственную и международную безопасность, экономическое и политическое положение страны.

Эффективная работа ядерных установок зависит как от поддержания состояния безопасного обращения с ядерным материалом, так и от использования современных технологий для улучшения работоспособности систем и компонентов. Регистрация и идентификация учётных единиц являются частью системы государственного учёта ядерных материалов и модернизация ее отдельных компонентов позволяет усовершенствовать систему в целом. С другой стороны улучшение эффективности работы систем пломбирования позволяет добиться лучших результатов работы системы контроля наличия и перемещения ядерных материалов.

Внедрение опыта развивающихся областей науки и техники может повысить успешность модернизации системы учета и контроля ядерных материалов. Одной из стремительно развивающихся технологий является технология сличения информации с поверхности объектов, которая предоставляет считываемый образ в цифровом виде и позволяет в дальнейшем провести сравнение эталона с контрольным образцом. Подобные системы задействованы, как в рамках биометрической идентификации, так и в процессе сличения текстурных особенностей объектов с помощью технологий неразрушающего контроля. Опыт последних позволяет рассмотреть вопрос использования уникальных идентификационных признаков при проведении физической инвентаризации, а также в области контроля ядерных материалов в качестве устойчивых к подделке индикаторов вмешательства. Немаловажным

является факт возможности применения единой системы, способной обеспечивать, как работу регистрационных практик, так и систем наблюдения, с учетом непосредственной специфики процессов и рекомендаций Международного агентства по атомной энергии и отечественной государственной корпорации Росатом. В частности, обе организации ставят приоритетным вопрос о создании более эффективных систем пломбирования, которые бы учитывали факт отсутствия на рынке пломбировочных устройств, которые невозможно подделать.

Целью данной работы является разработка и апробация методики сличения поверхности сварных соединений конструкционных изделий для проведения идентификации. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- анализ существующих методов идентификации учетных единиц и используемых устройств пломбирования и считывающих их систем;
- анализ литературы по теме двумерной и трехмерной реконструкции объектов для сличения информации с поверхности учетных единиц (объектов контроля);
- разработка методики;
- инсталляция экспериментальных установок, изготовление контрольных образцов;
- проведение серии экспериментов по идентификации контрольных образцов двумерным и трехмерным методом, обработка полученных результатов.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- предложено использование текстурных особенностей поверхности сварного соединения в качестве идентификатора объектов учета и контроля.
- предложено использование трехмерной реконструкции на базе оптических методов на основе серий экспериментальных апробаций методики идентификации на примере образцов сварных соединений.

4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает трудно, но и коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации. Для достижения описанной цели необходимо сформировать концепцию проекта, организовать работы по научно-исследовательскому проекту, определить возможные альтернативы проведения научных исследований. Необходимо провести планирование научно-исследовательских работ, оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования [26].

В данной работе представлена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработки методики идентификации сварных соединений на основе методов трехмерной реконструкции.

4.1 Предпроектный анализ




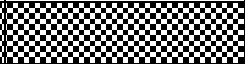


4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками [27]. Анализ потребительского рынка, относимого к категории коммерческих промышленных организаций, к разрабатываемой методике идентификации сварных соединений выявил следующие критерии сегментирования: специфика работы сканирующей системы, уровень внедрения на объектах ЯТЦ. Аналогов систем считывания сварных соединений в рассматриваемой области не представлено. Для идентификации всех типов конструкционных материалов на объектах ЯТЦ используются светодиодные и лазерные считыватели штриховых и матричных кодов.

Результаты исследования рынка методом сегментирования представлены на схеме (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке методики идентификации сварных соединений

Критерии		Особенности систем сканирования			
		Совмещение элементов учета и элементов контроля	Защищенность идентификатора от копирования	Защищенность идентификатора от порчи	Вариативность типа сканера
Уровень внедрения	высокий				
	средний				
	низкий				

Условные обозначения:



Разрабатываемая методика



Система со светодиодным сканером



Система с лазерным сканером

Рассмотрение сегментов рынка разрабатываемой системы идентификации показал, что существующие системы считывания информации, представленные системами светодиодных и лазерных считывателей штриховых и матричных кодов не удовлетворяют современным требованиям эффективности работы, что предлагает перспективу для развития новой ветви регистрационных методик, которая основывалась бы на аналогичных принципах оптической идентификации, но имела бы кардинальные отличия в вопросе маркировки. Так, организация работы со сварными соединениями, которые уже присутствуют на объекте учета и контроля позволяет исключить дополнительные затраты на маркирование единиц, снизить уровень рисков, связанных с недостатками идентификаторов в виде наклеек, а также сделать возможным совмещение баз данных о пломбах и учетных единицах.

Предлагаемое в данной работе ноу-хау, удовлетворяя актуальным потребностям в области регистрации и идентификации объектов контроля, имеет возможность получить спрос у предприятий ЯТЦ, оперирующих контейнерами, содержащие ОЯТ и РАО. Перспективность данной разработки и возможность расширения функциональных возможностей позволит в дальнейшем внедрить методику непосредственно в цикл операций на предприятиях ЯТЦ с целью повышения стабильности и надежности работы систем учета и контроля.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для анализа конкурентных технических решений в рамках данной работы,

помимо предлагаемой методики идентификации сварных соединений (ф) рассматриваются используемые методики, основанные на светодиодных (к1) и лазерных (к2) считывателях штриховых и матричных кодов.

Позиции оцениваются по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [27].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле (5):

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -ого показателя.

Оценка конкурентных технических решений представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

№	Вид работ	V_i	Баллы			Конкурентоспособность		
			Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1	Повышение производительности труда пользователя	0,11	3	3	3	0,33	0,33	0,33
2	Удобство в эксплуатации	0,07	3	5	5	0,21	0,35	0,35
3	Помехоустойчивость	0,02	5	0	0	0,1	0	0
4	Энергоэкономичность	0,03	3	3	2	0,09	0,09	0,06
5	Надежность	0,06	5	1	1	0,3	0,06	0,06
6	Уровень шума	0,01	4	4	4	0,04	0,04	0,04
7	Безопасность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
8	Потребность в ресурсах памяти	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
9	Функциональная мощность	0,07	5	2	3	0,35	0,14	0,21
10	Простота эксплуатации	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
11	Качество интеллектуального интерфейса	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
12	Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности								
1	Конкурентоспособность продукта	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
2	Уровень проникновения на рынок	0,03	3	5	3	0,09	0,15	0,09

Продолжение таблицы 4.2

3	Цена	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32
4	Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	5	4	4	0,1	0,08	0,08
5	Послепродажное обслуживание	0,01	5	5	5	0,05	0,05	0,05
6	Финансирование научной разработки	0,04	3	2	2	0,12	0,08	0,08
7	Срок выхода на рынок	0,07	1	5	5	0,07	0,35	0,35
8	Наличие сертификации разработки	0,01	1	5	5	0,01	0,05	0,05
Итого:		1	-	-	-	3,83	3,69	3,57

По результатам проведенного анализа, основанного на сравнении конкурентных решений, видим, что разрабатываемая методика имеет высокие шансы занимать лидирующие позиции на рынке систем, считывающих информацию об учетных и контрольных единицах. Самой выгодной стороной разрабатываемой методики безусловно является надежность и повышение эффективности рабочих процессов, связанных с эксплуатацией и хранением единиц, содержащих ОЯТ и РАО. Кроме того, для внедрения данной методики не требуется обеспечивать рабочие места специализированными компьютерными системами, поскольку конкурентные решения оперируют аналогичными техническими мощностями с учетом запрашиваемых функциональных ресурсов и ресурсов памяти. Поскольку все рассматриваемые системы имеют одинаковую физику измерения, рабочее место также не требует изменений в режиме безопасности и эргономичности. Слабым местом разработки является отсутствие соответствующего патента или сертификации, что компенсируется представленными преимуществами и возможностью беспрепятственно провести требуемые работы по регистрации ноу-хау.

4.1.3 FAST-анализ

FAST-анализ – функционально-стоимостной анализ выбранного объекта исследования. Суть метода состоит в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных,

функционально неоправданных, излишних затрат. Возникают эти затраты из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда.

Проведение FAST-анализа предполагает шесть стадий:

- выбор объекта FAST-анализа;
- описание главной функции, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
- определение значимости выполняемых функций объектом;
- анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
- построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
- оптимизация функций выполняемых объектом [28].

В рамках данной работы в качестве объекта FAST-анализа выступает методика идентификации сварных соединений на основе методов трехмерной реконструкции.

Функционально разработка представлена следующими элементами:

- главную функцию в разработке выполняет устройство сличения информации с объекта контроля (камера);
- основную функцию несет модуль обработки (ЭВМ);
- вспомогательная функция отведена координирующему элементу (проектор), фиксирующему элементу (штатив) и элементам соединения интерфейсов (провода и кабели передачи данных).

Характеристика функций исследуемого объекта представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Классификация функций системы идентификации

Наименование	Кол-во	Выполняемая функция	Ранг функции		
			главная	основная	вспомогательная
Камера (1)	1	Захват изображения для передачи информации об объекте для обработки	X		
Проектор (2)	1	Проецирование структурного света на объект для захвата изображения камерой			X
ЭВМ (3)	1	Визуальное представление трехмерной модели объекта в виде облака точек; проведение регистрации и идентификации;		X	
Штатив (4)	1	Закрепление источника структурного света и считывающего элемента			X
Соединительные элементы (5)	4	Подключение проектора и ЭВМ к сети питания, передача информации с ЭВМ на проектор и с камеры на ЭВМ			X

Для оценки значимости функций используется метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В. А. и В.Ф. Глущенко. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции. Результат оценки представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Матрица смежности

Функции	1	2	3	4	5
1	=	=	=	>	>
2	=	=	=	>	>
3	=	=	=	>	>
4	<	<	<	=	<
5	<	<	<	>	=
Условные обозначения:	< – менее значимый		= – одинаковый по значимости	> – более значимый	

На основе таблицы смежности строится матрица количественных соотношений путем использования следующего правила: 0,5 балла при «<», 1,5 балла при «>», 1 балл при «=». Определение значимости функций производится путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Результат преобразования и расчетов представлен в таблице 4.5.

Таблица 1.5 – Матрица количественных соотношений функций

Функции	1	2	3	4	5	Итого	Значимость
1	1	1	1	1,5	1,5	6	0,24
2	1	1	1	1,5	1,5	6	0,24
3	1	1	1	1,5	1,5	6	0,24
4	0,5	0,5	0,5	1	0,5	3	0,12
5	0,5	0,5	0,5	1,5	1	4	0,16
Условные обозначения:	< – менее значимый		= – одинаковый по значимости	> – более значимый		25	1

Далее оценивается уровень затрат на выполнение каждой функции. Расчет стоимости функций приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Определение стоимости функций аналитического комплекса

Наименование	Количество	Выполняемая функция	Стоимость, руб	З/п, руб	Себестоимость (вес), руб
Камера (1)	1	Захват изображения для передачи информации об объекте для обработки	35000	-	170000 (0,2)
Проектор (2)	1	Проецирование структурного света на объект для захвата изображения камерой	75000	-	50000 (0,4)
ЭВМ (3)	1	Визуальное представление трехмерной модели объекта в виде облака точек; проведение регистрации и идентификации;	65000	-	70000 (0,35)
Штатив (4)	1	Закрепление источника структурного света и считывающего элемента	4500	-	45000 (0,02)
Соединительные элементы (5)	4	Подключение проектора и ЭВМ к сети питания, передача информации с ЭВМ на проектор и с камеры на ЭВМ	6700	-	35000 (0,03)
Итого:					186200 (1)

Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы (приложение Д).

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них [29].

Явная диспропорция наблюдается для функций 2 и 3, для которых справедливо преобладание затрат над значимостью, а также для функций 4 и 5, где значимость не соответствует отведенным экономическим затратам. Если во втором случае разница обеспечивает снижение бюджета проекта, некритично влияя на качество его проведения в виду второстепенности функций, то в первом случае необходимо обеспечить более рациональный подбор оборудования, либо обосновать выбор используемого, что осуществлено в рамках данной магистерской диссертации согласно предъявляемым требованиям к составу системы.

4.1.4 SWOT-анализ

Следующим этапом является комплексный анализ внешней и внутренней среды проекта с помощью технологии SWOT (Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы)), который проводится в несколько шагов.

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

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Слабая сторона – это недостаток, упущение или ограниченность проекта, которые препятствуют достижению его целей. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию. Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые

имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем [30].

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта С1. Проект соответствует рекомендациям Росатома и МАГАТЭ С2. Заявленная надежность и эффективность технологии С3. Наличие сертифицированных технических элементов, задействованных в проекте С4. Доступность оборудования и комплектующих элементов С5. Возможность замены главных и основных функциональных элементов</p>	<p>Слабые стороны проекта Сл1. Узкая направленность проекта Сл2. Требуется дополнительное повышение квалификации специалистов Сл3. Повышенные ресурсные требования к высокоточному оборудованию Сл4. Необходимость этапа лицензирования методики Сл5. Необходимость дополнительных корректировок в зависимости от типа рабочего места (стационарное/мобильное)</p>
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Сотрудничество с международными организациями в области атомной энергетики В3. Применение на объектах приоритетной отрасли (атомная энергетика) В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт В5. Кооперация с консультирующими органами в сфере ядерной энергетики</p>		

Продолжение таблицы 4.7

<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Неустойчивая экономическая ситуация в стране У5. Отказ от новых технологий в виду необходимости пересмотра процедур учета и контроля</p>		
--	--	--

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT [30]. Интерактивная матрица отображена в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Интерактивная матрица проекта

		Возможности					Угрозы				
		B1	B2	B3	B4	B5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Сильные стороны	C1	+	+	+	0	+	0	-	+	0	0
	C2	+	0	+	+	0	0	0	0	-	0
	C3	+	+	+	+	+	-	-	0	-	0
	C4	+	0	+	0	0	+	0	0	+	0
	C5	+	0	+	0	0	+	0	+	+	0

Продолжение таблицы 4.8

Слабые стороны	Сл1	+	+	+	0	+	0	-	-	0	0
	Сл2	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0
	Сл3	+	0	+	0	0	-	-	0	-	0
	Сл4	0	+	+	+	+	0	-	-	-	-
	Сл5	0	0	+	+	0	0	-	-	0	-

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа (приложение Е), отображающая перспективы развития предлагаемого продукта с учетом его сильных и слабых сторон под влиянием внешних факторов.

4.2 Инициация проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей [30].

Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 4.9. Единственным предприятием в России по разработке комплекса сухого хранения ОЯТ является ГХК. Потребность комбината в совершенствовании систем учета и контроля ОЯТ ежегодно освещается на научных конференциях по вопросам ЯТЦ. Данная работа предлагает оснащение определенным оборудованием контрольных точек измерений в ЗБМ с использованием методики трехмерной реконструкции. Кроме того разработка методики позволит включать сведения об альтернативных методах регистрации в учебный процесс в качестве справочного материала, а также способствует продвижению научных исследований в области учета и контроля исполнителем проекта.

Таблица 4.9 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научный руководитель проекта	Организация учебного процесса при помощи разрабатываемого аналитического комплекса для подготовки
Студент-исполнитель проекта	Участие в организации проекта при обучении в аспирантуре
Кафедра ФЭУ ТПУ	Введение в учебный процесс методических рекомендаций по проведению альтернативной идентификации учетных единиц
ФГУП ФЯО ГХК	Внедрение разработки в цикл производственных операций

Необходимо представить информацию об иерархии целей проекта и критериях достижения целей [30]. Цели и результаты проекта представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Цели и результаты проекта

Цель проекта	Разработка методики оптической идентификации сварных соединений
Ожидаемые результаты проекта	Составленная методика идентификации сварных соединений, включающая алгоритм проведения операций и возможное оснащение установки
Критерии приемки результата проекта	Повышение надежности и стабильности работы систем учета и контроля ЯМ, целесообразность затрат на высокоточное оборудование
Требования	Высокая точность работы оборудования
	Высокая скорость обработки данных в системе
	Возможность интеграции устройств в систему автоматизированного сбора данных
	Мобильность системы

4.3 Планирование управлением научно-техническим проектом

Планирование управления проектом состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей [30].

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта.

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта [30]. В приложении Ж представлена ИСР разрабатываемой системы идентификации сварных соединений.

4.3.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты [30]. Информация по событиям проекта представлена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Подтверждающий документ
1	Выбор направления исследований	01.02.16	-
2	Разработка технического задания на выполнение магистерской диссертации	3.02.16	Задание на выполнение магистерской диссертации
3	Утверждение технического задания магистерской диссертации	6.02.16	Приказ
4	Календарное планирование работ	8.02.16	План работ
5	Подбор и изучение материалов по теме	10.02.16	Отчет
6	Сбор исходных данных для формирования требований к разработке методики	1.03.16	Отчет
7	Выделение функциональных элементов системы	16.03.16	Отчет
8	Подготовка образцов, калибровка оборудования, проведение экспериментов	01.04.16	Отчет

Продолжение таблицы 4.11

9	Выделение особенностей проведения методики с использованием применяемого оборудования	16.04.16	Отчет
10	Обобщение и оценка результатов	1.05.16	Отчет
11	Составление пояснительной записки	5.05.16	Пояснительная записка
12	Проверка соответствия оформления пояснительной записки требованиям ГОСТ	8.05.16	-
13	Подготовка к защите	10.05.16	Презентация

4.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план и календарный план-график проекта. Календарный план проекта представлен таблицей 4.12.

В данной работе список исполнителей включает руководителя и студента.

Таблица 4.12 – Календарный план проекта

№	Этап	Длительность Т _к , дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Выбор направления исследований	2	01.02.16	2.02.16	Руководитель
2	Разработка технического задания на выполнение магистерской диссертации	3	3.02.16	5.02.16	Руководитель
3	Утверждение технического задания	2	6.02.16	7.02.16	Руководитель
4	Календарное планирование работ	2	8.02.16	9.02.16	Руководитель, студент
5	Подбор и изучение материалов по теме	16	10.02.16	29.02.16	Студент
6	Сбор исходных данных для формирования требований к разработке методики	15	1.03.16	15.03.16	Студент

Продолжение таблицы 4.12

7	Выделение функциональных элементов системы	16	16.03.16	31.03.16	Студент
8	Подготовка образцов, калибровка оборудования, проведение экспериментов	15	01.04.16	15.04.16	Студент
9	Выделение особенностей проведения методики с использованием применяемого оборудования	15	16.04.16	30.04.16	Студент
10	Обобщение и оценка результатов	4	1.05.16	4.05.16	Студент
11	Составление пояснительной записки	3	5.05.16	7.05.16	Студент
12	Проверка соответствия оформления пояснительной записки требованиям ГОСТ	2	8.05.16	9.05.16	Руководитель
13	Подготовка к защите	3	10.05.16	12.05.16	Студент

Календарный график проекта, построенный при помощи диаграмм Ганта, представлен в приложении И.

4.3.4 Бюджет научно-исследовательского проекта

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

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

- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле (6):

$$Z_M = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (6)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -ого вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -ого вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов. Примем k_T равным 0,2.

Результаты расчета материальных затрат представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Материальные затраты

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Z_M , руб.
Шариковая ручка	1	40	48
Тетрадь формата А4	1	300	360
Готовые контрольные образцы сварного соединения	2	810	1944
Итого:			2352

Затраты на освещение вычисляются следующим образом (7):

$$Z_{осв} = \frac{(15 \cdot S_f \cdot M \cdot t)}{1000} \cdot C, \quad (7)$$

где S_f – площадь пола ($40 m^2$);

M – количество часов искусственного освещения в сутки (7 ч);

t – число рабочих дней (15 дней);

C – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии (2,35 руб.).

По результатам расчетов получаем (8):

$$Z_{\text{осв}} = \frac{(15 \cdot 7 \cdot 40 \cdot 15)}{1000} \cdot 2,35 = 148,05 \text{ руб.} \quad (8)$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле (9):

$$C_{\text{элект}} = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (9)$$

где $C_{\text{эл}}$ – тариф на промышленную электроэнергию (2,35 руб. за 1 кВт/ч);

P – мощность оборудования. кВт;

$F_{\text{об}}$ – время использования оборудования, ч.

Лабораторная часть данной работы включает работу персонального компьютера мощностью 85 Вт и проектора мощностью 20 Вт от сети длительностью 1 час в течение рабочего дня. Таким образом, затраты на электроэнергию составили (10):

$$C_{\text{элект}} = 2,35 \cdot 0,085 \cdot 15 + 2,35 \cdot 0,02 \cdot 15 = 3,69 \text{ руб.} \quad (10)$$

Таким образом, материальные затраты с учетом затрат на электроэнергию составили 2503,75 руб.

4.3.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование

В данной работе к спецоборудованию, необходимому для организации работ по созданию комплекса, относятся высокоскоростная камера, проектор, персональный компьютер. Стоимость для каждого типа оборудования представлена в таблице 4.6. Срок службы камеры составляет 10 лет, проектора – 3 года, персонального компьютера – 5 лет.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле (11):

$$C_{\text{аморт}} = \frac{C_{\text{об}}}{T}, \quad (11)$$

где $C_{\text{об}}$ – стоимость оборудования (руб);

T – срок службы (дней).

По результатам расчетов получаем (12):

$$C_{\text{аморт}} = \frac{35000 + 75000 + 65000}{(10 + 3 + 5) * 365} = 59,95 \text{ руб./дн.} \quad (12)$$

Оборудование использовалось в течение 15 дней, согласно этому рассчитаем затраты на оборудование (13):

$$C_{\text{аморт(общ)}} = 59,95 \cdot 15 = 899,25 \text{ руб.} \quad (13)$$

Таким образом, общие амортизационные затраты проекта составляют 899,25 рублей.

4.3.4.3 Расчет основной заработной платы

Расчет основной заработной платы включает расчет оплаты руководителя и студента-исполнителя. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада [30]. Данные по заработной плате приведены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Расчет заработной платы по окладу

Исполнители работ	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
Руководитель	593,94	14584,32
Студент	189,43	4500

Статья заработной платы включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (14):

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (14)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле (15):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (15)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (16):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (16)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,24$ месяца, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:	89	98
выходные дни;	81	90
праздничные дни.	8	8
Потери рабочего времени, дни:		
отпуск;	0	0
невыходы по болезни.		
Действительный годовой фонд рабочего времени F_d , дни	276	267

Месячный должностной оклад работника (17):

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p, \quad (17)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	14584,32	0,3	0,2	1,3	28439,42	593,94	9	5345,46
Студент	4500	-	-	-	5850	189,43	89	16859,27

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием;
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.;
- иные выплаты;
- районный коэффициент [30].

4.3.4.4 Расчет дополнительной заработной платы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.) [30].

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле (18):

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (18)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. Для руководителя и лаборанта примем $k_{доп}$ равным 0,15, для студента коэффициент не учитывается.

Результат расчета дополнительной заработной платы представлен в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.
Руководитель	5345,46	801,82
Студент	16859,27	0

4.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы (19):

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (19)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) [30].

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.18. Отчисления во внебюджетные фонды не предусмотрены для стипендиальных начислений.

Таблица 4.18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	5345,46	801,82
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	27,1	
Отчисления, руб.	1665,91	

На 2016 год в соответствии с [31] установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

4.3.4.6 Накладные расходы

В эту статью 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.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле (20):

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (20)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Накладные расходы в ТПУ составляют 25-35 % от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, участвующих в выполнении темы [30]. Примем $k_{\text{накл}} = 30 \%$. Таким образом, накладные расходы составят 1844,18 руб.

4.3.4.7 Формирование бюджета затрат проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [30].

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Руководитель	Студент
Материальные затраты	2503,75	
Затраты по основной заработной плате исполнителей	5345,46	16859,27
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	801,82	0
Затраты на специальное оборудование	899,25	
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	1665,91	0
Накладные расходы	1844,18	0
Затраты	9657,37	16859,27
Итого:	29919,64	

4.3.5 Организационная структура проекта

Организационная структура проекта представляет собой временное структурное образование, создаваемое для достижения поставленных целей и задач проекта и включающее в себя всех участников процесса выполнения работ на каждом этапе.

Данной исследовательской работе соответствует функциональная структура организации. То есть организация рабочего процесса выстроена иерархически. У каждого участника проекта есть непосредственный руководитель, сотрудники разделены по областям специализации, каждой группой руководит компетентный специалист (функциональный руководитель).

Организационная структура научного проекта представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Организационная структура работы

4.3.6 Матрица ответственности

Степень ответственности каждого члена команды за принятые полномочия регламентируется матрицей ответственности. Матрица ответственности данного проекта представлена в таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Матрица ответственности

Этап проекта	Научный руководитель	Консультант «Финансовый менеджмент»	Консультант «Социальная ответственность»	Консультант по иностранному языку	Студент
Выбор направления исследований	О				
Разработка технического задания на выполнение магистерской диссертации	О				
Утверждение технического задания	О				
Календарное планирование работ	О				
Подбор и изучение материалов по теме	С				
Сбор исходных данных для формирования требований к разработке методики					И
Выделение функциональных элементов системы					И
Подготовка образцов, калибровка оборудования, проведение экспериментов					И
Выделение особенностей проведения методики с использованием применяемого оборудования					И
Обобщение и оценка результатов					И
Составление пояснительной записки		С			
Проверка соответствия оформления пояснительной записки требованиям ГОСТ			С		
Подготовка к защите				С	
Выбор направления исследований					И
Разработка технического задания на выполнение магистерской диссертации	О				
Утверждение технического задания					И
Условные обозначения:	О – ответственный;		И – исполнитель;		С – согласующий.

Степень участия в проекте характеризуется 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 (в данной работе не предусмотрен);
- согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

4.4 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения [30].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле (21):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (21)$$

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

$\Phi_{\text{р}i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Данные для расчет интегрального финансового показателя представлены в таблице 4.21.

Таблица 4.21 – Расчет интегрального финансового показателя

Стоимость, руб.		Интегральный финансовый показатель разработки	
Φ_{\max}	67890		
$\Phi_{\text{проект}}$	29919,64	Проект	0,44
$\Phi_{\text{аналог1}}$	67890	Аналог 1	1
$\Phi_{\text{аналог2}}$	28670	Аналог 2	0,42

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (22):

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (22)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегральных показателей приведен в таблице 4.22

Таблица 4.22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№	Вид работ	Весовой коэффициент	Баллы		
			Проект	Аналог 1	Аналог 2
1	Повышение производительности труда пользователя	0,19	5	5	3
2	Удобство в эксплуатации	0,08	5	4	3
3	Помехоустойчивость	0,02	5	3	3
4	Энергоэкономичность	0,05	4	4	5
5	Надежность	0,06	5	3	3
6	Уровень шума	0,01	4	3	3
7	Безопасность	0,09	4	4	4
8	Потребность в ресурсах памяти	0,08	3	3	4
9	Функциональная мощность	0,17	5	4	3
10	Качество интеллектуального интерфейса	0,15	5	5	4
11	Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	5	5	5
Итого:		1	4,55	3,91	3,64

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{испi}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле (23):

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}} \quad (23)$$

Параметры эффективности разработки представлены в таблице 4.23.

Таблица 4.23 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Проект	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,87	0,81	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,51	3,93	3,66
Интегральный показатель экономической эффективности	10,34	3,91	8,66

На основании рассчитанных показателей наблюдаем, что разрабатываемый проект обладает наиболее оптимальным вариантом с позиции ресурсного, финансового и экономического сбережения. Известно, что Аналог 1 при разработке не учитывал ресурсосберегательную сторону, поскольку проект не был ограничен средствами, что демонстрирует низкий интегральный показатель экономической эффективности. С другой стороны, сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта говорит о менее успешной реализации проекта в плане приоритетного повышения надежности и функциональности по сравнению с исследованием в рамках данной магистерской диссертации. Таким образом, разрабатываемая методика является наиболее показательной с точки зрения баланса ресурсов.

Список публикаций студента

1 Седнев Д.А., Шаравина С.В. Возможности идентификации конструкционных материалов на основе биометрических алгоритмов // V Школа-конференции молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов, Северск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2014. – С.65;

2 Седнев Д.А., Шаравина С.В., Филиппов Г.А. Возможности идентификации конструкционных материалов на основе биометрических алгоритмов // VI Школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов, 14-16 октября 2015г., г. Томск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – С.70;

3 Твердохлебова, Т.С., Лидер, А.М., Салчак, Я.А., Шаравина, С.В. Разработка стандартизированной базы дефектов сварных соединений пеналов для сухого хранения ОЯТ // VI Школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сборник тезисов докладов, 14-16 октября 2015г., г. Томск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – С.73;

4 Твердохлебова, Т. С. Количественный ультразвуковой анализ за счёт внедрения стандартизированной базы данных дефектов сварных соединений / Т. С. Твердохлебова [и др.] ; науч. рук. Д. А. Седнев // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее : сборник научных трудов IV Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, г. Томск. 5-10 октября 2015 г. : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 1. — С. 214-218.

5 Sednev D., Sharavina S. Development of structural materials identification approach based on iris recognition algorithms // ESARDA Bulletin. – 2015. – Vol. 50. – P. 79-86

6 Filippov, G., Zhvyrblya, V., Sharavina, S., Salchak, Y. Non-contact calibration technique of ultrasound tomography system for complex shaped objects» / MATEC Web of Conferences. – 2016. – Vol. 48. – P. 6.