

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



Институт ЭНИН
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
Кафедра ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты воздушной линии электропередачи 110 кВ ПС Дружная – Дупленская Новосибирской ЭЭС

УДК 621.316.925.1:621.311.4 (571.14)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Лаас Артём Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцен	Кац И.М.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романцов И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
ПК-1	способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области
ПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-3	готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-4	способностью и готовностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности
ПК-5	владением основными методами защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-6	способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ПК-7	способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой)

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



Институт ЭНИН
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2А	Лаасу Артёму Александровичу

Тема работы:

Проектирование релейной защиты воздушной линии электропередачи 110 кВ ПС Дружная – Дупленская Новосибирской ЭЭС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2016 г. № 653/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Параметры защищаемой линии 2. Параметры прилегающей периферии
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Краткая характеристика защищаемого объекта 2. Выбор и обоснование видов и состава РЗ ЛЭП 3. Выбор и обоснование аппаратных средств РЗ 4. Определение электрических величин для расчета выбранных РЗ с помощью ПВК «АРМ СРЗА» 5. Расчет параметров настроек и чувствительности РЗ
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Общий вид шкафа ШЭ 2607 16 и лицевая плита терминала БЭ2704V016 2. Функциональные схемы ДЗ и СТЗ терминала БЭ2704V016 3. Схема района энергосистемы для

	проектирования РЗ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Романцов Иван Григорьевич
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	Кац И.М.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Лаас Артём Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Лаасу Артёму Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ».
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент 30%; Коэффициент доплат и надбавок 15%; Коэффициент дополнительной заработной платы 13%; Районный коэффициент 30%.
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Анализ конкурентных технических решений - SWOT – анализ
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - амортизационные отчисления; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Лаас Артём Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Лаасу Артёму Александровичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочее место представляет собой помещение электрической станции, внутри которой находятся шкафы релейной защиты. Факторы: – вредные проявления факторов производственной среды (климатические условия, освещение, шумы, электромагнитные поля); – опасные проявления факторов механической природы (движущиеся части электроустановок), термического характера, пожарной и взрывной природы (система отопления, системы охлаждения трансформаторов), электрической природы (шины, незаземленные части электроустановок);
2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	–ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) –ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность» –ГОСТ 12.1.010–76 «Взрывобезопасность» –Правила устройства электроустановок. –ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 –СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.) –СН 2.2.4/2.1.8.562–96. –СН 2.2.4/2.1.8.556–96.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Освещение: – снижение внимательности, ухудшение зрения; Шум: – снижение внимательности, сосредоточенности, ухудшение слуха; Электромагнитные поля: – негативное воздействие на организм в целом.
2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – механические опасности (движущиеся части механизмов, станки); – термические опасности (система

защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	отопления, паропровод, котлы); – электробезопасность (электрооборудование, генераторы, трансформаторы, токоведущие части); – пожаровзрывобезопасность (возгорание горючих веществ, взрывы складов, котлов).
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть является пожар на территории ОРУ, ЗРУ, ОПУ. Основными источниками пожаров являются трансформаторы, маслянные выключатели, кабели. Пожарная безопасность обеспечивается соблюдением правил пожарной безопасности, установкой ящиков с песком, пожарных щитов с первичными средствами пожаротушения, огнетушителей, применением несгораемых конструкций.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	ПУЭ 85, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.005–88, ГОСТ 12.1.006–84.ССБТ, ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ, ГОСТ 17.4.3.04-85, НПБ 105-03, ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00, Р2.2.2006-05, РД 34.03.604, РД 52.04.186, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.4.723-98

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Лаас Артём Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц, 7 рисунков, 23 таблиц, 17 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: релейная защита, линия электропередачи, энергосистема, дистанционная защита, токовая ступенчатая защита.

В качестве объекта исследования рассматривалась воздушная линия электропередачи 110 кВ новосибирской энергосистемы от ПС «Дружная» до ПС «Дупленская».

Целью работы является расчет параметров релейной защиты воздушной линии электропередачи 110 кВ, а так же оценка конкурентоспособности и планирование проектных работ; исследование рабочего места инженера службы РЗА с целью выявления вредных и опасных производственных и экологических факторов и средств защиты от них.

Для выполнения работы была использована программная среда «АРМ СРЗА», а также пакет Microsoft Office.

Релейная защита рассматриваемой линии реализована на базе шкафа ШЭ 2607 компании «ЭКРА». Рассчитанный комплекс защит отвечает основным требованиям, предъявляемым к релейной защите.

Полученные в данной работе результаты могут быть использованы как предварительные в расчетных группах РЗА регионального, объединенного или центрального диспетчерских управлениях, в техническом ведении которых находится рассматриваемая линия электропередачи.

Обозначения и сокращения

АПВ	автоматическое повторное включение
ДЗ	дистанционная защита
ИО	измерительный орган
КЗ	короткое замыкание
ЛЭП	линия электропередачи
МТЗ	максимальная токовая защита
НПП	научно-производственное предприятие
ПВК	программно-вычислительный комплекс
ППБ	правила пожарной безопасности
ПС	подстанция
ПУЭ	правила устройства электроустановок
РЗ	релейная защита
СанПиН	санитарные правила и нормы
СТЗНП	ступенчатая токовая защита нулевой последовательности
ТН	трансформатор напряжения
ТО	токовая отсечка
ТТ	трансформатор тока
ТЭЦ	теплоэлектроцентраль
УРОВ	устройство резервирования при отказе выключателя
ЭЭС	электроэнергетическая система

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ПРИНЯТИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ.....	13
1.1 Характеристика защищаемого объекта.	13
1.2 Выбор и обоснование устанавливаемых защит.	13
1.3 Выбор аппаратной реализации релейной защиты.	14
1.4 Выбор устройств релейной защиты.	15
1.5 Выбор измерительных трансформаторов.	15
1.5.1 Выбор трансформатора тока.	15
1.5.2 Выбор трансформатора напряжения	17
2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ.....	19
2.1 Дистанционная защита.....	19
2.1.1 Принцип действия	19
2.1.2 Расчет уставок срабатывания защиты и проверка чувствительности	23
2.1.3 Расчет уставки первой ступени	23
2.1.4 Проверка чувствительности первой ступени.....	27
2.1.5 Расчет уставки второй ступени	28
2.1.6 Проверка чувствительности второй ступени.....	31
2.1.7 Расчет уставки третьей ступени.....	32
2.1.8 Проверка чувствительности третьей ступени.....	34
2.2 Токовая ступенчатая защита нулевой последовательности	35
2.2.1 Принцип действия	35
2.2.2 Расчет уставок срабатывания первой ступени	39
2.2.3 Проверка чувствительности первой ступени.....	40
2.2.4 Расчет уставки второй ступени	40
2.2.5 Проверка чувствительности второй ступени.....	41
2.2.6 Расчет уставки четвертой ступени.....	42
2.2.7 Проверка чувствительности четвертой ступени	42
2.3 Токовая ступенчатая защита	43
2.3.1 Принцип действия	43
2.3.2 Расчет уставок срабатывания защиты и проверка чувствительности	45
2.3.2.1 Расчет уставки первой ступени	45
2.3.2.2 Проверка чувствительности первой ступени.....	45
2.3.2.3 Расчет уставки второй ступени	46
2.3.2.4 Проверка чувствительности второй ступени.....	47
2.3.2.5 Расчет уставки третьей ступени	47
2.3.2.6 Проверка чувствительности третьей ступени.....	48

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	50
3.1 Анализ конкурентоспособности технического решения.....	50
3.2 SWOT – анализ	51
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	53
3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ	54
3.3.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	55
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	59
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	59
3.4.2 Амортизационные отчисления	60
3.4.3 Оплата труда исполнителей	61
3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	64
3.4.5 Накладные расходы.....	65
3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования	65
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	67
4.1 Анализ вредных производственных факторов	68
4.1.1 Воздействие климатических условий.....	68
4.1.2 Освещенность	69
4.1.3 Шум и вибрация	70
4.1.4 Защита от электромагнитных излучений	71
4.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	73
4.2.1 Анализ опасности поражения электрическим током.....	73
4.3 Охрана окружающей среды.....	74
4.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	76
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
4.6 Требования к деятельности электростанции в области социальной ответственности.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	83
ПРИЛОЖЕНИЯ	85

ВВЕДЕНИЕ

Релейная защита служит для выявления повреждений и ненормальных режимов работы электрической части энергосистем и является одним из важнейших типов автоматики, служащей для обеспечения их надежной и устойчивой работы.

В современных энергетических системах значение релейной защиты возрастает в связи с ростом мощности энергосистем, объединением их в единые электрически связанные системы.

Для релейной защиты характерной особенностью является процесс модернизации и совершенствования. Это объясняется развитием сетей высокого и сверхвысокого напряжения. С помощью подобных сетей осуществляется объединение энергосистем и передача больших потоков электроэнергии. Среди приоритетных направлений развития устройств релейной защиты наиболее перспективным является применение цифровых комплексов.

Для реализации указанных целей была использована специализированная программная среда АРМ СРЗА, позволяющая производить расчеты периметров релейной защиты. На практике комплекс применяется для сокращения ручных расчетов, и заменой из более точными программными расчетами. Это уменьшает вероятность неправильной настройки релейной защиты.

Выбор и проектирование устройств релейной защиты производится с учетом того факта, что для повышения надежности функционирования не учитываются маловероятные режимы работы системы и маловероятные виды повреждений, если это приводит к заметному усложнению защит.

1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1.1 Анализ конкурентоспособности технического решения

На сегодняшний день экономический потенциал того или иного проекта играет в его реализации не меньшую роль, чем технические возможности. Поэтому такие показатели как, например, коммерческий потенциал и привлекательность для целевой аудитории-крайне важные составляющие любой научной разработки.

Целью данного раздела является проведение оценки сравнительной эффективности научной разработки и определение направления для ее будущего повышения. Для этого будет использована оценочная карта.

На данном этапе будут оцениваться три шкафа защиты: ШЭ 2607, ПДЭ 2802 и ЭПЗ 1643. В таблице 1 приведены данные оценочной карты для указанных выше элементов защиты.

Таблица 1– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф ШЭ 2607	Б _{к1} ЭПЗ 1643	Б _{к2} ПДЭ 2802	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
2. Помехоустойчивость	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Надежность	0,12	5	5	5	0,6	0,6	0,6
4. Уровень шума	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
5. Безопасность	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
6. Функциональная мощность	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6

Продолжение Таблицы 1

7. Качество интеллектуального интерфейса	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3
8. Возможность подключения к ПК	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,48
2. Цена	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Наличие сертификации разработки	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	59	57	56	4,88	4,62	4,48

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Исходя из оценки конкурентоспособности, можно сказать, что шкаф ШЭ 2607 обладает преимуществами относительно конкурентов.

1.2 SWOT – анализ

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

Проведение SWOT-анализа позволяет определить внутренние сильные и слабые стороны, а также внешние возможности и угрозы. В таблице 2 представлены основные факторы, которые целесообразно учитывать в SWOT-анализе данного исследования.

Таблица 2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: S1. Надежные источники финансирования; S2. Поставляемое оборудование готово к вводу в эксплуатацию; S3. Высокая чувствительность к аварийным режимам; S4. Низкий уровень шума и вред окружающей среде.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: W1. Высокая стоимость; W2. Необходимость в высококвалифицированном персонале; W3. Сложность проведения ремонта; W4. Необходимость перестроения схемы защиты: введение дополнительных цепей постоянного тока.
Возможности: O1. Использование отечественного оборудования; O2. Доступность связи с поставщиками оборудования; O3. Повышение спроса; O4. Применение энергопредприятиями данного шкафа, как основную защиту главных схем электростанций;	Быстрый ввод защит в эксплуатацию за счет полностью укомплектованного оборудования; Надежная защита из-за использования микропроцессорных терминалов.	Сокращение бюджета за счет покупки оборудования у российских производителей. Переквалификация рабочего персонала.
Угрозы: T1. Возможно увеличение закупочной стоимости оборудования; T2. Ожесточение конкуренции; T3.. Проблемы с синхронизацией приема данных; T4. Отсутствие спроса на новые технологии.	Вовремя проведенный ввод оборудования позволит избежать проблем с нарушением функциональности энергетической в аварийных ситуациях.	Уменьшение зависимости от политической обстановки за счет покупки оборудования у российских производителей

Опираясь на результаты анализа видно, что потенциальных сильных сторон у исследования больше, чем слабостей. Также были обдуманы методы оптимального использования сильных сторон и преодоления слабостей проекта.

1.3 Планирование научно-исследовательских работ

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель
			Инженер
Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
	5	Анализ исходных данных	Инженер
	6	Выбор и обоснование комплектов защиты	Инженер
Контроль и координирование проекта	7	Расчет параметров РЗиА	Инженер
	8	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель
	9	Оценка эффективности проделанной работы	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Составление пояснительной записки	Инженер
	11	Вопросы экологической безопасности	Инженер

1.4 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Ожидаемое значение трудоемкости $t_{ожі}$ определяется формулой:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (1)$$

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

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p ,

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни.

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

Ниже приведен пример расчета:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел-дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ дня};$$

1.5 Разработка графика проведения научного исследования

Построение ленточного графика проведения научных работ производится с помощью диаграммы Ганта. Длительность каждого этапа работ переведена в календарные дни.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (3)$$

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

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

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{\text{ки}} = T_{\text{pi}} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

где $T_{\text{ки}}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе $T_{\text{ки}}$ округляются до целого числа.

Ниже приведен пример расчета для инженера и руководителя соответственно:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 68} = 1,23$$

Все рассчитанные значения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , человеко- дни		t_{max} , человеко- дни		$t_{ожг}$, человеко- дни					
	Руковод.	Инженер	Руковод	Инженер	Руковод.	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	2	0	4	0	2,8	0	2,8	0	4	0
Подбор и изучение материалов по теме	0	5	0	7	0	6	0	6	0	9
Выбор направления исследований	0	4	0	5	0	5	0	5	0	7
Календарное планирование работ по теме	1	0	2	0	1,4	0	1,4	0	2	0
Анализ исходных данных в программной среде АРМ СРЗА	0	5	0	8	0	6	0	6	0	9
Предварительный выбор защит РЗ	0	5	0	8	0	6,2	0	6,2	0	10
Расчет уставок защит	0	8	0	10	0	8,8	0	8,8	0	13
Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	8	0	10	0	9,2	0	9,2	0	12	0
Оценка эффективности полученных результатов	4	0	6	0	5	0	5	0	7	0
Вопросы экологической безопасности	0	6	0	8	0	7	0	7	0	11

Продолжение Таблицы 4.

Предложение таблицы 7.										
Составление пояснительной записки	0	6	0	11	0	9	0	9	0	13
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (руководитель)									25	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (инженер)									72	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы									81	

В качестве даты начала работ принимается начало второй декады февраля 2016 года.

Таблица 5 – Диаграмма Ганта

№ раб от	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	7														
3	Выбор направления исследований	Инженер	8														
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	2														
5	Анализ исходных данных в программной среде АРМ СРЗА	Инженер	9														
6	Выбор и обоснование устанавливаемых защит	Инженер	10														
7	Расчет уставок защит	Инженер	14														
8	Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	Руководитель	12														
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	7														
10	Вопросы экологической безопасности	Инженер	11														
11	Составление пояснительной записки	Инженер	13														

■ - Руководитель ▨ - Инженер (студент)

1.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

1.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для расчета материальных затрат была использована формула:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (5)$$

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

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

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

Таблица 5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага для принтера	пачка	1	300	300
Пишущие принадлежности	штук	2	35	70
Степлер	штук	1	100	100
Мультифоры	штук	50	1	50
Скоросшиватели	штук	1	50	50
Картридж для принтера	штук	1	1450	1450
Итого:				2020

1.5.2 Амортизационные отчисления

При расчете затрат на оборудование и ПО берется в учет тот факт, что данное оборудование и ПО будет использовано для последующих проектов, поэтому учитываться будут только затраты на амортизацию объектов, стоимость которых превышает 40 тыс.руб. Стоимость оборудования заносится в таблицу 6.

Таблица 6 – Стоимость оборудования и ПО

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Амортизация, руб.
1	Программный комплекс АРМ СРЗА	1	681 400	681 400	32109,8
2	Персональный компьютер	1	45000	45000	2564,4
Итого:				731 400	34674,2

Стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{дней использования}}}{\text{Срок службы} \cdot 365} \quad (6)$$

$$A_{\text{ПО}} = \frac{681400 \cdot 86}{3 \cdot 365} = 53516,35 \text{ руб.};$$

$$A_{\text{ПК}} = \frac{45000 \cdot 104}{5 \cdot 365} = 2564,4 \text{ руб.}$$

1.5.3 Оплата труда исполнителей

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (7)$$

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

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

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

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (9)$$

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

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

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

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: выходные дни и праздничные дни	52 14	104 14
Потери рабочего времени: отпуск	48	24
невыходы по болезни	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	217

Таким образом, для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{32665 \cdot 10,4}{245} = 1385,6 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{29250 \cdot 10,4}{217} = 1401,8 \text{ руб.},$$

Основная заработная плата для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{\text{осн}} = 1385,6 \cdot 25 = 34640 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1401,8 \cdot 72 = 100929,6 \text{ руб}$$

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. Дополнительная зарплата:

- Руководитель

$$Z_{\text{доп}} = 0,13 \cdot 34640 = 4503,2 \text{ руб}$$

- Инженер

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 100929,6 = 13120,8 \text{ руб.};$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы 0,13

Таблица 8 – Расчёт оплаты труда

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{\text{тс}}$), руб.	16751,29	15000
Премияльный коэффициент ($k_{\text{пр}}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок ($k_{\text{д}}$)	0,2	
Районный коэффициент ($k_{\text{р}}$)	1,3	
Количество месяцев работы без отпуска в течение года (М), месяцы	10,4	
Месячная заработная плата ($Z_{\text{м}}$), руб.	32665	29250
Среднедневная заработная плата работника ($Z_{\text{дн}}$), руб.	1385,6	1401,8
Продолжительность выполнения данного проекта ($T_{\text{р}}$), раб. Дни	25	72

Продолжение Таблицы 8

Основная заработная плата начисленная за выполнения данного проекта($Z_{\text{осн}}$), руб	34640	100929,6
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{\text{доп}}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{\text{доп}}$), руб	4503,2	13120,8
Итого, руб	39143,2	114050,4

1.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе отражены обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

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

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, размер страховых взносов составляет 27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	34640	4503,2
Инженер-дипломник	100929,6	13120,8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления во внебюджетные фонды		
Руководитель темы	10607,8	
Инженер-дипломник	30907,6	
Итого	41515,4	

1.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется формулой:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{спец}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ = (2020 + 135569,6 + 17624 + 41515 + 34674) \cdot 0,16 = 37024,4 \text{ руб.}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

1.5.6 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Сумма затрат данного исследования является основой для формирования бюджета проекта. Этот бюджет будет представлен в качестве нижнего предела затрат на выполнение проекта при разработке договора с заказчиком. В таблице 10 представлен расчет бюджета затрат научно-технического исследования.

Таблица 10 – Бюджет НТИ

Наименование статьи	Руб.	%
Материальные затраты НТИ	2020	0,76
Оплата труда:		
А) Основная заработная плата	135569,6	51,08
Б) Дополнительная заработная плата	17624	6,64
Отчисления во внебюджетные фонды	41515	15,64
Амортизация оборудования, используемого для проектирования	34674,2	13,06
Накладные расходы	34024,4	12,82
Бюджет затрат НТИ	265427,2	100

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения.

В результате планирования работ было определено, что длительность составила календарных 80 дней. Ленточный график выполнения работ, представлен в виде диаграммы Ганта.

В результате проведения расчетов по основным статьям, составляющим бюджет научно-исследовательского проекта, была составлена итоговая таблица, где наглядно представлено, что сумма бюджета затрат НТИ составила 265427,2 рублей, причем наибольшая часть затрат приходится на выплату основной заработной платы исполнителям (51,08%).