

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



Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты воздушной линии электропередачи 500 кВ ПС Алтай – ПС Заря Новосибирской ЭЭС

УДК 621.315.1:621.316.925.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Тухфатулин Яков Рафикович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭЭС	Рубан Н.Ю.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	К.Т.Н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код Результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

Код Результата	Результат обучения
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.
<i>Специальные профессиональные компетенции</i> <i>Профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры срабатывания релейной защиты энергообъекта; оценивать защитную способность проектируемой релейной защиты.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение заданных параметров при производстве устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров. Готовностью к участию в исследовательских работах по автоматизации энергообъектов; к участию во внедрении результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов; использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств автоматики; способностью к участию в монтаже устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования релейной защиты и автоматики.
P15	Способностью к обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации релейной защиты и автоматики энергообъекта. Готовностью к участию в работах по модернизации устройств релейной защиты и автоматики энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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



Институт ЭНИН
 Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
 Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ЭЭС
 _____ А.О.Сулайманов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А2А	Тухфатулину Якову Рафиковичу

Тема работы:

Проектирование релейной защиты воздушной линии электропередачи 500 кВ ПС Алтай – ПС Заря Новосибирской ЭЭС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2016г., №653/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Электрическая схема Новосибирской ЭЭС 2. База данных Новосибирской ЭЭС в программном комплексе АРМ СРЗА
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Краткая характеристика защищаемого объекта 2. Выбор и обоснование защит ЛЭП 3. Расчёт с помощью ПК «АРМ СРЗА» электрических величин для расчета устройств РЗ 4. Расчёт параметров и чувствительности РЗ
Перечень графического материала	Электрическая схема района линии Схемы подключения токовых цепей шкафов РЗ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
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
Старший преподаватель кафедры ЭЭС	Рубан Н.Ю.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Тухфатулин Яков Рафикович		

Реферат

Цель данной работы - выполнить проектирование релейной защиты воздушной линии электропередач 500кВ, соединяющей ПС «Алтай» с ПС «Заря» Новосибирской ЭЭС

В ходе работы были рассчитаны уставки комплекса защит, который отвечает основным требованиям, предъявляемым к релейной защите: селективность, быстродействие, чувствительность и надежность. Также приведена схема подключения шкафов релейной защиты.

Ключевые слова: релейная защита, воздушная линия, чувствительность, уставка, микропроцессорное устройство.

Работа состоит из 6 разделов, введения и заключения общим объемом 80 страниц. В работе содержится 43 таблицы, 5 рисунков, 3 приложения

Оглавление

Реферат.....	10
Введение.....	11
1. Информация о защищаемом объекте.....	13
1.1 Характеристика подстанции «Алтай»	14
1.2 Характеристика подстанции «Заря»	14
2. Выбор и обоснование устанавливаемых защит.....	14
2.1. Выбор устройств защиты.....	15
3. Выбор трансформатора тока и напряжения.....	16
3.1 Выбор трансформатора напряжения.....	16
3.2. Выбор трансформатора тока.....	18
4. Расчет защит.....	20
4.1 Дистанционная защита.....	20
4.2.Токовая направленная защита нулевой последовательности.....	30
4.3. Многофазная токовая отсечка.....	35
4.4.Высокочастотная дифференциально-фазная защита.....	36
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...47	
5.1 Анализ конкурентоспособности выбранного технического решения.....47	
5.2 Организация и планирование проектных работ.....51	
5.3 Состав и структура основных этапов проектирования релейной защиты линии 500 кВ ПС «Алтай» – ПС «Заря».....52	
5.4.Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....54	
5.4.1.Расчет затрат на оборудование и программное обеспечение	54
5.4.2.Основная заработная плата исполнителей темы.....55	
5.4.3.Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....58	
5.4.4.Накладные расходы.....58	
5.4.5.Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта...59	
6. Социальная ответственность.....	63
6.1 Вредные производственные факторы.....	63
6.1.1 Воздействие климатических условий.....	63

6.1.2 Защита от электромагнитных излучений.....	65
6.1.3 Защита от шума.....	65
6.1.4 Освещение.....	66
6.2 Опасные производственные факторы.....	67
6.3. Охрана окружающей среды.....	70
6.4. Защита в чрезвычайных ситуациях.....	71
6.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	72
Заключение.....	75
Список литературы.....	76
Приложение А.....	78
Приложение Б.....	79
Приложение В.....	80

Введение

При разработке и эксплуатации любой сложной электроэнергетической системы необходимо учитывать, что возможно возникновение повреждений, аварий, ненормальных режимов работы. Наиболее распространенным и опасным видом таких режимов является короткое замыкание (КЗ).

Причины возникновения аварий могут быть разными, но в основном являются результатом вовремя необнаруженных и неустраненных дефектов оборудования, ошибок проектирования, монтажа, обслуживания. Экономика нашей огромной страны, одной из важных частей которой является энергетика, требует бесперебойного и качественного электроснабжения потребителей. Предотвращение аварий и их развития во многих случаях может быть обеспечено быстрым отключением поврежденного элемента.

По условиям обеспечения бесперебойной работы неповрежденной части системы и уменьшения размеров повреждения оборудования время отключения КЗ должно быть по возможности малым, часто это десятые, а иногда и сотые доли секунды. Помимо этого КЗ в любом месте системы ввиду взаимосвязанности всех её элементов в той или иной мере немедленно отражается на работе значительной её части. Очевидно, что дежурный персонал не в состоянии за требуемое малое время отметить возникновение КЗ, выявить поврежденный элемент и дать сигнал на отключение его выключателей. Поэтому электрические установки снабжаются автоматически действующими устройствами – релейной защитой, осуществляющей защиту от повреждений и некоторых ненормальных режимов работы.

Устройства релейной защиты и системной автоматики в совокупности представляют собой сложную многоступенчатую систему, предназначенную для сохранения устойчивой работы синхронных генераторов и бесперебойного электроснабжения потребителей электроэнергии. В настоящее время выпускаются устройства защиты элементов

электроэнергетических систем, выполненные на электромеханической, микроэлектронной(линейные и логические интегральные микросхемы) и микропроцессорной элементной базе. Выполнить свою задачу эти устройства могут лишь в том случае, если они отвечают комплексу требований, изложенных в нормативных материалах. Соответствие реальных устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА) этим требованиям обеспечивается, в основном, на стадии проектирования, которое при правильной его организации обязательно должно быть комплексным. Устойчивая бесперебойная работа ЭЭС возможна лишь при условии эффективного функционирования всех частей, входящих в комплекс УРЗА.

Целью данного проекта является закрепление знаний в области релейной защиты и автоматики (РЗА), полученных при изучении теоретического курса, и конкретизация их применительно к реальным элементам ЭЭС, а также приобретение начального опыта проектирования в этой области.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Тухфатулину Якову Рафиковичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.02

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	-оклады в соответствии с окладами сотрудников НИТПУ; -программный комплекс АРМ СРЗА – 681400руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	27,1% отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка научно-технического уровня инженерных решения
2. <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; -заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Тухфатулин Я.Р.		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

5.1 Анализ конкурентоспособности выбранного технического решения

Целью данной работы является составление плана работ, планирование и формирование бюджета научных исследований по проектированию релейной защиты линии 500 кВ ПС «Алтай» – ПС «Заря»

Реконструкция позволит повысить надежность электроснабжения потребителей, уменьшить эксплуатационные затраты. Для этого выбираем современное микропроцессорное оборудование с лучшими техническими характеристиками и минимальной стоимостью.

Для технико-экономического обоснования проведения реконструкции проведем необходимые расчеты:

1. Расчет трудовых затрат на проектирование релейной защиты линии 500 кВ «ПС «Алтай» – ПС «Заря»;
2. Расчет затрат на оборудование и монтаж;
3. Расчет эффективности проделанной работы.

Для сравнения аналогов и выявления наиболее подходящего шкафа, с применением которого будет выполняться защита, составим оценочную карту, в которой произведем оценку ресурсоэффективности с использованием технических и экономических критериев шкафов ЭКРА и SIEMENS.

Каждому параметрическому показателю по отношению к объекту соответствует некий вес d , разный для каждого показателя. После вычисления всех единичных показателей становится реальностью вычисление обобщенного (группового показателя), характеризующего соответствие объекта потребности в нем (полезный эффект или качество объекта):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (65)$$

где Q – групповой технический показатель (по техническим параметрам);

q_i – единичный параметрический показатель по i -му параметру;

d_i – вес i -го параметра;

n – число параметров, подлежащих рассмотрению.

Q_n, Q_k – соответствующие групповые технические показатели нового и конкурирующего объекта.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Характеристики	Вес показателей	ЭКРА		SIEMENS	
		баллы	C учетом веса	баллы	C учетом веса
1.Изменение уставки срабатывания и переход с одной характеристики на другую.	0,3	6	1,8	4	1,2
2.Передача информации об их состоянии на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи.	0,2	5	1	3	0,6
3.Показатели экономичности (расход энергии, затраты на ремонт)	0,05	2	0,1	1	0,05
4. Чувствительность и надежность	0,2	9	1,8	7	1,4
5. Помехоустойчивость	0,15	9	1,35	9	1,35
6.Качество интеллектуального интерфейса	0,05	8	0,4	5	0,25
7.Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	10	0,5	10	0,5
Итого	1,00	49	6,95	39	5,35

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к конкуренту будет равен

$$K_{\text{ту}} = \frac{6,95}{5,35} = 1,3 \quad (66)$$

где $K_{\text{ту}}$ – показатель конкурентоспособности нового объекта по отношению к конкурирующему по техническим параметрам (показатель технического уровня);

Таблица 2 – Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество ЭКРА	Конкурент SIEMENS
Изменение уставки срабатывания и переход с одной характеристики на другую.	Широкий спектр выбора изменяемых уставок с возможностью регулировки с помощью реле времени отечественного производителя.	Широкий спектр выбора изменяемых уставок, но реле времени отечественного производителя может не подойти. Необходимо доп. оборудование.
Передача информации об их состоянии на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи.	Обеспечивается передача информации по каналам связи, прокладываемым при установке оборудования. Не требуются доп. каналы связи.	Требуется дополнительные каналы связи.
Показатели экономичности (расход энергии, затраты на ремонт)	Не требуется больших финансовых и временных вложений в ремонт. Потребляет P=30Вт.	Длительное ожидание деталей в случае поломки. Большие затраты на ремонт по сравнению с ЭКРА. (т.к. производится за границей)
Чувствительность и надежность	Полностью удовлетворяет требованиям чувствительности и надежности, указанным в руководящих указаниях.	Обладает высокой чувствительностью и надежностью, но возможны сбои в работе, связанные с устаревшим ПО для данного устройства.

Помехоустойчивость	Предусмотрен специальный фильтр для повешения в цепи постоянного оперативного тока.	Предусмотрен специальный фильтр для повешения в цепи постоянного оперативного тока.
Качество интеллектуального интерфейса	Высокое качество оборудования и легкая интеграция с приборами отечественного производителя.	Высокое качество оборудования, но возможны проблемы при установке в цепь с оборудованием отеч. производителя.
Возможность подключения в сеть ЭВМ	Возможно	Возможно

Превосходство над оппонентами обеспечивается за счет того что продукция данного производителя широко распространена на отечественном рынке и пользуется заслуженной популярностью. Этого удалось достичь в первую очередь за счет надежности и качества. Преимуществ у микропроцессорных защит много: это и меньшие габаритные размеры, постоянная самодиагностика, более низкие эксплуатационные затраты, совмещение в одном устройстве функций различных защит, управления, измерения, регистрации событий, возможность интеграции в АСУ ТП, оперативное внесение изменений в программы защит, в том числе и для исправления проектных ошибок и прочее. Если учесть все эти составляющие, то можно смело утверждать, что цена функций в таких изделиях сопоставима с электромеханическими защитами (а чаще – ниже) и это выбивает главный аргумент сторонников электромеханики.

SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме.

Таблица 3 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны: С1. Большой срок эксплуатации шкафа; С2. Удовлетворение желаний потребителя (выбор любой защиты); С3. Максимальная чувствительность к различным аварийным режимам сети; С4. Уменьшение времени на контроль и наладки защит; С5. Минимальный вред окружающей среде.	Слабые стороны: Сл1. Высокая стоимость шкафов; Сл2. Требуется опытный специалист для работы со шкафами; Сл3. Сложность подключения в сеть; Сл4. Требуются отдельные цепи постоянного тока для измерительных трансформаторов; Сл5. Для настройки шкафа требуется подключение к ПК на устаревшей базе.
Возможности: В1. Возможность защиты и замены более дорогостоящего оборудования; В2. Внедрение наиболее развитых технологий на базе шкафов ШЭ2710; В3. Улучшение программных обеспечений для пользования шкафами персоналу; В4. Применение энергопредприятиями данного шкафа, как основную защиту главных схем электростанций; В5. Повышение спроса.	Из-за сохранности дорогостоящего энергооборудования, внедрение шкафов ШЭ2710 приведет к привлечению инвесторов, для финансирования более развитых технологий. Долгий срок службы шкафов позволит увеличить спрос, что обеспечит экономию при покупке новых.	Из – за высокой стоимости шкафа возможен отказ инвесторов в финансировании, что приведёт к снижению спроса; Для сохранности энергооборудования потребуется время для обучения персонала пользования шкафом ШЭ2710 и его программными комплексами.

Угрозы: У1. Снижение спроса на технологии нового образца; У2. Отсутствие финансирования на получение новых технологий (шкафов); У3. Дополнительная государственная сертификация шкафа; У4. Неустойчивая ситуация в стране; У5. Конкуренция зарубежных, аналоговых продуктов;	Благодаря долгому сроку эксплуатации и высокой чувствительностью к авариям, шкаф затмевает зарубежных конкурентов. Удовлетворение желаний потребителя может привести к дополнительной государственной сертификации, по которой шкаф может получить дополнительные средства на совершенствование старых технологий.	Использование шкафов ШЭ2710 на базе Windows 2000/ XP может привести к снижению спроса. В виду того, что шкафы ШЭ2710 обладают высокой стоимостью, также требуются затраты на подключение отдельных цепей для измерительных трансформаторов, возможен отказ на финансирование более новых технологий.
---	---	---

Анализируя полученные результаты исследования, можем сделать вывод, что использование микропроцессорных шкафов отечественного производства поможет улучшить надежность электроснабжения, а также поспособствовать скорейшей ликвидации аномальных режимов, что также поможет предотвратить повреждение оборудования.

5.2 Организация и планирование проектных работ

Для того, чтобы выполнить расчет затрат на реконструкцию релейной защиты линии 500 кВ ПС «Алтай» – ПС «Заря» в срок при наименьших затратах средств, составляется план-график, в котором рассчитывается поэтапная трудоёмкость всех работ. После определения трудоёмкости всех этапов темы, назначается число участников работы по этапам.

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{\text{ож}i}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

5.3 Состав и структура основных этапов проектирования релейной защиты линии 500 кВ ПС «Алтай» – ПС «Заря»

Трудовые затраты – это основная часть стоимости разработки, поэтому определение трудоемкости каждой из работ участников научного исследования является важным моментом.

Трудоемкость выполнения работ научного исследования оценивается экспертным путем и оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, потому что зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 52 - 14} = 1,22,$$

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 следующей формулой:

$$T_{\text{ки}} = T_{\text{ри}} \cdot k_{\text{кал}} = 2,8 \cdot 1,22 = 3,4 \text{ дня},$$

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

$T_{\text{ри}}$ – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

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

Все рассчитанные значения сводим в таблицу 3.

Таблица 4 – Этапы выполнения работ

Код работы	Наименование работы	Исполнитель	Трудоемкость работ			T_{pi}	T_{ki}
			t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		
А	Подбор кадров	Руководитель	3	5	3,8	3,8	5
Б	Разработка задания	Руководитель	1	3	1,8	1,8	3
В	Сбор и изучение литературы	Инженер	5	7	5,8	5,8	8
Г	Анализ полученной информации	Инженер	2	4	2,8	2,8	4
Д	Выбор схемы реконструкции релейной защиты линии 500 кВ	Инженер	2	4	2,8	2,8	4
Е	Расчёт токов КЗ, расчёт уставок устанавливаемых защит	Инженер	6	6	6	6	8
Ж	Выбор оборудования – шкафов релейной защиты	Инженер	2	3	2,4	2,4	3
З	Анализ и проверка выбранного оборудования	Руководитель	6	8	6,8	6,8	9
И	Доработка схем	Инженер	1	3	1,8	1,8	3
К	Выводы и предложения по проделанной работе	Руководитель	1	1	1	1	2
Л	Оформление отчета по проделанной работе	Инженер	10	12	10,8	10,8	14
М	Выполнение графической части	Инженер	15	17	15,8	15,8	20
Н	Согласование проекта с заказчиком	Руководитель	2	4	2,8	2,8	4

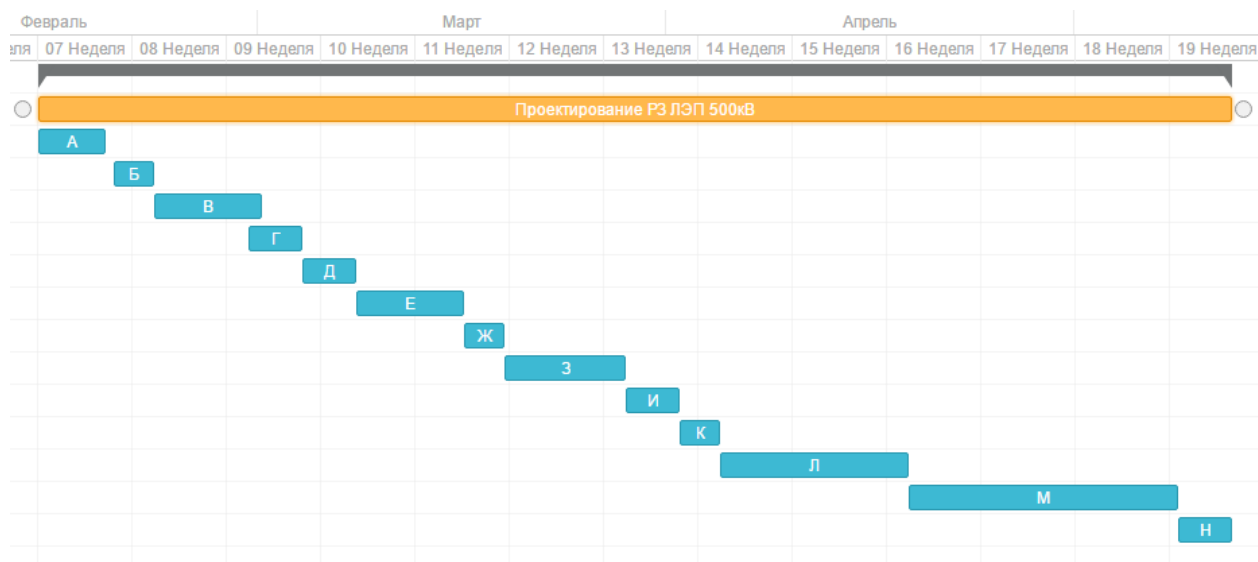


Рисунок 1 – Диаграмма Ганта

Таким образом на данном этапе работы был спланирован поэтапный график выполнения НИОКР, для которого были определены сроки выполнения каждой стадии работ. Построена диаграмма Ганта, которая наглядно показывает следование выполнения этапов дипломного проектирования, исходя из отведенных сроков.

5.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

5.4.1. Расчет затрат на оборудование и программное обеспечение

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

В этот пункт включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, которое нужно для проведения работ. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, в некоторых случаях по договорной цене.

Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 4.

Таблица 5 - Расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования , руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
----------	------------------------------	----------------------------------	--	---------------------------------------

1.	Программный комплекс АРМ СРЗА	1	681 400	681 400
2	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	3 500	3 500
Итого:				684900

В связи с длительностью использования, учитывается стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$A_{\text{комп}} = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{дней.использования}}}{\text{срок.службы} \cdot 365} = \frac{684900 \cdot 67}{5 \cdot 365} = 25144,27$$

5.4.2. Основная заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников.

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

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

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:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p,$$

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

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

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

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

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.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн};$$

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

Месячный должностной оклад работника:

- Руководитель

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 16751,29 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 34842,7 \text{ руб.}$$

- Инженер

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 14584,32 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 30335,4 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

- Руководитель

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{34842,7 \cdot 10,4}{248} = 1461,1 \text{ руб.},$$

- Инженер

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{30335,4 \cdot 10,4}{248} = 1272 \text{ руб.},$$

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.

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

- Руководитель

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1461,1 \cdot 17 = 24838,7 \text{ руб}$$

- Инженер

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1272 \cdot 96 = 122112 \text{ руб}$$

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

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

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

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

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 24838,7 = 3229 \text{ руб.};$$

- Инженер

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 122112 = 15874,56 \text{ руб.};$$

Таблица 6 - Расчёт основной заработной платы

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{тс}$), руб.	16751,29	14 584,32
Премияльный коэффициент ($k_{пр}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок (k_d)	0,3	
Районный коэффициент (k_p)	1,3	

Месячная заработная плата (Z_m), руб.	34842,7	30 335,4
Среднедневная заработная плата работника ($Z_{дн}$), руб.	1461,1	1 272
Продолжительность выполнения данного проекта(T_p), раб. дни	17	96
Основная заработная плата, начисленная за выполнения данного проекта($Z_{осн}$), руб.	24838,7	122 112
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{доп}$), руб.	3229	15 874,56
Итого, руб.	28067,7	137 986,56

5.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 8).

Таблица 7 - Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Инженер.
Основная заработная плата, руб.	24838,7	122 112

Дополнительная заработная плата, руб.	3229	15 874,56
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого:	7606,3	37 394,4

5.4.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие 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 по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ = (146950,7 + 19103,7 + 44997,7) \cdot 0,16 = 33768,3 \text{ руб.},$$

Амортизация также входит в сумму статей, которые учитываются при расчете накладных.

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.4.5. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) 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.

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и инженера (дипломника). Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 9.

Таблица 8 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	%
Амортизация программного обеспечения	25 144,3	9,3
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	146 950,7	54,4
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19 103,7	7,1
Отчисления во внебюджетные фонды	44 997,7	16,7
Накладные расходы	33 768,3	12,5
Бюджет затрат НТИ	269 964,7	100

В результате экономического планирования научно-технической работы «Проектирование релейной защиты ЛЭП 500 кВ ПС Алтай – ПС Заря Новосибирской ЭЭС» для выполнения защиты были выбраны шкафы серии ШЭ производства ООО НПП «ЭКРА», т.к. по сравнению с шкафами производителя SIEMENS они получили наивысшую оценку ресурсоэффективности.

Так как для выполнения релейной защиты были выбраны шкафы серии ШЭ, то это положительно скажется на дальнейшей работе данного энергообъекта. Получим увеличение надежности, функциональной мощности, быстродействия защиты. Все это обеспечивает хорошую работу ЛЭП

Составлен план и график необходимых работ, в котором реализация проекта займет 113 календарных дней, из них большую часть времени проектом занят инженер.

Были посчитаны основные экономические показатели с выводом общего бюджета затрат на выполнение работы, что составило 269 964,7 рублей.

Анализ полученных решений показывает, что проектируемая разработка является конкурентоспособной и отвечает всем современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.