

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки АБ.13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ релейной защиты и автоматики района параллельных линий 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы

УДК __621.316.925.1:621.315.1.027(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Ломакин Иван Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шмойлов Анатолий Васильевич	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	К.Т.Н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроэнергетических систем	Сулайманов А.О.	К.Т.Н.		

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
P2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
P3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
P4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
P5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях - потенциальных работодателях.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
P8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной.
P10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
P12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

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 Электроэнергетических систем

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
3-5А11	Ломакину Ивану Евгеньевичу

Тема работы:

Анализ релейной защиты и автоматики района параллельных линий 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2016г. №576/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p><i>1. Район параллельных линий 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы. 2. Схема электрических соединений для анализа релейной защиты указанных линий и периферийных элементов, с защитами которыми согласуются ступени защищаемой линии</i></p>
<p>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; обсуждение результатов</i></p>	<p><i>- постановка задачи анализа; - составление схемы замещения; - рассмотрение состава защит линий и силовых трансформаторов; - определение уставок и чувствительности защищаемой линии; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»;</i></p>

выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	- заключение.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	- схема электрических соединений района параллельных линий 110кВ ; - схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Коршунова Лидия Афанасьевна
«Социальная ответственность»	Бородин Юрий Викторович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шмойлов Анатолий Васильевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Ломакин Иван Евгеньевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 71 стр., 5 рис., 14 табл., 24 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: релейная защита и автоматика, чувствительность, уставки, схема электрическая, схема замещения, финансовая составляющая

Объектом анализа является релейная защита и автоматика района параллельных линий 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы

Цель работы: анализ имеющегося оборудования защиты параллельных линий 110кВ, уставок защиты и согласованность степеней

В процессе исследования составлена схема замещения; рассмотрен состав защит линий и силовых трансформаторов; рассчитаны уставки и чувствительность защищаемой линии; обсуждены результаты выполненной работы.

В результате исследования была рассмотрена релейная защита и автоматика параллельной линии 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы, представлено ее значение для района и безопасность для окружающей среды.

Были приведены: организационно-экономический расчет выполнения проекта и характеристика производственной и экологической безопасности, расчет искусственного освещения кабинета персонала РЗА.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью программных пакетов, MathType, Visio и оформлена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010.

Список используемых сокращений

- АПВ – автоматическое повторное включение;
- ЛЭП – линия электропередач;
- РЗА – релейная защита и автоматика;
- КЗ – короткое замыкание;
- ВЛ – воздушная линия;
- РПН – регулирование напряжения трансформатора (коэффициента трансформации) под нагрузкой;
- ПС – подстанция;
- ВН – высшее напряжение;
- СН – среднее напряжение;
- НН – низшее напряжение;
- ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности;
- ПУЭ – правила устройств электроустановок;
- ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора (продольная токовая);
- ДФЗ – дифференциально-фазная защита;
- ТТ – трансформатор тока;
- ТН – трансформатор напряжения;
- МТЗ – максимальная токовая защита;
- РС – реле сопротивления;
- КРУ – комплектное распределительное устройство;
- МВ – масляный выключатель .

Оглавление

Введение.....	9
1. Обзор литературы	12
2. Схема электрических соединений района параллельных линий 110 кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы.....	13
2.1 Совмещенная схема замещения прямой обратной и нулевой последовательности заданного района	15
3. Уставки и чувствительность защищаемой линии и других элементов района.	17
3.1 Состав защит линий и силовых трансформаторов района	17
3.1.1 Состав защит параллельной линии.....	17
3.1.2 Состав защит силовых трансформаторов.....	19
3.2 Определение уставок и чувствительности защищаемой линии.....	21
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...24	
4.1 Планирование научно-технического исследования	24
4.1.1 Этапы научно-технического исследования	24
4.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ	25
4.1.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	26
4.2 Расчет научно-технической эффективности	29
4.3 Бюджет научно-технического исследования	34
4.3.1 Расчет материальных затрат	34
4.3.2 Заработная плата исполнителей темы.....	35
4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	36
4.3.4 Амортизация	37
4.3.5 Прочие расходы.....	38
4.3.6 Накладные расходы.....	38
4.4 Определение капитальных вложений в РЗА.	39
5 Социальная ответственность	43
5.1 Описание рабочей зоны.....	43
5.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	43
5.1.2 Производственная безопасность.....	45
5.1.3 Чрезвычайные ситуации.....	51
5.1.4 Экологическая безопасность.....	55

5.1.5 Производственная санитария.....	57
5.2 Расчет уровня освещенности комнаты дежурного	60
5.2.1 Электромагнитные и ионизирующие излучения	63
5.2.2 Пожарная безопасность	64
Заключение	67
Список литературы:	68
Приложения.	70

ВВЕДЕНИЕ

В электрической части энергосистем могут возникать аварии и ненормальные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций, линий электропередач и электроустановок потребителей электроэнергии. Аварии вызывают повышение токов в системе и сопровождаются сильным понижением напряжения на шинах электростанций и подстанций. При этом выделяется большое количество теплоты, которое вызывает сильное разрушение в месте повреждения и опасное нагревание проводов смежных ЛЭП и оборудования, по которым проходит ток. Понижение напряжения устойчивую параллельную работу элементов энергосистемы и нарушает нормальную работу электропотребителей.

Аварийные режимы обычно приводят к изменению напряжения, тока и частоты от нормальных значений. При уменьшении частоты и напряжения создается опасность нарушения нормальной работы потребителей и устойчивости энергосистемы, а увеличение напряжения и тока угрожает разрушением оборудования и линий электропередачи. Для уменьшения разрушений в месте повреждения и обеспечения нормальной работы целой части энергосистемы необходимо максимально быстрее выявлять и локализовать место повреждения от исправной части энергосистемы. Опасные последствия ненормальных режимов также можно предотвратить, если своевременно принять меры к их устранению, а при необходимости отключить оборудование, оказавшееся в недопустимом для него режиме.

Выявление и отключение повреждений следует производить очень быстро – в большинстве в течение сотых и десятых долей секунды, что может быть обеспечено только средствами автоматики. В связи с этим возникла необходимость в создании и применении автоматических устройств, защищающих энергосистему и ее элементы от опасных последствий повреждений и ненормальных режимов. Первоначально в качестве подобной защиты применялись плавкие предохранители. Впоследствии были созданы

защитные устройства, выполняемые при помощи электромеханических реле. Такой способ получил название релейной защиты.

Релейная защита осуществляет непрерывный контроль за состоянием всех элементов энергосистемы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов. При возникновении повреждений РЗ должна выявить поврежденный участок и отключить его от энергосистемы, воздействуя на специальные силовые выключатели, предназначенные для размыкания токов повреждения.

При возникновении ненормальных режимов РЗ также должна выявлять их и в зависимости от характера нарушения либо отключать оборудование, если возникла опасность его повреждения, либо производить автоматические операции, необходимые для восстановления нормального режима, либо осуществлять сигнализацию оперативному персоналу, который должен принимать меры по ликвидации ненормальности.

Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается анализ релейной защиты и автоматики параллельной линии 110кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы. А также составлена совмещенная схема замещения прямой обратной нулевой последовательностей, описан состав действующих защит. Приведен пример расчета уставок и чувствительности защищаемой линии. Целью выпускной работы является проверка усвоения дисциплин, предусмотренных учебным планом, и развитие способности самостоятельно решать практические вопросы.

Процесс выполнения выпускной квалификационной работы предусматривает также разделы:

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» вопросы, связанные с формированием вариантов

решения с учётом научного и технического уровня, планирование и формирование бюджета научных исследований, определение научно-технической эффективности.

Раздел «Социальная ответственность» предусматривает производственную безопасность, экологическую безопасность, анализ вредных и опасных факторов, чрезвычайные ситуации и пожарную безопасность.

1. Обзор литературы

При проектировании РЗА необходимо обращаться как к более современным и перспективным микропроцессорным системам, микроэлектронным устройствам, так и проверенных временем надежным электромеханическим устройствам.

Основные принципы релейной защиты, которые остаются неизменными, изложены в книге Н.В. Чернобровова и В.А. Семёнова [1], а так же книга авторов Дьякова А.Ф. и Платонова В.В. Основы проектирования релейной защиты энергетических систем: Учебное пособие[2]

При расчетах защит на электромеханических реле, основная литература это - руководящие указания [4-6] , а для того чтобы правильно выбрать и рассчитать реле необходима книга таких авторов В.С. Алексеев, Г.П. Варганов, Б.И. Панфилов, Р.З. Розенблюм.[3]

Обязательные требования к релейной защите описаны в ПУЭ [7].

Экономический раздел ВКР был рассмотрен на основе работ Коршуновой Л.А., Кузьминой Н.Г.[8].

Раздел «Социальная ответственность» был разработан с помощью нормативных документов, посвящённых теме безопасности жизнедеятельности[9-24].

2. Схема электрических соединений района параллельных линий 110 кВ «Анжерская – Разъезд 3704» Кузбасской энергосистемы

Электрическая часть подстанций тесно связана с технической частью, конструктивные связи со строительной частью и в некоторой степени определяет технико-экономические характеристики всего объекта.

Для простоты эксплуатации и быстроты ремонта энергетическое оборудование подстанции всегда нужно стремиться выбирать однотипным. При этом предпочтение отдается проверенным и перспективным типам оборудования, рекомендуемым планирующими организациями ради значительного эффекта от массового применения.

Технологическая и электрическая части подстанции определяются ее ролью в энергосистеме.

Главная схема электрических соединений определяет основные качества электрической части подстанции. От главной схемы зависят:

- а) надежность транзита мощности;
- б) капитальные вложения;
- в) возможность ремонта электроустановок;
- г) эксплуатационные издержки;
- д) удобство технического обслуживания и безопасность персонала;
- е) рациональность размещения оборудования;
- ж) возможность дальнейшего развития подстанции;
- з) гибкость коммутации при восстановлении функционирования после аварии.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A11	Ломакину Ивану Евгеньевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в социальные фонды.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- планирование выполнения проекта; - расчёт бюджета на проектирование; - расчёт капитальных вложений в основные средства.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- определение научно-технической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	1. График проведения НИ
---	-------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.04.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	К.Т.Н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A11	Ломакин Иван Евгеньевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование реконструкции релейной защиты и автоматики района параллельных линий 110кВ Кузбасской энергосистемы.

Реконструкция позволит повысить быстродействие, селективность, чувствительность и надежность релейной защиты и, как следствие, повысить надёжность электроснабжения потребителей. Для достижения этих целей выбираем современное микропроцессорное оборудование.

Для ТЭО проведения анализа произведем необходимые расчеты:

1. Планирование научно-технического исследования;
2. Расчёт научно-технической эффективности;
3. Бюджет научно-технического исследования;
4. Определение капитальных вложений в РЗА.

4.1. Планирование научно-технического исследования

4.1.1. Этапы научно-технического исследования

Таблица .4.1 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	Составление схемы замещения	Инженер
	6	Состав защит линии и силовых трансформаторов	Инженер
	7	Расчет уставок и чувствительности защищаемой линии	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер

Оформление отчета по техническому проектированию	9	Составление пояснительной записки	Инженер
	10	Проверка проекта руководителем	Научный руководитель
Сдача проекта	11	Защита проекта	Научный руководитель Инженер

4.1.2. 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.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используем следующую формулу:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{мини}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{5} = 4,2 \text{ чел} - \text{дни} \quad (4.6)$$

Где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i} = \frac{4,2}{1} = 4,2 \text{ дней} \quad (4.7)$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни.

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

4.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22, \quad (4.8)$$

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 4,2 \cdot 1,22 = 5 \text{ дней} \quad (4.9)$$

где T_{ki} – 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_{ki} округляем до целого числа.

Все рассчитанные значения сводим в таблицу.

Таблица 4.2 - Временные показатели проведения научного исследования

№ п/п	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		$t_{ож}$, человеко-дни					
		Научный руковод.	Инженер	Научный руковод.	Инженер	Научный руковод.	Инженер	Научный руковод.	Инженер	Научный руковод.	Инженер
1	Составление и утверждение ТЗ	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
2	Подбор и изучение литературы по теме	-	3	-	6	-	4,2	-	4,2	-	5
3	Выбор направления исследований	1	3	2	8	1,4	5	0,7	2,5	1	3
4	Ежедневное планирование работ по теме	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
5	Составление схемы замещения	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8	-	13
6	Описание состава защит линии и силовых трансформаторов	-	13	-	29	-	19,4	-	19,4	-	23
7	Расчет уставок и чувствительности защищаемой линии	-	13	-	29	-	19,4	-	19,4	-	23
8	Оценка эффективности полученных результатов	1	2	3	4	1,8	1,4	2	3	1	2
9	Составление пояснительной записки	-	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	10
10	Проверка проекта руководителем	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
11	Сдача проекта	1	2	2	4	1,4	2,8	0,7	1,4	1	2

Таблица 4.3 – Календарный план проведения научного исследования по теме
(с нарастающим итогом)

№ работ	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель	2
2	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер	5
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель Инженер	4
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	2
5	Составление схемы замещения	Инженер	13
6	Состав защит линии и силовых трансформаторов	Инженер	23
7	Расчет уставок и чувствительности защищаемой линии	Инженер	23
8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель Инженер	3
9	Составление пояснительной записки	Инженер	10
10	Проверка проекта руководителем	Научный руководитель	2
11	Сдача проекта	Научный руководитель Инженер	3
12	Итого :		90

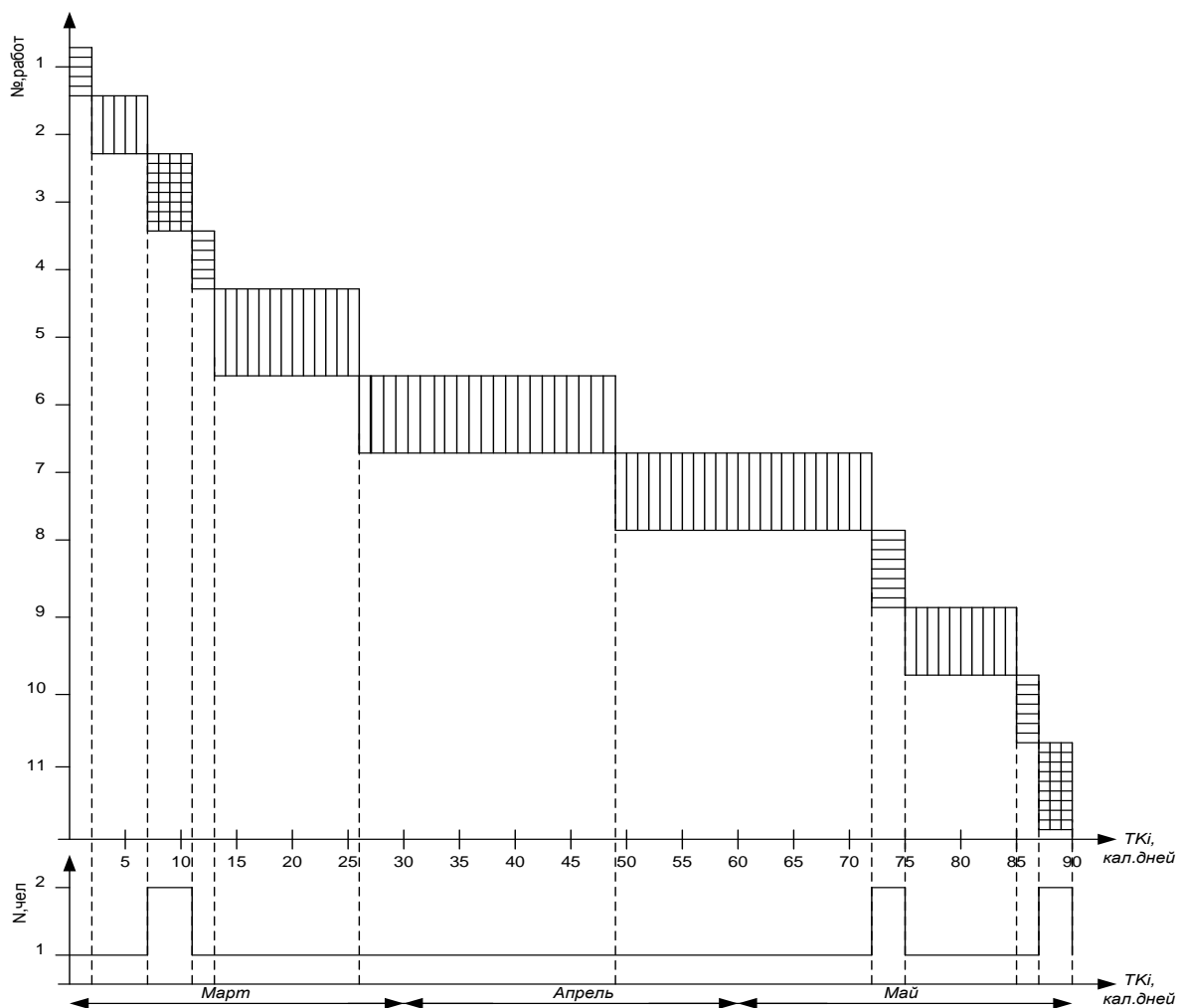


Рисунок 4.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения научного исследования по теме

Где



– научный руководитель;



– инженер;



– научный руководитель и инженер.

4.2 Расчёт научно-технической эффективности

В идеале, любое проектирование должно начинаться с выявления требований потенциальных потребителей. После такого анализа становится возможным вычислить единичный параметрический показатель

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p, \quad (4.1)$$

где q – параметрический показатель;

P – величина параметра реального;

P_{100} – величина параметра гипотетического (идеального) объекта, удовлетворяющего потребность на 100%;

p – вероятность достижения величины параметра; вводится для получения более точного результата с учетом элемента случайности, что позволяет снизить риск осуществления проекта, принимаем $p=0,9$

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

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (4.2)$$

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.

Таблица 4.4 - Оценка технического уровня новшества

Характеристики	Вес показателей	Новшество ЭКРА	Конкурент ЧЭАЗ	Идеальное УРЗА
----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------

	d_i	P_i	q_i	P_i	q_i	P_{100}	q_{100}
1. Полезный эффект новшества (интегральный показатель качества), Q		Q_H		Q_K		$Q_{100}=1$	
1.1 Способность контактов выходных реле терминала не замыкаются ложно, (%)	0,3	60	0,54	30	0,27	100	0,9
1.2 Возможность длительности записи аналоговой и дискретной информации связи, (%)	0,2	70	0,63	40	0,36	100	0,9
1.3 Помехоустойчивость, (%)	0,2	80	0,72	50	0,45	100	0,9
1.4 Габаритные и установочные размеры панели, (%)	0,2	50	0,45	20	0,18	100	0,9
1.5 Возможность подключения в сеть ЭВМ, (%)	0,1	80	0,72	50	0,45	100	0,9

$$Q_H = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,594 \quad (4.3)$$

$$Q_K = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,452 \quad (4.4)$$

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к базовому объекту будет равен

$$K_{\text{ту}} = \frac{Q_H}{Q_K} = \frac{0,594}{0,452} = 1,3 \quad (4.5)$$

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

$Q_{н}$, $Q_{к}$ – соответствующие групповые технические показатели нового и базового объекта.

Таблица 4.5 – Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество ЭКРА	Конкурент ЧЭАЗ
1Способность контактов выходных реле терминала не замыкаться ложно.	Широкий спектр выходных реле не срабатывать ложно при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом любой длительности.	Средний спектр работы выходных реле не срабатывать ложно при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом длительности. Обычно реле вводится в ручную. Необходимо новое оборудование.
Возможность длительности записи аналоговой и дискретной информации	Возможность выполнения и сбора данных с измерительных устройств, контролеров сбора дискретной информации и телеуправления	Возможность выполнения и сбора данных с измерительных устройств, контролеров сбора дискретной информации и телеуправления
Помехоустойчивость	Предусмотрен специальный фильтр для повышения в цепи постоянного оперативного тока.	Предусмотрен специальный фильтр для повышения в цепи постоянного оперативного тока.
Габаритные и установочные размеры панели	Терминал выполнен в виде кассеты блочной конструкции с задним присоединением внешних проводов	Размеры без предельных отклонений максимальные
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 меньшие габаритные размеры, постоянная самодиагностика, совмещение в одном устройстве функций различных защит, управления, измерения, регистрации событий, 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.

Таблица 4.6. - Оценка научного уровня разработки

Показатели	Значимость показателя	Достигнутый уровень	Значение i -го фактора
	d_i	$K_{дyi}$	$K_{дyi} \cdot d_i$
1. Новизна полученных или предполагаемых результатов (критерий оценки: обобщен имеющийся опыт)	0,1	0,3	0,03
2. Перспективность использования результатов (критерий оценки: использование для предварительного рабочего проектирования в расчётных группах РЗА, ОДУ, ЦУС, РДУ)	0,4	0,1	0,04
3. Завершенность полученных результатов (критерий оценки: написан отчет по теме)	0,3	0,1	0,03
4. Масштаб возможной реализации полученных результатов (критерий оценки: Кузбасская энергосистема)	0,2	0,1	0,02
Результативность	$K_{ны} = \sum(K_{дyi} \cdot d_i) = 0,14$		

4.3 Бюджет научно-технического исследования

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

- материальные затраты научного исследования;
- оплата труда;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизация
- прочие расходы
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 4.7 – Расходы на канцелярские товары

Наименование	Цена, (руб.)	Кол- во (шт.)	Общая стоимость, (руб.)
1. Бумага А4 «Снежинка»	550	1	550
2. Карандаш	20	2	40
3. Ластик	30	1	30
4. Ручка	50	2	100
5. Картридж «куосера»	5500	1	5500
6. Линейка	50	3	150
7. Калькулятор	259	1	259
Итого:			6629

4.3.2 Заработная плата исполнителей темы

В данную тему включается заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет заработной платы приведен ниже.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot k_D \cdot k_P \quad (4.10)$$

Где

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

$k_D = 1,16$ – коэффициент дополнительной заработной платы руководителя;

$k_D = 1,08$ – коэффициент дополнительной заработной платы инженера;

$k_P = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_M = 16751 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 23518,4$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{23518,4}{30} = 739$$

Заработная плата инженера, руб.:

$$Z = 70555,2$$

Месячный должностной оклад научного руководителя, руб.:

$$Z_M = 23264,9 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 35083,47$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{35083,47}{30} = 1169,45$$

Заработная плата руководителя, руб.:

$$З = 105250,41$$

Итого по зарплате: $З_{з.пл} = 175805,61$ рублей.

4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З, \quad (4.11)$$

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

На 2016 г., в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ, установлен размер страховых взносов, равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2016 году водится пониженная ставка – 30%¹.

Отчисления во внебюджетные фонды, руб.:

$$З_{внеб.} = k_{внеб.} \cdot З_{з.пл} = 30 \cdot 175805,6 = 52741,7 \text{ руб.}$$

¹ Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

4.3.4 Амортизация

Затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье занесён в таблицу 4.8.

Таблица 4.8. Расчет бюджета затрат на приобретение основных средств

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Visio Standart	1	28500	28500
2	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	3 500	3 500
3	Оргтехника, комплект (компьютер, принтер, сетевой фильтр)	2	55600	111200
5	Мебель, комплект (стол, кресло).	2	21305	42610
Итого:				185810

В связи с длительностью использования, стоимость основных средств учитывается с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{днейиспользования}}}{\text{срокслужбы} \cdot 365} \quad (4.12)$$

Амортизация оргтехники, программного обеспечения:

$$A_{\text{комп.}} = \frac{143200 \cdot 90}{5 \cdot 365} = 7062 \text{ руб.}$$

$$\text{Амортизация мебели:} \quad A_{\text{меб.}} = \frac{42610 \cdot 90}{10 \cdot 365} = 1051 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ам}} = A_{\text{комп.}} + A_{\text{меб.}} = 7062 + 1051 = 8113 \text{ руб.}$$

4.3.5 Прочие расходы

К прочим затратам относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ, затраты на командировки, плата за аренду, затраты на ремонт и т.п.

$$Z_{\text{проч}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з.пл}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{ам}}) \cdot 0,1 = 24328,93 \text{руб.}, (4.13)$$

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, почтовые и телеграфные расходы, копирование документов и т.д. и составляют 400% от заработной платы исполнителей. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = Z \cdot 4 (4.14)$$

Накладные расходы, руб.:

$$Z_{\text{накл.}} = Z_{\text{з.пл}} \cdot 4 = 703222,44 \text{руб.}$$

бюджет затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	6629
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	175805,61
3. Отчисления во внебюджетные фонды	52741,7
4. Амортизация	8113
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)*0,1)	24328,93
6. Накладные расходы	703222,44
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	970840,68
8. Прибыль (п. 7*0,2)	194168,14
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	1165008,82

4.4 Определение капитальных вложений в РЗА

Материальные затраты на оборудование:

Капитальные вложения в проект релейной защиты и автоматики выбранного объекта линии 110кВ складываются из стоимости проектирования РЗ, из затрат на монтаж и отладку оборудования (комплектов защиты), из стоимости самого оборудования по выражению:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монтаж}}$$

$K_{\text{проект}}$ – затраты на выполнение проекта

$K_{\text{оборуд}}$ – стоимость комплектов защит

$K_{\text{монтаж}}$ – затраты на монтаж и отладку оборудования

(4.15)

Таблица 4.10- Стоимость установки и наладки комплектов РЗ

Наименование оборудования и материалов	Тип, марка	Единица измерения	Количество	Цена за единицу	Стоимость, руб.
Кабель	АПВВНГ 3 × 50	м.	150	7140	1071000
Шкаф	ШЭ2607	компл.	1	1562830	1562830
Изоленга	ПВХ	шт.	3	50	150
Болт	M12	шт.	20	50	1000
Гайка	M12	шт.	20	200	4000
Шайба	12 мм	шт.	20	50	1000
Зажим для крепления кабеля	стек	шт.	36	416,6	15000
Итого:					2654980

$$K_{\text{проект}} = 1165008,82 \text{ руб.}$$

$K_{об} = 2654980$ руб.

Монтаж оборудования составляет 20% от стоимости оборудования

Поэтому, стоимость монтажа $K_{мон} = 2654980 \cdot 0,2 = 531000$ руб.

Суммарные капитальные вложения в проект панели защиты ВЛ 110кВ
равны:

$K = 1165008,82 + 2654980 + 531000 = 4350988,82$ тыс. руб.