

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
Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС Ново-Анжерская-ПС Восточная Кузбасской ЭЭС

УДК_621.316.925.1(571.14)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Кузьмин Иван Александрович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность
и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коршунова Л. А.	К.Т.Н. ДОЦЕНТ		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю. В.	К.Т.Н. ДОЦЕНТ		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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 АБ 13.03.02 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	Кузьмину Ивану Александровичу

Тема работы:

Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС Чулымская-ПС Дружная Новосибирской ЭЭС

Утверждена приказом директора (дата, номер)	576/С от 01.02.2016 г.
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Объектом проектирования является релейная защита линии электропередачи ПС Чулымская – Дружная Новосибирской ЭЭС. Исходными данными для дипломного проекта является схема замещения электрической сети Новосибирской энергосистемы в программном комплексе АРМ СРЗА.</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>Выбор и обоснование видов и состава релейной защиты линии; Расчет параметров настроек и проверка чувствительности релейной защиты; Расчет технико - экономического обоснования; Анализ опасных и вредных факторов; Выводы по работе</i>
Перечень графического	<i>Принципиальная схема электрических соединений сетевого района; Совмещенная схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей сетевого района</i>

материала		
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Коршунова Л. А. Доцент, к.т.н.	
«Социальная ответственность»	Бородин Ю. В. Доцент, к.т.н.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.01.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Рубан Н. Ю.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Кузьмин Иван Александрович		

Реферат

Итоговая квалификационная работа, состоит из 89 страниц, 10 рисунков, 15 таблиц, 4 приложений.

Ключевые слова: релейная защита, уставка, ступень, короткое замыкание, согласование, отстройка, чувствительность, энергосистема.

Объектом исследования является Новосибирская энергосистема, а именно линия 220 кВ от подстанции «Чулымская» до «Дружная» Новосибирской энергосистемы.

Цель работы – проектирование релейной защиты воздушной линии 220 кВ. Проектирование включает в себя расчет дистанционной защиты, токовой защиты нулевой последовательности, токовой ступенчатой защиты. Выполнить оценку конкурентоспособности альтернативных технических решений с позиции ресурсоэффективности и планирование проектных работ, исследование рабочего места инженера РЗА с задачей выявления опасных и вредных производственных и экологических факторов и средств защиты от них.

Релейная защита и автоматика блока выполнена на комплексе отечественных шкафов ШЭ 2607 компании «ЭКРА» на микропроцессорной аппаратуре. Рассчитанный комплекс защит отвечает основным требованиям, предъявляемым к релейной защите: селективность, быстрдействие, чувствительность и надежность.

Полученные в проекте результаты могут быть использованы, как предварительные в расчетных группах РЗА центрального, объединенного или регионального диспетчерского управления.

В ходе выполнения работы использовался программный комплекс «АРМ СРЗА», а также программный пакет Microsoft Office (Word, Excel, Visio).

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГН 2.2.5.1313. – 03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. Минздрав России, 1998.
2. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.006 – 84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.007 – 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.010 – 76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. ГОСТ 12.1.030 – 81. Защитное заземление, зануление.
8. ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
9. ГОСТ 12.1. 045 – 84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
10. ГОСТ 12.2. 003 – 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
11. ГОСТ 12.3.002 – 75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.3.009 – 76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
13. ГОСТ 12.4.011 – 89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

14. ГОСТ 12.4.125 – 83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов.
15. Постановление Правительства РФ № 390 от 25 апреля 2012 года «О противопожарном режиме».
16. Р 2.2.2006 – 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 2006.
17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 – 03. Санитар но – защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
19. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
20. СанПиН 2.2.4.1191 – 03. Электромагнитные поля в производственных условиях. М.: Минздрав России, 2003.
21. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
22. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Госстрой России, 1997. – с. 12.
23. СНиП П – 12 – 77. Защита от шума.
24. СНиП 23 – 05 – 95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. М.: Минстрой России, 1995.
25. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» –Федеральный закон № 123 от 22.07.08 г.

Оглавление

Реферат	5
Список нормативных ссылок.....	6
Список сокращений.....	10
Введение.....	11
1. Анализ исходных данных и принятие предварительных проектных решений.....	12
1.1. Характеристика защищаемого объекта.....	12
1.2. Выбор и обоснование устанавливаемых защит.....	13
1.3. Выбор аппаратной реализации релейной защиты.....	13
1.4. Выбор устройств защиты.....	14
1.5. Выбор измерительных трансформаторов.....	15
2. Расчет параметров релейной защиты.....	19
2.1. Дистанционная защита.....	19
2.2. Токовая ступенчатая защита нулевой последовательности.....	33
2.3. Токовая ступенчатая защита.....	42
Задание для раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	51
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережении.....	53
3.1. Техничко-экономическое обоснование реконструкции релейной защиты линии 220 кВ «ПС «Чулымская» - ПС «Дружная».....	53
3.2. Оценка научно-технического уровня инженерных решений.....	53
3.3. Планирование научно-технического исследования.....	58
3.4. Бюджет научно-технического исследования.....	63
Задание для раздела «социальная ответственность».....	72
4. Социальная ответственность.....	73

Анализ вредных и опасных факторов.....	74
Порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня.....	80
Санитарно-защищаемая зона ВЛ.....	81
Опасность поражения электрическим током.....	82
Охрана окружающей среды.....	83
Аварии на коммунальных электрических сетях.....	84
Выводы по разделу.....	86
Заключение.....	88
Список использованных источников.....	89
Приложение А. Принципиальная схема электрических соединений заданного района Новосибирской энергосистемы	
Приложение Б. Совмещенная схема замещения прямой, обратной и нулевой последовательности сетевого района линии 220 кВ ПС Чулымская – ПС Дружная Новосибирской ЭЭС	

Список сокращений

РЗА - релейная защита и автоматика

АПВ – автоматическое повторное включение

ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности

ДЗ – дистанционная защита

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателей

РС – реле сопротивления

ТО – токовая отсечка

АТ - автотрансформатор

ВН – высшее напряжение

СН – среднее напряжение

НН – низшее напряжение

ТТ – трансформатор тока

АСУ ТП – автоматизированные системы управления технологического предприятия

ПДК – предельно- допустимая концентрация

СЗЗ – санитарно-защитная зона

КЗ – короткое замыкание

РЗ – релейная защита

Введение

Не существует элементов электроэнергетической системы (генераторов, трансформаторов, линий электропередач, сборные шины и др.) не обладающих абсолютной надежностью. С большей или меньшей вероятностью он может быть поврежден, причем большинство повреждений сопровождается возникновением короткого замыкания. Режим короткого замыкания опасен для энергосистемы: устойчивая работа энергосистемы может быть нарушена, из-за существенного искажения параметров режима энергосистемы потребители электроэнергии теряют электропитание, длительное существование токов КЗ разрушает поврежденный элемент энергосистемы до неремонтопригодного состояния.

Назначением релейной защиты (РЗ) является выявление поврежденного элемента и быстрее его отключение от энергосистемы. Кроме того, устройства релейной защиты должны предотвращать повреждение элемента энергосистемы в случае возникновения ненормального и опасного для него режима работы (перегрузка, неполнофазный режим и др.).

Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты:

Селективность — способность устройства РЗ выявить и отключить именно поврежденный элемент энергосистемы, а не какой-либо иной, хотя при наличии короткого замыкания нарушается нормальная работа многих элементов энергосистемы.

Быстродействие — способность релейной защиты в кратчайший промежуток времени определить и отключить поврежденный элемент энергосистемы.

Чувствительность — способность устройства РЗ четко различать режим короткого замыкания любого вида (трехфазное, двухфазное, однофазное

короткое замыкание) от всевозможных, даже утяжеленных режимов работы защищаемого объекта при отсутствии короткого замыкания.

Надежность — отсутствие отказов или ложных срабатываний релейной защиты, что обеспечивается как функциональной, так и аппаратной надежностью устройства защиты. Устройства релейной защиты реагируют, естественно, на значения параметров режима защищаемого объекта (ток, напряжение, направление мощности и др.). По способу обеспечения селективности устройства релейной защиты подразделяются на две группы: с относительной селективностью и с абсолютной селективностью. Селективность защит первой группы обеспечивается выбором значений параметров срабатывания (уставок) защиты, а селективность защит второй группы обеспечивается принципом их действия, т.е. защиты с абсолютной селективностью по принципу своего действия не реагируют на внешние по отношению к защищаемому объекту КЗ. К защитам с относительной селективностью относятся в основном токовые и дистанционные защиты, а к защитам с абсолютной селективностью продольные и поперечные дифференциальные защиты, направленные защиты с высокочастотной блокировкой, дифференциально-фазные защиты, а также защиты, реагирующие на неэлектрические параметры (газовая защита трансформатора, дуговая защита шин и др.).

1. Анализ исходных данных и принятие предварительных проектных решений

1.1. Характеристика защищаемого объекта

В данной работе производится выбор устройств релейной защиты воздушной линии 220 кВ ПС Чулымская – ПС Дружная Новосибирской энергосистемы. Расчет производим для комплекта, установленного на стороне подстанции Чулымская . Исходная линия под номером элемента 241.

В качестве исходных данных используются параметры объектов, взятые из базы данных программного комплекса АРМ СРЗА.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A11	Кузьмин Иван Александрович

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- отчисления в социальные фонды
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- планирование выполнения проекта; - расчет бюджета на проектирование; - расчет капитальных вложений в основные средства
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- определение научно-технической эффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. График проведения НИ	

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

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
З-5А11	Кузьмин Иван Александрович		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Технико-экономическое обоснование реконструкции релейной защиты линии 220 кВ ПС «Чулымская» - ПС «Дружная».

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование проектирования релейной защиты линии 220 кВ ПС «Чулымская» - ПС «Дружная».

Выбираем современное микропроцессорное устройство релейной защиты фирмы НПП «ЭКРА», шкаф типа ШЭ2607-016 с лучшими техническими характеристиками.

Планирование научно-исследовательских работ.

Структура работ в рамках научного исследования.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	3
Ознакомление с технической документацией и литературой	2	Подбор литературы	Инженер	6	8
	3	Ознакомление с технической документацией	Инженер	11	13
	4	Календарное планирование работ	Руководитель	5	8
Выбор устройств РЗА	5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	5	7
	6	Выбор устройств РЗА	Руководитель	4	6
	7	Описание устройств	Инженер	4	5
Расчет уставок защит	8	Выбор режимов	Руководитель	6	8

	9	Расчет токов КЗ	Инженер	6	8
	10	Расчет релейной защиты	Инженер	8	10
Технико- экономическое обоснование проекта	11	Составление пояснительн ой записки	Инженер	14	15

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.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (3.1)$$

Где

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

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

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

Рассчитаем ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (3.2)$$

Где

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

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

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

Рассчитаем продолжительность каждой работы, раб. дн.:

$$T_{pi} = \frac{2,4}{2} = 1,2$$

Разработка графика проведения научного исследования.

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (3.3)$$

Где

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (3.4)$$

Где

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

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

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

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 1,2 \cdot 1,48 = 1,78$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

На основе этой таблице строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 3.2 – Календарный план проведения научного исследования по теме

№ работ	Виды работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3
2	Подбор литературы	Инженер	11
3	Ознакомление с технической документацией	Инженер	24
4	Календарное планирование работ	Руководитель	32
5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	39
6	Выбор устройств РЗА	Руководитель	45
7	Описание устройств	Инженер	50
8	Выбор режимов	Руководитель	58
9	Расчет токов КЗ	Инженер	66
10	Расчет релейной защиты	Инженер	76
11	Составление пояснительной записки	Инженер	91

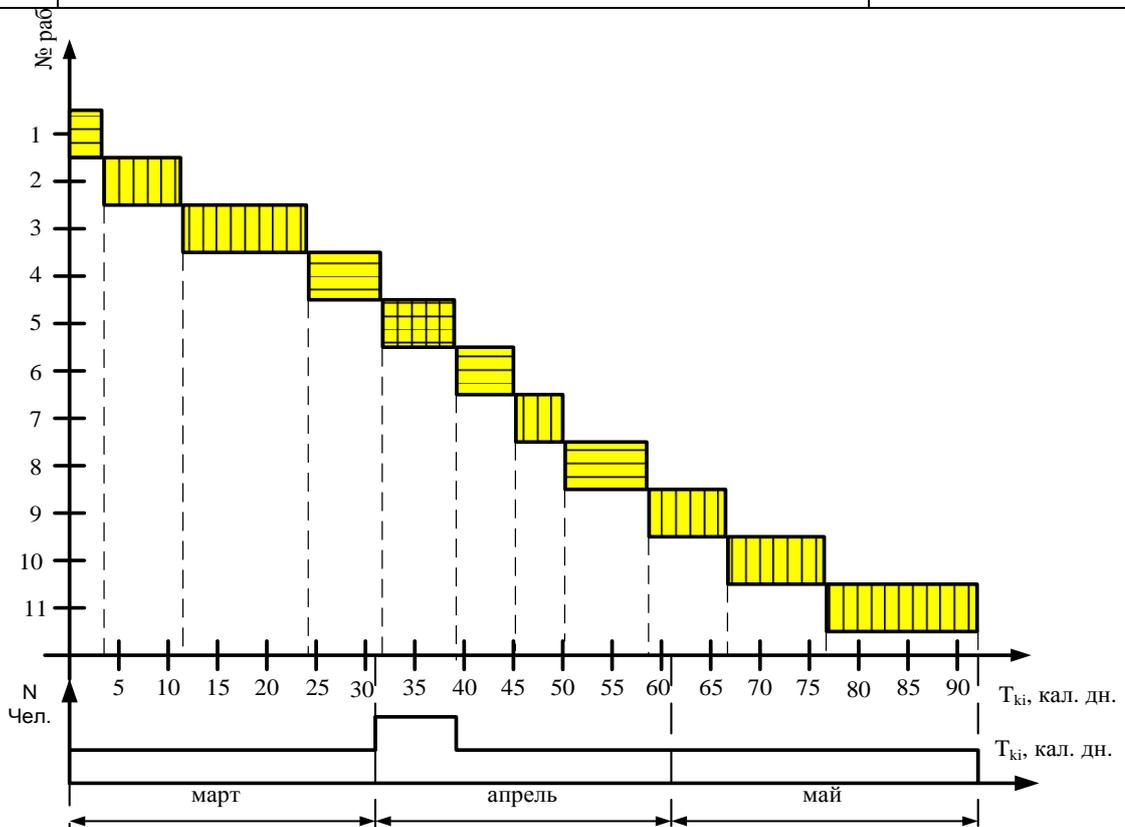


Рисунок 3.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения
научного исследования .

-  – руководитель;
-  – инженер;
-  – руководитель и инженер.

Оценка научно-технического уровня инженерных решений

Любое проектирование должно начинаться с выявления потребностей потенциальных потребителей. После такого анализа становится возможным вычислить единичный параметрический показатель

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p, \quad (3.5)$$

где q – параметрический показатель;

P – величина параметра реального объекта;

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 реальностью вычисление обобщенного (группового показателя), характеризующего соответствие объекта потребности в нем (полезный эффект или качество объекта):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (3.6)$$

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.

$$Q_n = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,657 \quad (3.7)$$

$$Q_k = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,549 \quad (3.8)$$

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к базовому объекту будет равен

$$K_{\text{ты}} = \frac{Q_n}{Q_y} = \frac{0,657}{0,549} = 1,20 \quad (3.9)$$

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

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

Таблица 3.3 - Оценка технического уровня новшества

Характеристики	Вес показателей	Новшество Экра		Конкурент БРЕСЛЕР		Идеальное УРЗА	
		d_i	P_i	q_i	P_i	q_i	P_{100}
1. Полезный эффект новшества (интегральный показатель качества), Q			Q_n		Q_k		$Q_{100}=1$
1.1 Возможность оперативного изменения уставок защит и переход с одной характеристики на другую, (%)	0,3	60	0,54	40	0,36	100	0,9
1.2 Возможность передачи информации о состоянии РЗ на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи, (%)	0,2	50	0,45	30	0,27	100	0,9
1.3 Возможность ведения отчёта о срабатывании защит,	0,2	100	0,9	100	0,9	100	0,9

(%)							
1.4 Возможность выполнения самодиагностики и диагностики первичного оборудования, (%)	0,2	100	0,9	90	0,81	100	0,9
1.5 Возможность подключения в сеть ЭВМ, (%)	0,05	100	0,9	100	0,9	100	0,9

Таблица 3.4 – Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество ЭКРА	Конкурент БРЕСЛЕР
Возможность оперативного изменения уставок защит 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.
Возможность передачи информации о состоянии РЗ 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.
Возможность ведения отчёта о срабатывании	Возможно	Возможно

защит.		
Возможность выполнения самодиагностики и диагностики первичного оборудования	Возможно	Возможно
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.

Таблица 3.5. - 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, 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: Кемеровская энергосистема)	0,2	0,1	0,02
Результативность	$K_{\text{ну}} = \sum(K_{\text{дyi}} \cdot d_i) = 0.14$		

3.2 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.

Расчет материальных затрат

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

Таблица 3.6 – Расчет необходимых материалов для научного исследования

Наименование	Цена, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1. Бумага	279	2	558
2. Карандаш	30	2	30
3. Ластик	25	1	25
4. Ручка	49	2	98
5. Картридж	1600	2	3200
6. Линейка	37	1	37
7. Калькулятор	1250	1	1250
Итого			5228

Основная заработная плата исполнителей темы

В данную тему включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, 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:

Заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (3.10)$$

Где

З- основная заработная плата одного работника;

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M}{21} \quad (3.11)$$

Где

Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot k_{Доп} \cdot k_P \quad (3.12)$$

Где

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 1,16 для руководителя и 1,08 для инженера).

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

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_M = 18760 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 26339,94$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{26339,04}{30} = 877,97$$

Заработная плата инженера, руб.:

$$Z = 877,97 \cdot 9 = 79825,27$$

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_M = 25500 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 38454$$

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{38454}{30} = 1281,8$$

Заработная плата руководителя, руб.:

$$З = 1281,8 \cdot 31 = 39735,8$$

Итого по зарплате: $З = 119\,631,1$ руб.

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 исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З \quad (3.13)$$

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

На 2014 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 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%¹.

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З = 0,27 \cdot 79895,27 = 21571,72$$

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З = 0,27 \cdot 39735,8 = 10728,67$$

Итого: 32300,39 руб.

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 заносится в таблицу 3.7

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»

Таблица 3.7. Расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения и оборудования.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования, шт	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок службы, год
1.	Программный комплекс АРМ СРЗА	1	600 000	600 000	3
2.	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	6 000	6 000	3
3.	Компьютер	2	99 990	199 980	5
4.	Принтер	1	7 800	7 800	5
5.	Сканер	1	7 000	7 000	5
6.	Компьютерный стол	2	11 780	23 560	10
7.	Стул	2	19 000	38 000	10
Итого:				882 340	

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

$$A = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{днейиспользования}}}{\text{срокслужбы} \cdot 365} \quad (3.15)$$

Амортизация программного обеспечения:

$$A_{\text{прогр}} = \frac{606000 \cdot 91}{3 \cdot 365} = 50361,64 \text{ руб.}$$

Амортизация оргтехники обеспечения:

$$A_{\text{комп}} = \frac{214780 \cdot 91}{5 \cdot 365} = 10709,58 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели:

$$A_{\text{меб}} = \frac{61560 \cdot 91}{10 \cdot 365} = 1534,78 \text{ руб.}$$

Итого: 62 606 руб.

Прочие неучтенные затраты

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.

$$Z_{\text{проч}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{исп}} + Z_{\text{внеб}} + A) \cdot 0,1 = 21353,92 \text{ руб.}$$

Итого: 21353,92 руб.

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 состав 400% от заработной платы исполнителей т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = Z \cdot 4 \quad (3.16)$$

Накладные расходы, руб.:

$$Z_{\text{накл}} = 119631,1 \cdot 4 = 478524,4$$

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 3.8.

Таблица 3.8 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	5 228
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	119 631,1
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32 883,52
4. Амортизация	62 606
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)*0,1)	21 353,924
6. Накладные расходы	478 524,4
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	720 226,94
8. Прибыль (п. 7*0,2)	144 045,39
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	864 272,33

Смета затрат на оборудование

Капитальные вложения в проект релейной защиты и автоматики выбранного объекта линии 220кВ «Ново-Анжерская-Восточная» 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

В данном проекте рассчитываются следующие виды защиты:

- трехступенчатая дистанционная защита выполнена панелью ШЭ2607;
- четырехступенчатая токовая защита нулевой последовательности выполнена панелью ШЭ2607;
- резервная защита токовая отсечка панелью ШЭ2607.

Таблица 3.9- Стоимость установки и наладки комплектов РЗ

Наименование	количество, шт.	стоимость, руб.
Шкаф ШЭ2607	1	2 500 000
Контрольные кабели		150 000
Итого		2 650 000

$$K_{об} = 2\,650\,000 \text{ руб.}$$

Монтаж оборудования составляет 15-20% от стоимости оборудования.

Поэтому, стоимость монтажа $K_{мон} = 2\,650\,000 \cdot 0,2 = 530\,000$ руб.

Суммарные капитальные вложения в проект ВЛ 220кВ равны:

$$K = 864\,272,33 + 2\,650\,000 + 530\,000 = 4\,044\,272,328 \text{ тыс. руб.}$$