

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки А.Б.13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование электрической части КЭС и релейная защита трансформатора собственных нужд

УДК 621.316.925.1:621.314.21.027.3:621.311.2.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Кагадий Сергей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юдин С. М.	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.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроэнергетических систем	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 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
3-5A11	Кагадий Сергею Александровичу

Тема работы:

Проектирование электрической части КЭС и релейная защита трансформатора собственных нужд
--

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>. исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы. Это прежде всего такие данные как, число и мощности генераторов, данные о энергосистеме, данные о нагрузках потребителей, величина резерва определялась по балансу мощности.</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов .	<i>В данной работе необходимо произвести расчет и выбор схем электрических соединений электростанции и разобрать один спец. вопрос. В качестве спец. вопроса рассмотрена релейная защита трансформатора собственных нужд генератора. Также должны быть рассмотрены вопросы по охране труда на предприятии и основные экологические аспекты.</i>
Перечень графического материала	<i>Главная схема электрических соединений КЭС – А3; Схема подключения вторичных цепей ТТ к блоку БМРЗ-А4.</i>

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
Доцент	Юдин С. М.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А11	Кагадий Сергей Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 113 с., 14 рис., 24 табл.,
20 источников, 2 прил.

Ключевые слова: КЭС; РЗиА; расчет уставок РЗ; блок микропроцессорной релейной защиты; микропроцессорная техника.

Объектом исследования являются Проектирование электрической части КЭС и релейная защита трансформатора собственных нужд

Цель работы – Проектирование электрической части КЭС, выбор релейной защиты, расчет уставок релейной защиты трансформатора собственных нужд.

В процессе исследования проводились: расчет токов короткого замыкания, технико-экономическое обоснование проекта, рассмотрение вопросов связанных с обеспечением безопасного функционирования релейной защиты.

В результате исследования произведен выбор релейной защиты, расчет уставок релейной защиты трансформатора собственных нужд.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: выбранные уставки полностью соответствуют требованиям РЗ согласно НТД.

Степень внедрения: Станция на стадии проектирования и не является реально действующим объектом.

Область применения: результаты исследования применимы для предприятий электроэнергетической отрасли.

Экономическая эффективность/значимость работы: проект является экономически выгодным для внедрения, снизит себестоимость обслуживания РЗиА, так же повысит компетенции персонала занятого обслуживанием релейной защиты и автоматики.

В будущем планируется: Проектирование и релейная защита линии электропередач 550кВ.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 52776 – 2007 “Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и характеристики”;

ГОСТ Р 22.0.02-94 “Безопасность в чрезвычайных ситуациях”;

ГОСТ 12.0.003-74 “ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменением №1)”;

ГОСТ 12.2.013-91 “ССБТ Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний”;

ГОСТ 12.2.003-91 “ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности”;

ГОСТ 12.1.003-83(1999) “ССБТ Шум. Общие требования безопасности”;

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

ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”;

ГОСТ 12.1.012-2004 “ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования”;

ГОСТ 12.1.024-81 “Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в заглушенной камере”;

ГОСТ 12.1.029-80 “ССБТ Средства и методы защиты от шума. Классификация”;

ГОСТ 12.1.010-76 “Взрывоопасность. Общие требования”;

ГОСТ 12.4.026-2001 “Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная”;

ГОСТ 12.4.009-83 “Пожарная техника для защиты объектов”;

ГОСТ 17.0.001-76 “Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения (с Изменениями №1,2)”;

ГОСТ 17.2.1.01-76 “Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу (с Изменением №1)”;

ГОСТ 17.1.1.02-77 “Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов (с Изменением №1)”;

СНиП 11-01-95 “Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений”;

СНиП П-89-80 “Генеральные планы промышленных предприятий”;

СНиП 2.01.02.85 “Противопожарные нормы”;

СНиП 2.09.04-87 “Административные и бытовые здания”;

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 “Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов”;

СанПин 2.2.4.584-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”;

СН 2.2.4/2.1.8.556-96 “Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий”;

ПУЭ “Правила устройства электроустановок редакция 7”;

ПОТ Р М-016-2001 “Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок”;

ПОТ Р М-012-2000 “Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте”.

Содержание	
Введение	12
1.Обзор литературы	13
2.Объект и методы исследования	14
3 Расчёты и аналитика	15
3.1 общий баланс активных мощностей	16
3.1.1 Установленная мощность электростанции, равная суммарной мощности генераторов, предназначенных к установке	16
3.1.2 расчёт нагрузки внутренних потребителей	16
3.1.3 расчёт нагрузки потребителей, присоединенных к шинам с напряжением U_2	16
3.1.4 расчёт суммарной мощности, отдаваемой внешним потребителям	17
3.1.5 расчёт баланса резерва мощности	17
3.2 выбор турбогенераторов	17
3.3 выбор структурной схемы электростанции	19
3.4 выбор трансформаторов	20
3.5 Расчет токов КЗ (для одной точки КЗ) в расчетном присоединении одного из распределительных устройств	21
3.5.1определение параметры схемы замещения	22
3.5.2 преобразование схемы методом параллельного и последовательного сложения сопротивлений элементов	23
3.6 определение токов нормального и утяжеленного режимов в цепях проектируемой электростанции	24
3.7 выбор сборных шин, токопроводов и потребительских линий 110кВ	25
3.8 выбор электрических аппаратов РУ110кВ	27

3.8.1	Выбор выключателей	27
3.8.2	Выбор разъединителей	28
3.8.3	выбор ограничителей перенапряжения	28
3.8.4	выбор трансформаторов тока	29
3.8.5	выбор трансформаторов напряжения	29
3.9	Релейная защита резервного трансформатора собственных нужд	30
3.9.1	определение номинальных мощностей электроприемников собственных нужд генератора	31
3.9.1.1	выбор пускорезервного трансформатора собственных нужд генератора	33
3.9.2	расчёт самозапуска ответственных механизмов собственных нужд генератора	33
3.9.3	проверка трансформатора собственных нужд по условию обеспечения самозапуска	37
3.9.4	выбор оборудования релейной защиты трансформатора собственных нужд	38
3.9.5	расчет уставок срабатывания защиты	39
3.9.5.1	расчет токов К.З.	39
3.9.5.2	Расчёт уставок срабатывания дифференциальной защиты	43
3.9.5.2.1	расчет номинальных первичных токов трансформатора	44
3.9.5.2.2	выбор ПТН	44
3.9.5.2.3	расчет дифференциальной токовой отсечки	46
3.9.5.2.4	расчет дифференциальной токовой защиты с торможением	47
3.9.5.2.4.1	группа грубых уставок	47
3.9.5.2.4.2	группа чувствительных уставок	49
3.9.5.3	проверка чувствительности дифференциальной токовой защиты	52
3.9.5.4	выбор уставок сигнализации небаланса	53
3.9.5.5	Выбор уставок блокировки ДЗТ при возникновении БТН	53
3.9.5.6	результаты расчета уставок дифференциальной защиты	54

3.9.6 Расчёт уставок максимальной токовой защиты с пуском по напряжению	55
3.9.7 Защита от перегрузки	56
3.9.8 Газовая защита	56
3.9.9 Дуговая защита	57
4. Результаты проведенного исследования	59
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
5.1 Расчёт научно-технической эффективности	61
5.2 Планирование проектной деятельности	66
5.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ	66
5.2.2 Разработка графика проведения проектирования	67
5.3 Бюджет проекта	70
5.3.1 Расчет материальных затрат	71
5.3.2 Заработная плата исполнителей проекта	71
5.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	72
5.3.4 Амортизация	74
5.3.5 Накладные расходы	75
5.3.6 Формирование бюджета затрат проектирования	76
5.4 Определение капитальных вложений в РЗА	76
6 Социальная ответственность	79
6.1 Производственная безопасность	79
6.1.1 Вредные производственные факторы	80
6.1.2 Опасные производственные факторы	80
6.1.2.1 Опасность поражения электрическим током	80
6.1.2.2 Производство погрузочно-разгрузочных работ	83
6.1.2.3 Движущиеся механизмы	84
6.2 Техника безопасности	84
6.2.1 Электробезопасность	84
6.2.2 Безопасное производство работ грузоподъемными кранами	86
6.3 Производственная санитария	86

6.3.1 Микроклимат	87
6.3.2 Расчет уровня освещенности в кабинете	94
6.3.3 Виброакустические вредные факторы	96
6.4 Пожарная безопасность	97
6.5 Экологическая безопасность	104
6.6 Чрезвычайные ситуации	107
7 Заключение	109
8 Список использованных источников	110
9 Приложения	112
9.1 Приложение А	112
9.1 Приложение Б	113

Введение

Конденсационная электростанция является разновидностью тепловой электростанции, которая производит только электроэнергию. Она обладает огромными производственными мощностями, серьезным аппаратным обеспечением,

В состав турбоагрегата входят паровая турбина и синхронный генератор.

Согласно сложного технологического процесса производства электроэнергии, в котором задействовано большое количество машин и агрегатов. КЭС является крупным потребителем электрической энергии. Требуемые мощности сопоставимы с энергопотреблением производственных промышленных предприятий. Необходимое количество электроэнергии КЭС способна получить из мощностей, генерируемых на самой станции. Другими словами часть выработанной электроэнергии расходуется на собственные нужды.

Учитывая масштабы капиталовложений в предприятие по генерации электроэнергии, сложность технологического процесса и многие другие факторы, оборудование, находящееся в управлении персонала КЭС необходимо защищать от повреждений, связанных как с аномальными режимами работы энергосистем, так и с человеческим фактором.

Релейная защита является основным видом автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем и электростанций, включая их собственные нужды. Современные средства релейной защиты имеют широкий спектр возможностей, такие как защита электрооборудования, контроль над его работой, сбор, хранение и анализ полученной информации, что, несомненно, необходимо на производственном предприятии.

1. Обзор литературы

В настоящее время в электроустановках используются устройства РЗА трех видов, которые отражают три поколения развития аппаратуры РЗА: электромеханические устройства, микроэлектронные и микропроцессорные. Наиболее современным является последний вид. Хотя количество внедренных микропроцессорных устройств в электроустановках незначительно, нет достаточного количества опубликованных учебных материалов, при проектировании РЗА необходимо обращаться как к более современным и перспективным микропроцессорным системам, микроэлектронным устройствам, так и проверенных временем электромеханическим устройствам.

Основные принципы релейной защиты, которые остаются неизменными, изложены в книге И. И. Байтер, Н. А. Богданова [7]

Вспомогательной литературой при расчетах защит трансформатора собственных нужд генератора в данной работе применялись учебные пособия В. Н. Копьева [10] издательства Томского политехнического университета.

Обязательные требования к релейной защите описаны в ПУЭ [12].

Устройства РЗА непрерывно совершенствуются, поэтому необходимо постоянно обновлять знания персонала для полноценной работы с современным оборудованием. Такую возможность предоставляют производители УРЗА, публикуя документацию на своих официальных сайтах. При расчете микропроцессорных систем в данной работе использовалась литература ООО НТЦ «МЕХАНОТРОНИКА». [13], [14], [15].

Экономический раздел ВКР был рассмотрен на основе работ Коршуновой Л.А., Кузьминой Н.Г.[16].

Раздел «Социальная ответственность» был разработан с помощью нормативных документов, посвящённых теме безопасности жизнедеятельности.

2 Объект и методы исследования

Основными исходными данными при проектировании электрической части КЭС и релейной защиты трансформатора собственных нужд являются материалы, исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы. Это прежде всего такие данные как, число и мощности генераторов, данные о энергосистеме, данные о нагрузках потребителей, величина резерва определялась по балансу мощности.

В данной работе необходимо произвести расчет и выбор схем электрических соединений электростанции и разобрать один спец. вопрос. В качестве спец. вопроса рассмотрена релейная защита трансформатора собственных нужд генератора.

Также должны быть рассмотрены вопросы по охране труда на предприятии и основные экологические аспекты.

Основные расчеты производятся по общепринятым методикам, освещенных в пособиях по расчету и проектированию электрической части электростанций, также по релейной защите и автоматике питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A11	Кагадий Сергею Александровичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

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		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A11	Кагадий Сергей Александрович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование установки блока микропроцессорной релейной защиты и автоматики, защиты трансформатора собственных нужд КЭС.

Установка позволит обеспечить хорошее быстродействие, селективность, чувствительность и надежность релейной защиты и, как следствие, повысить надёжность электроснабжения потребителей. Для достижения этих целей выбираем современное микропроцессорное оборудование производства ООО НТЦ «Механотроника».

Для ТЭО проведения анализа произведем необходимые расчеты:

1. Планирование научно-технического исследования;
2. Расчёт научно-технической эффективности;
3. Расчет затрат на проектирование релейной защиты и автоматики, обеспечивающей работу трансформатора собственных нужд КЭС;
4. Расчет затрат на оборудование и монтаж.

5.1 Расчёт научно-технической эффективности

Для проектирования необходимо узнать требования потенциальных потребителей. Затем вычисляем единичный параметрический показатель

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p, \quad (5.1)$$

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):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i, \quad (5.2)$$

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.

$$Q_n = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,9 \quad (5.3)$$

$$Q_k = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,108 \quad (5.4)$$

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к базовому объекту будет равен

$$K_{\text{ту}} = \frac{Q_n}{Q_k} = \frac{0,9}{0,108} = 8,3 \quad (5.5)$$

где $K_{\text{ту}}$ – 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 13-Оценка технического уровня новшества

Характеристики	Вес показателей	Новшество Механотроника		Устаревшие эл.механич.УРЗА		Идеальное УРЗА	
		P_i	q_i	P_i	q_i	P_{100}	q_{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	100	0,9	60	0,36	100	0,9
1.2 Возможность передачи информации о состоянии РЗ на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи, (%)	0,2	100	0,9	0	0	100	0,9
1.3 Возможность ведения отчёта о срабатывании защит, (%)	0,2	100	0,9	0	0	100	0,9
1.4 Возможность выполнения самодиагностики и диагностики первичного оборудования, (%)	0,2	100	0,9	0	0	100	0,9
1.5 Возможность подключения в сеть ЭВМ, (%)	0,1	100	0,9	0	0	100	0,9

Таблица 14-Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество: Механотроника	Конкурент: Устаревшие эл.механич.УРЗА
Возможность оперативного изменения уставок защит и переход с одной характеристики на другую.	Широкий спектр выбора изменяемых уставок с возможностью оперативного изменения характеристик.	Узкий спектр выбора изменяемых уставок без возможности оперативного изменения характеристик.
Возможность передачи информации о состоянии РЗ на удаленные	Обеспечивается передача информации по цифровым каналам связи.	Передача информации невозможна.

диспетчерские пункты через специальные каналы связи		
Возможность ведения отчёта о срабатывании защит.	Есть возможность	Нет возможности
Возможность выполнения самодиагностики и диагностики первичного оборудования	Есть возможность	Нет возможности
Возможность подключения в сеть ЭВМ.	Есть возможность	Нет возможности

Превосходство «Механотроника» 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, 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, функциональность микропроцессорных релейных защит в значительной мере превосходит возможности электромеханических релейных защит.

Таблица 15-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)	0,3	0,2	0,06
2. Перспективность использования результатов (критерий оценки:	0,3	0,1	0,03

использование для предварительного рабочего проектирования в расчётных группах РЗА ОДУ, РДУ)			
3. Завершенность полученных результатов (критерий оценки: написан отчет по теме)	0,2	0,1	0,02
4. Масштаб возможной реализации полученных результатов (критерий оценки: Кемеровский ПМЭС)	0,2	0,1	0,02
Результативность	$K_{\text{ну}} = \sum(K_{\text{дyi}} \cdot d_i) = 0,13$		

5.2 Планирование проектной деятельности

Таблица 16-Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления разработки	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	Анализ исходных данных	Инженер
	6	Предварительный выбор защит	
	7	Расчет уставок релейных защит	
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Контроль и координирование проекта	9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель Инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

5.2.1 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 $t_{ожи}$ используем следующую формулу:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел} - \text{дни} \quad (5.6)$$

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

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

t_{maxi} – 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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} = \frac{3,4}{1} = 3,4 \text{ чел} - \text{дни} \quad (5.7)$$

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

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

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

5.2.2 Разработка графика проведения проектирования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (5.8)$$

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

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

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} = 3,4 \cdot 1,22 = 4 \text{ дня}, \quad (5.9)$$

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 17-Временные показатели проведения проектирования

№ 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		$t_{\text{ож}}$, человеко-дни		Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер
		Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер				
1	Составление и утверждение технического задания	3		4		3,4	0	3,4	0	4	0
2	Подбор и изучение литературы по теме		6		9	0	7,2	0	7,2	0	9
3	Выбор направления исследований	3	3	4	4	3,4	3,4	3,4	3,4	3	3
4	Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
5	Анализ исходных данных		5		8	0	6,2	0	6,2	0	8
6	Предварительный выбор защит		6		8	0	6,8	0	6,8	0	8
7	Расчет уставок защит		14		18	0	15,6	0	15,6	0	19
8	Анализ полученных результатов		3		5	0	3,8	0	3,8	0	5
9	Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	5	5	7	7	5,8	5,8	5,8	5,8	7	7
10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы		6		9	0	7,2	0	7,2	0	9
11	Составление		6		10	0	7,6	0	7,6	0	9

	пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)										
12									Итого:	15	78

Таблица 18-Календарный план проведения проектирования

№ раб от	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4
2	Подбор, изучение литературы	Инженер	13
3	Выбор направления исследований	Инженер Руководитель	16
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	17
5	Анализ исходных данных	Инженер	25
6	Предварительный выбор защит	Инженер	33
7	Расчет уставок защит	Инженер	52
8	Анализ полученных результатов	Инженер	57
9	Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	Руководитель Инженер	66
10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер	75
11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)	Инженер	82

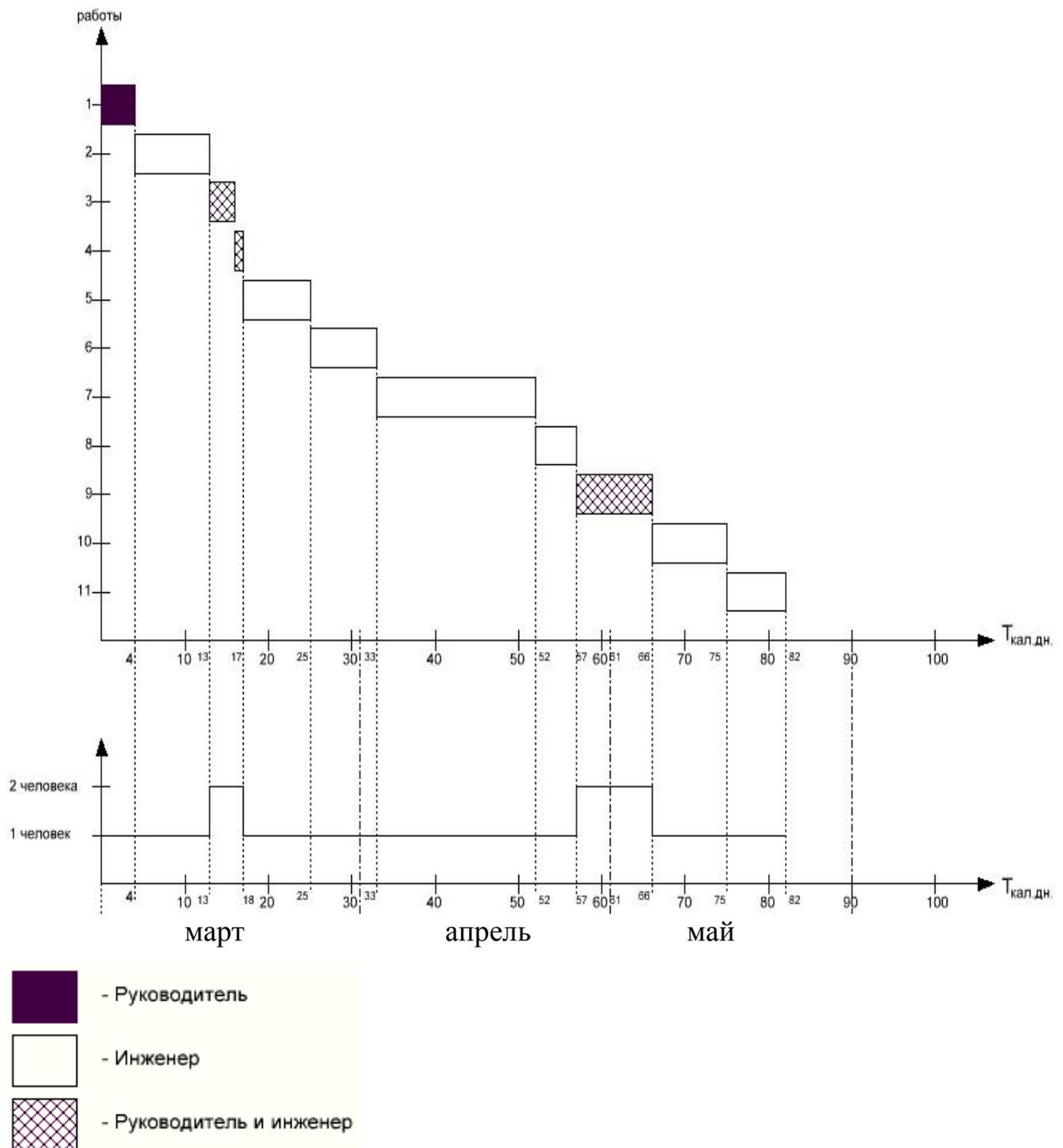


Рисунок 13-Календарный график и график занятости исполнителей проекта

5.3 Бюджет проекта

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

- материальные затраты на проектирование;
- затраты на оплату труда;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизация
- прочие расходы
- накладные расходы.

5.3.1 Расчет материальных затрат

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

Таблица 19-Расходы на канцелярские товары

Наименование	Цена, руб.	Количество	Общая стоимость, руб.
1. Бумага	0.5	200	100
2. Карандаш	35	2	70
3. Ластик	15	2	30
4. Ручка	40	2	80
5. Линейка	40	2	80
6. Калькулятор	160	1	160
7. Колер для принтера	700	1	700
Итого			1220

5.3.2 Заработная плата исполнителей проекта

В данную тему включается заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. 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:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot k_D \cdot k_P \quad (5.10)$$

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.:

$$Z_M = 18000 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 25272$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{25272}{21} = 1203,42$$

Заработная плата инженера, руб.:

$$Z = 1203,42 \cdot 78 = 93890,16$$

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_M = 25000 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 37700$$

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{37700}{21} = 1795,23$$

Заработная плата руководителя, руб.:

$$Z = 1795,23 \cdot 17 = 26928,45$$

Итого по зарплате: $93890,16 + 26928,45 = 120818,61$ руб.

5.3.3 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z, \quad (5.11)$$

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, руб.:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z = 0,27 \cdot 120818,61 = 32621,02$$

Итого: 32621,02 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»

5.3.4 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 5.8.

Таблица 20-Расчет бюджета затрат на приобретение основных средств

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Лампа настольная	2	1053	2106
2	ПЭВМ	2	34500	69000
3	Оргтехника, комплект	2	59000	118000
4	Мебель, комплект	2	23000	46000
Итого:				235106

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

$$A = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{днейиспользования}}}{\text{срокслужбы} \cdot 365} \quad (5.12)$$

Амортизация оргтехники, программного обеспечения

$$A_{\text{комп}} = \frac{(2106 + 69000 + 118000) \cdot 82}{5 \cdot 365} = 8704,05 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели

$$A_{\text{меб}} = \frac{46000 \cdot 82}{10 \cdot 365} = 1058,63 \text{ руб.}$$

Итого: 9762,68 руб.

5.3.5 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, копирование документов и т.д. и составляют 400% от заработной платы исполнителей. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = Z \cdot 4 \quad (5.13)$$

Накладные расходы, руб.:

$$Z_{\text{накл}} = 120818,61 \cdot 4 = 483274,44$$

5.3.6 Формирование бюджета затрат проектирования

Рассчитанная величина затрат проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проектной продукции.

Определение бюджета затрат на проектирование приведено в таблице 5.9.

Таблица 21-Расчет бюджета затрат на проектирование

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	1220
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	120818,61
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32621,02
4. Амортизация	9762,68
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)х0,1)	16442,23
6. Накладные расходы	483274,44
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	664138,98
8. Прибыль (п. 7х0,2)	132827,79
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	796966,77

5.4 Определение капитальных вложений в РЗА

Материальные затраты на оборудование:

Сумма стоимости всех устройств релейной защиты и автоматики для защиты трансформатора собственных нужд КЭС, трансформаторов тока и напряжения, кабельной продукции, материальной базы для монтажа спроектированных устройств составляет: $\sum M_{зМ} = 1710000$ руб. (цены договорные по прейскуранту ООО НТЦ «Механотроника»).

Капитальные вложения определяются по формуле:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монт}} \quad (5.14),$$

Где: $K_{\text{монт}} = 20\%$ от $K_{\text{оборуд}}$

$$K = 796966,77 + 1710000 + 1710000 \times 0,2 = 2848966,77 \quad \text{руб.}$$