

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки АБ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование релейной защиты блока генератор-трансформатор Новосибирской ГЭС

УДК 621.316.925.1:621.314.222:621.311.4.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А10	Денисенко Дмитрий Павлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кац И. М.	К. Т. Н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	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
Электроэнергетические системы	Сулайманов А.О.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественнонаучные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем
Р2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов
Р3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
Р4	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.
Р5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р6	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>	
Р7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р8	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
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р12	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 Энергетический

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
3-5А10	Денисенко Дмитрию Павловичу

Тема работы:

**Проектирование релейной защиты блока генератор-трансформатор
Новосибирской ГЭС**

Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.16 №576/С
---	-----------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объектом исследования являются устройства релейной защиты и автоматики блока генератор-трансформатор Новосибирской ГЭС. В качестве исходных данных представлены:
- параметры электрооборудования.

Перечень подлежащих

-краткая характеристика главной схемы и

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 выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>электрооборудования станции;</i> <i>-выбор и обоснование устройств релейной защиты и автоматики основного оборудования;</i> <i>- постановка задачи проектирования;</i> <i>- проектирование релейной защиты трансформатора;</i> <i>- выбор и расчёт основных защит;</i> <i>- обсуждение результатов выполненной работы;</i> <i>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</i> <i>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</i> <i>- заключение.</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>- План-схема распределения релейных защит блока генератор-трансформатор (приложение А)</i> <i>- главная схема станции (приложение б)</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
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	
--	--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А10	Денисенко Дмитрий Павлович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A10	Денисенко Дмитрию Павловичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭСПП
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. Планирование и формирование графика работ по реализации ТП	- оценка трудоёмкости работ для каждого исполнителя; - построение графика инженерных работ.
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- определение научно-технической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- График проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A10	Денисенко Дмитрий Павлович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A10	Денисенко Дмитрию Павловичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций социального характера)	Описание рабочего места на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, электрической, природы)
2. Список законодательных и нормативных документов по теме	ПУЭ, ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ, ПОТ Р М-016-2001, ГОСТ 12.2.013-91 ССБТ, ПОТ Р М-012-2000, ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ, ПОТ Р М-007-98, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ, ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ, СНиП 11-01-95, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, ГОСТ Р 22.0.02-94

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности - электробезопасность - механические опасности (источники, средства защиты);	- действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты - электробезопасность (средства защиты); - техника безопасности при работе на высоте - техника безопасности при работе с вращающимися механизмами
2. Экологическая безопасность:	- анализ воздействия объекта на

- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	- гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	-перечень возможных ЧС на объекте; - организационные мероприятия; - мероприятия для создания благоприятных условий для проведения успешных работ по защите и спасению людей.
Перечень графического материала:	
- план расположения светильников в релейном зале.	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ДоценткафедрыЭБЖ	Бородин Ю.В.	к.т.н. Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A10	Денисенко Дмитрий Павлович		

Реферат

Выпускная квалифицированная работа состоит из 88 листов, 6 рисунков, 20 таблиц, 17 источников, 2 приложений.

Ключевые слова: электрическая сеть, энергосистема, автотрансформатор, релейная защита, линия, чувствительность, уставка, вероятность, экономическая эффективность, противоаварийная автоматика.

Объектом исследования является Новосибирская ГЭС.

Цель работы: Анализ и расчёт релейной защиты блока трансформатор-генератор Новосибирской ГЭС.

В процессе исследования были проведены расчёты в программах Mathcad, Microsoft Office «Word».

В следствии исследования были проанализированы устройства основного оборудования релейной защиты и автоматики. Полученными результатами являются значения уставок дифференциальной защиты и чувствительность измерительных органов основных и ряда ступеней дистанционных защит с пуском по току.

Область применения: непосредственная установка защит с заданными параметрами

Экономическая эффективность спроектированных защит очень высока.

Определения, обозначения, сокращения

АВР – автоматический ввод резерва

АПВ – автоматическое повторное включение

АТ – автотрансформатор

ВН – высокое напряжение

ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора

ДО – дифференциальная отсечка

КЗ – короткое замыкание

МТЗ – максимальная токовая защита

НН – низкое напряжение

ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы

ОПУ - общеподстанционный пункт управления

ОРУ – открытое распределительное устройство

ПА – противоаварийная автоматика

ПС – подстанция

ПТЭ – правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ПУЭ – правила устройства электроустановок

РЗА – релейная защита и автоматика

РПН – регулировка напряжения под нагрузкой

СН – среднее напряжение

ТЗОП – токовая защита обратной последовательности

ТЭО – технико-экономическое обоснование

УРЗА – устройство релейной защиты и автоматики

Оглавление

Введение	13
1. Обзор литературы.....	Ошибка! Закладка не определена.
2. Описание объекта	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Повреждения генераторов	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Ненормальные режимы работы генераторов	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Выбор защит	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Расчет релейной защиты основного оборудования «Новосибирской ГЭС»	Ошибка!
2.4.1 Расчет токов коротких замыканий.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Защита генератора	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.1 Расчет продольной дифференциальной защиты генератора	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.2 Расчет уставок защиты от замыкания на землю в обмотке статора	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.3 Расчет уставок токовой защиты обратной последовательности	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.4 Расчет уставок защит обмотки статора от симметричных перегрузок	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.5 Расчет уставок защит обмотки ротора генератора от перегрузок	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.6 Расчет уставок защиты от потери возбуждения	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.7 Расчет уставок защиты от асинхронного режима без потери возбуждения	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.8 Расчет уставок резервной дистанционной защиты генератора от междуфазных коротких замыканий.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2.9 Расчет уставок защиты от повышения напряжения	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.3 Расчет дифференциальной защиты трансформатора блока	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.3.1 Газовая защита трансформатора.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.3.2 Защита от замыканий на землю в цепи обмотки низшего напряжения трансформатора	Ошибка! Закладка не определена.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	16
3.1 Планирование научно-технического проекта	16
3.2 Расчёт научно-технического уровня	17
3.3 Планирование и формирование графика работ по реализации ТП	20
3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ	20
3.3.2 Разработка графика проведения научного исследования	21
3.4 Бюджет проектирования	24
3.4.1 Расчет материальных затрат	25
3.4.2 Заработная плата исполнителей темы	25
3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	26
3.4.4 Амортизация	27
3.4.5 Прочие расходы	28
3.4.6 Формирование затрат	28
3.5 Определение капитальных вложений в РЗА	29
4 Социальная ответственность	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Производственная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Техника безопасности	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.1 Электробезопасность	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.2 Техника безопасности при работах на высоте	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.3 Техника безопасности при работе с вращающимися механизмами	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.4 Производственная санитария	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.5 Микроклимат	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Освещение	Ошибка! Закладка не определена.
4.4. Пожарная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
4.5 Экологическая безопасность	Ошибка! Закладка не определена.

4.6 Чрезвычайные ситуации	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение А	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Электроэнергетическая система – электрическая часть энергосистемы и питающиеся от неё приёмники электрической энергии, объединённые общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Главной особенностью электроэнергетических систем является тесная взаимосвязь элементов, входящих в её состав:

- электроустановки: подстанции, распределительные устройства;
- линии электропередач;
- электрооборудование: генераторы, двигатели, трансформаторы, реакторы, компенсаторы.

В электроэнергетической системе возможно возникновение ненормальных режимов работы и различных повреждений электрооборудования элементов, входящих в состав электроэнергетической системы.

Повреждения элементов могут вызвать большие по величине аварийные токи, а также сопровождаться значительным понижением напряжения на шинах подстанций и электростанций. При значительном понижении напряжения нарушается нормальная работа потребителей электроэнергии, а также возможно нарушение параллельной работы элементов энергосистемы в целом. Ток короткого замыкания сопровождается выделением большого количества теплоты, вызывающее сильное разрушение в месте повреждения, также происходит нагревание проводов неповрежденных линий электропередач и оборудования, по которому этот ток протекает.

Ненормальный режим работы может привести к отклонению напряжения частоты и тока от допустимых значений. Отклонение частоты и напряжение ниже допустимых значений может повлечь за собой нарушение устойчивости энергосистемы и нормальной работы потребителей.

Отклонение тока и напряжения выше допустимых значений может вызвать повреждение линий электропередач и оборудования.

Чтобы уменьшить разрушения в месте повреждения и обеспечить нормальную работу неповрежденной части энергосистемы следует как можно быстрее выявлять место повреждения и отделять его от неповреждённых участков. Также следует принимать меры к устранению ненормальных режимов работы.

Выявлять и отключать повреждения следует очень быстро – в течение сотых или десятых долей секунды, из-за сильного термического действия токов короткого замыкания. Быстрое выявление места повреждения и отключение повреждённого участка от энергосистемы может быть только средствами автоматики и релейной защиты.

Релейная защита должна осуществлять непрерывный контроль состояния элементов энергосистемы и реагировать на возникновение повреждений оборудования и ненормальных режимов в энергосистеме. При возникновении коротких замыканий и других повреждений в энергосистеме релейная защита должна выявить повреждённый участок и отключить его, воздействуя на силовые выключатели. Также релейная защита должна реагировать на возникновение ненормальных режимов и либо отключать оборудование, при опасности его повреждения, либо осуществлять сигнализацию оперативному персоналу, который уже должен сам принимать решения по ликвидации ненормального режима.

В настоящее время устройства РЗА могут выполняться на электромеханической, аналоговой и микропроцессорной базе. Устройства релейной защиты, должны отвечать основным требованиям: селективности, надёжности, быстродействия, резервирования и чувствительности. Соответствие реальных устройств релейной защиты и автоматики этим требованиям обеспечивается, в основном, на стадии проектирования, которое при правильной его организации обязательно должно быть комплексным.

При рассмотрении процессов в электрической части электроэнергетической системы, на которые реагирует релейная защита и автоматика (РЗА), считается достаточным учитывать элементы электрической схемы (электрической сети) и участвующие в электромеханическом преобразовании энергии турбины.

Целью данного дипломного проекта является проектирование релейной защиты блока ТГ-3 Новосибирской ГЭС (НГЭС).

Для решения поставленных задач использованы расчетно-аналитические и графические методы.

В результате проделанной работы были получены значения параметров срабатывания для различных типов защит РЗА блока ТГ-3 Новосибирской ГЭС. Была проверена чувствительность отдельных ступеней соответствующих защит.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование выбора релейной защиты и автоматики блока трансформатор-генератор Новосибирской ГЭС..

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. Расчет затрат на проектирование релейной защиты;
4. Расчет затрат на оборудование и монтаж.

3.1 Планирование научно-технического проекта.

Таблица 3 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Инженер
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	Анализ исходных данных	Инженер
	6	Предварительный выбор защит	
	7	Расчет уставок дифференциальной защиты	
	8	Расчет защиты от перегрузки	
	9	Расчет дополнительных	

		защит	
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
Контроль и координирование проекта	11	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель Инженер
Разработка технической документации и проектирование	12	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

3.2 Расчёт научно-технического уровня

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

$$q = \frac{P}{P_{100}} \cdot p,$$

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):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i d_i,$$

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.

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

$$Q_k = \sum_{i=1}^n q_i d_i = 0,135$$

Показатель конкурентоспособности новшества по отношению к базовому объекту будет равен

$$K_{\text{ту}} = \frac{Q_n}{Q_k} = \frac{0,9}{0,135} = 6,67$$

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 4 - Оценка технического уровня новшества

Характеристики	Вес показателей	ЭКРА ШЭ1111		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	50	0,45	100	0,9
1.2Срок службы (Год)	0,2	12	0,4	25	0,9	25	0,9
1.3 Возможность ведения отчёта о	0,2	100	0,9	0	0	100	0,9

срабатывании защит, (%)							
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 5 – Объяснение величин параметров.

Характеристики	Новшество: ЭКРА ШЭ1111	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.
Срок службы	Заявленный срок службы 12 лет.	Срок службы 25 лет
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 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, возможность интеграции в АСУ ТП, оперативное внесение изменений в

программы защит, в том числе и для исправления проектных ошибок и прочее.

Таблица 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, 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	0,2	0,1	0,02
Результативность	$K_{ny} = \sum(K_{дyi} \cdot d_i) = 0,14$		

3.3 Планирование и формирование графика работ по реализации ТП

3.3.1 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:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел} - \text{дни}$$

Где $t_{ожі}$ – 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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{2.8}{1} = 2.8 \text{ дней}$$

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

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

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

3.3.2 Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

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

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 2,8 * 1,22 = 3 \text{ дней} ,$$

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 7.

Таблица 7 - 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					
		Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер
1	Составление и утверждение технического задания	2	2	4	4	2,8	2,8	2,8	2,8	3	3
2	Подбор и изучение литературы по теме		8		12	0	9,6	0	9,6	0	12
3	Выбор направления исследований	2	2	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	1	1
4	Календарное планирование работ по теме	1	1	2	1	1,4	1,4	1,4	1,4	2	2
5	Анализ исходных данных		5		8	0	6	0	6	0	7
6	Предварительный выбор защит		5		8	0	5	0	5	0	6
7	Расчет уставок дифференциальной защиты		5		8	0	6,2	0	6,2	0	9
8	Расчет защиты от перегрузок		4		6	0	4,8	0	4,8	0	5
9	Расчет дополнительных защит		7		10	0	8,2	0	8,2	0	11

10	Анализ полученных результатов		4		6	0	4,8	0	4,8	0	6
11	Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	8		10		8,8	0	8,8	0	11	11
12	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы		6		8	0	6,8	0	6,8	0	8
13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)		7		10	0	8,2	0	8,2	0	10
14		Итого:								17	91

Таблица 8 – Календарный план проведения научного исследования по теме

№ работ	Вид работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Инженер	1-3
2	Подбор, изучение литературы	Инженер	3-15
3	Выбор направления исследований	Инженер Руководитель	15-16
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер	16-18
5	Анализ исходных данных	Инженер	18-25
6	Предварительный выбор защит	Инженер	25-31
7	Расчет уставок дифференциальной защиты	Инженер	31-40
8	Расчет защиты от перегрузок	Инженер	40-45
9	Расчет дополнительных защит	Инженер	45-56
10	Анализ полученных результатов	Инженер	56-62
11	Контроль качества выполнения проекта и консультация исполнителя	Руководитель Инженер	62-73
12	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер	73-81
13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	81-91

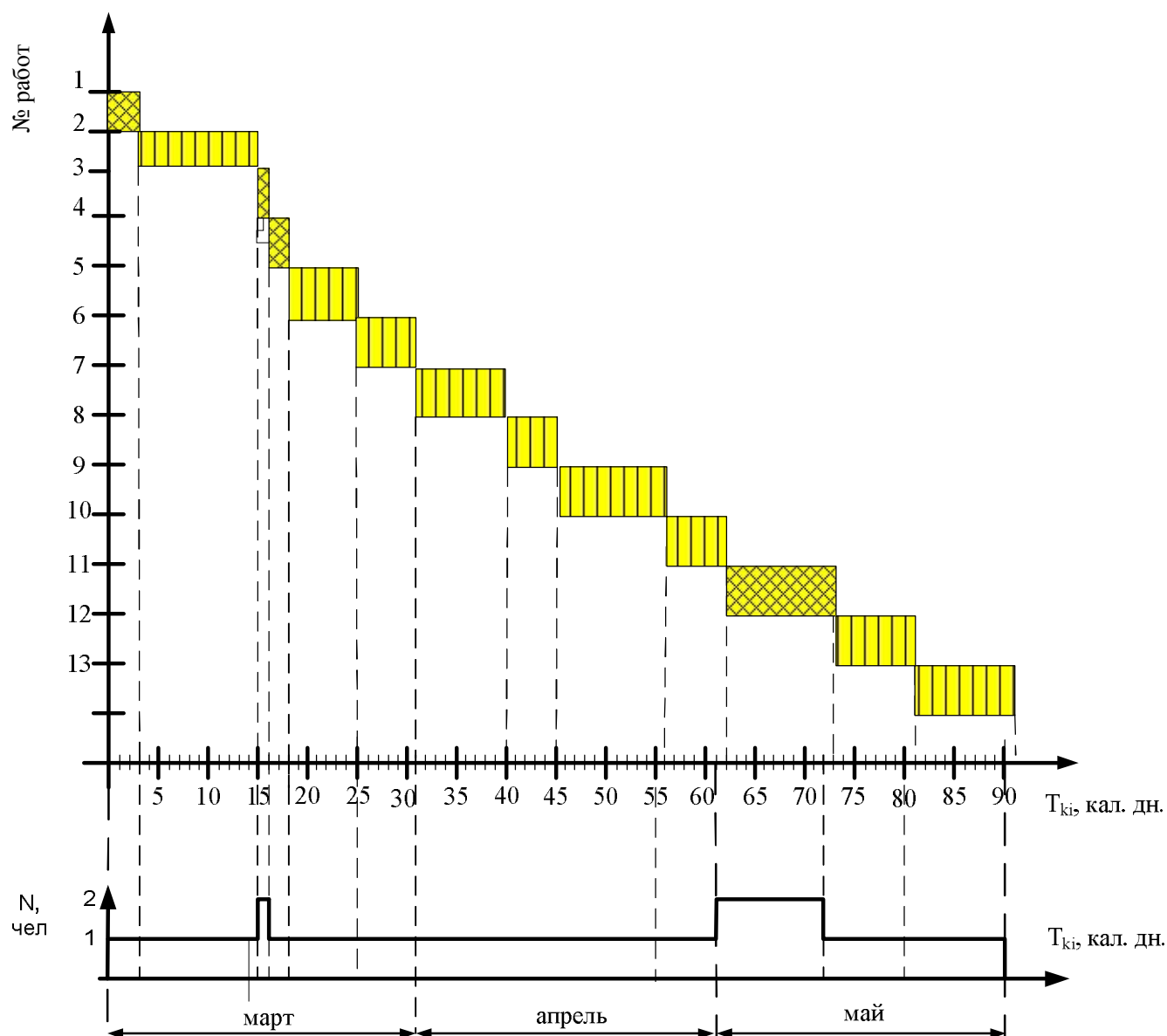


Рисунок 5 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения научного исследования по теме

Где
 - инженер;
 - руководитель и инженер;

3.4 Бюджет проектирования

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.

3.4.1 Расчет материальных затрат

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

Таблица 9 – Расходы на канцелярские товары

Наименование	Цена, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1. Бумага	2	200	400
2. Карандаш	25	4	100
3. Ластик	12	1	12
4.Картридж	2500	1	2500
5. Ручка	20	4	80
6. Линейка	10	1	10
7. Калькулятор	300	1	300
Итого $\sum_m$			3402

3.4.2 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 приведён ниже.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{мес} = З_{ТС} \cdot k_D \cdot k_P$$

Где

$З_{ТС}$ – 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.:

$$З_{мес} = (16751 + 2000) \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 26326,4$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{дн} = \frac{26326,4}{30} = 877,55$$

Заработная плата инженера, руб.:

$$З_{инж} = 877,55 \cdot 88 = 77224,4$$

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$З_{мес} = (23264,9 + 2200) \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 38401,07$$

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$З_{дн} = \frac{38401,07}{30} = 1280,04$$

Заработная плата руководителя, руб.:

$$З_{рук} = 1280,04 \cdot 17 = 21760,68$$

Итого по зарплате: $З_{зн} = З_{инж} + З_{рук} = 77224,4 + 38401,07 = 115625,47$ руб.

3.4.3 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{зп},$$

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 28.11.2015 №347-ФЗ, установлен размер страховых взносов, равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды, руб.:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{зп} = 0,3 \cdot 115625,47 = 34687,64$$

3.4.4 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 10.

Таблица 10 - 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 Office	2	3 500	7 000
2	Оргтехника, комплект	2	40000	80 000
3	Мебель, комплект	2	20000	40 000
Итого:				127 000

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

$$A = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{днейиспользования}}}{\text{срокслужбы} \cdot 365}$$

Амортизация оргтехники, программного обеспечения

$$A_{\text{комп}} = \frac{(80000 + 7000) \cdot 90}{5 \cdot 365} = 4290,41 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели

$$A_{\text{меб}} = \frac{40000 \cdot 90}{10 \cdot 365} = 986,3 \text{ руб.}$$

$$Z_a = A_{\text{комп}} + A_{\text{меб}} = 5276,71 \text{ руб.}$$

3.4.5 Прочие расходы

Прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования и т.д. .

$$Z_n = (Z_m + Z_{zn} + Z_{внеб} + Z_a) \cdot 0,1$$

$$Z_n = (3402 + 115625,47 + 34687,64 + 5276,71) \cdot 0,1 = 15899,18 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 400% от заработной платы исполнителей. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = Z_{zn} \cdot 4$$

$$Z_{\text{накл}} = 115625,47 \cdot 4 = 462501,9 \text{ руб.}$$

3.4.6 Формирование затрат

Бюджет затрат на проектирование приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Бюджет затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	3402
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	115625,47
3. Отчисления во внебюджетные фонды	34687,64
4. Амортизация	5276,71
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)*0,1)	15899,18
6. Накладные расходы	462501,9
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	637392,9
8. Прибыль (п. 7*0,2)	127478,58
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	764871,48

3.5 Определение капитальных вложений в РЗА

Затраты на оборудование:

Сумма стоимости всех устройств релейной защиты и автоматики блока трансформатор-генератор, кабельной продукции, материальной базы для монтажа спроектированных устройств составляет:

$\sum M_{зм} = 1\,132\,000 \text{ руб.}$ (цены договорные по прейскуранту ООО НПО «ЭКРА» на шкаф ШЭ1111-246UT10).

В таблице 12 сведены стоимости устройств релейной защиты и кабельной продукции для подключения шкафа ШЭ1111

Таблица 12

Наименование	Количество	Стоимость
ШЭ1111 (шт)	1	1 120 000
Комплект проводов(м)	40	12 000

Капитальные вложения определяются по формуле:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монт}} \quad (13.14),$$

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

$$K = 764871,48 + 1\,132\,000 + 1\,132\,000 \cdot 0,2 = 2\,123\,271,48 \text{ руб.}$$

