

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 ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ устранившихся режимов в Забайкальской энергосистеме в связи с вводом линии 220 кВ Харанорская ГРЭС – ПС Быстринская»

УДК 621.316.925-047.77(571.5)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Солдатов Дмитрий Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шестакова В.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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 ЭЭС

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
5A2A	Солдатову Дмитрию Алексеевичу

Тема работы:

Проектирование электрической части КЭС мощностью 280 МВт и релейная защита трансформатора собственных нужд.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.16 №653/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Электрическая схема забайкальской ЭС 2. База данные в ПК АРМ СРЗА 3. Технические параметры основного оборудования станций, подстанций
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Бакалаврская работа представляет собой 4 раздела. В первом разделе подробно производится расчет и моделирования релейных защит, которые необходимы, при защите линии 220кВ. При этом рассматриваются такие защиты как дистанционная, максимальная токовая и токовая защита нулевой последовательности. Так же производится её моделирование в промме АРМ СРЗА. Во втором разделе производится оценка действий АПВ в программе Mustang. В третьем разделе производится экономическая оценка выбранной защиты различных фирм производителей, расчёт бюджета технического исследования. В четвёртом

	разделе приводятся всевозможные негативные воздействия на окружающую среду, чрезвычайные ситуации, также вредные и опасные факторы, возникающие на ГРЭС, влияющие на организм человека, и средства защиты от них.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Схема Забайкальской ЭЭС. 2. Характеристики срабатывания дистанционной защиты 3. Географическая карта части Забайкальской ЭС 4. Схема района линии 220кВ Харанорская ГРЭС – ПС Быстринская
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Романцов Игорь Иванович
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	Шестакова В.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Солдатов Д.А.		

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Солдатов Дмитрий Алексеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	РЗА

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ Суммарные вложения в проект 1 193 671
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27,1% отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентоспособности технического решения SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки : - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Солдатов Дмитрий Алексеевич		

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2A	Солдатов Дмитрий Алексеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Релейная защита и автоматика энергосистем

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 (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочее место: диспетчерская РЗА на ГРЭС, снабжённая пультом управления и оборудованием под высоким напряжением. – вредные факторы производственной среды проявляются в воздействии на человеческий организм различного рода шумов, вибраций от генераторов и трансформаторов, возможного недостатка освещённости, а также неблагоприятного воздействия электромагнитных полей. – в производственной среде возможны проявления опасных факторов для человеческой жизни, например, удар электрическим током, механический удар подвижными элементами различных реле. – В процессе эксплуатации ГРЭС, диспетчерским персоналом РЗА, негативного воздействие на окружающую природную среду не возникает – чрезвычайные ситуации могут возникнуть экологического и социального характера, по вине диспетчерского персонала РЗА ГРЭС, к примеру, ошибочные действия диспетчера повлекут за собой не правильную работу электрооборудования, вследствие чего может возникнуть взрыв трансформатора, обрыв неповрежденной линии электропередач, что обесточит потребителей особой и первой категории. Это может привести к большим человеческим жертвам, экономическим потерям, экологическим катастрофам.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ; ГОСТ 12.1.012–90; ГОСТ 12.1.002–84; ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ; ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ; ГОСТ 12.1.019 –79; ГОСТ 17.1.3.05–82; ГОСТ 17.2.1. 03–84; ГОСТ 17.4.3.04–85 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03; СН 2.2.4/2.1.8.566; СН 2.2.4/2.1.8.562–96; СНиП 2.04.05 – 91; СНиП 21 – 01 – 97;
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в

последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – 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)	следующей последовательности: – шум нервно-эмоциональное напряжение; расстройство слухового аппарата; снижение трудовой деятельности. – вибрация сосудистые расстройства; нарушение опорно – двигательного аппарата; расстройство центральной нервной системы; вибрационная болезнь. – освещение Утомление и потеря зрения; снижение внимательности. – электромагнитное поле нарушение нервной, иммунной, эндокринной системы; склонность к депрессиям и самоубийствам.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – электробезопасность Источники управление электрооборудованием: реле, трансформаторами, наличие токоведущих частей; Защита обесточивание, резиновые перчатки, измерительные клещи, изол. коврик); – пожаровзрывобезопасность Источники Горючие вещества(масло, газ) Защита пожарная сигнализация, индивидуальные средства пожаротушения, запасные выходы.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Охрана окружающей среды: – анализ воздействия объекта на атмосферу (отсутствует); – анализ воздействия объекта на гидросферу (отсутствует); – анализ воздействия объекта на литосферу (отсутствует).
4. 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	Защита в чрезвычайных ситуациях: – аварийная обстановка на ГРЭС (краткое замыкание, взрыв или пожар оборудования, разрушение конструкции фундамента, повлекшее разрушение) – нарушение правил пожаро- и взрывобезопасности; – установка пожарной сигнализации, установка датчиков дыма и огня, установка средств массового оповещения – Повышение устойчивости будет осуществляться путем установки дополнительного оборудования общего и индивидуального пожаротушения. – В случае возникновения ЧС немедленно должны быть оповещены службы пожаротушения, персонал ГРЭС. Персонал должен покинуть область ЧС.

	<i>Средства пожаротушения должны немедленно приступить к ликвидации возгорания, и не допустить дальнейшего распространение возгорания.</i>
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ; ГОСТ 12.1.012–90; ГОСТ 12.1.002–84; ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ; ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ; ГОСТ 12.1.019 –79; ГОСТ 17.1.3.05-82; ГОСТ 17.2.1. 03-84; ГОСТ 17.4.3.04-85 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СН 2.2.4/2.1.8.566; СН 2.2.4/2.1.8.562-96; СНиП 2.04.05 – 91; СНиП 21 – 01 – 97;
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	-

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2A	Солдатов Д.А.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Энергетический
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Уровень образования Бакалавриат
 Кафедра Электроснабжения промышленных предприятий
 Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
08.02.2016	<i>Расчет параметров дистанционной защиты</i>	
22.02.2016	<i>Расчет параметров ступенчатой токовой защиты</i>	
07.03.2016	<i>Расчет параметров токовой защиты нулевой последовательности</i>	
21.03.2016	<i>Моделирование рассчитанных защит в программе АРМ СРЗА</i>	
15.04.2016	<i>Моделирование автоматики в программе Mustang</i>	
25.05.2016	<i>Оформление результатов работы и выводов по работе. Формирование файла дипломной работы</i>	
12.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
26.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

Содержание

1.	Краткая характеристика защищаемого объекта	15
2.	Принципы, виды и основные характеристики аппаратуры РЗА.....	16
2.1.	Выбор измерительных трансформаторов.....	17
2.1.1	Выбор трансформатора тока.....	17
2.1.2	Выбор трансформатора напряжения.....	19
3.	Расчет параметров релейной защиты	20
3.1	Дистанционная защита	20
3.1.1	Расчет I ступени дистанционной защиты.....	21
3.1.2	Расчет II ступени дистанционной защиты.....	22
3.1.2.1	Отстройка от короткого замыкания на шинах низшего напряжения трансформаторов, отходящих от подстанции	25
3.1.2.2	Отстройка от короткого замыкания на параллельной линии (защита 2322) при каскадном отключении повреждения на ЛЭП Харанорская ГРЭС – ПС Холбон.....	26
3.1.2.3	Согласование с первой ступенью защиты параллельной линии при каскадном отключении.....	27
3.1.3	Расчет III ступени дистанционной защиты.....	27
3.1.4	Чувствительность ступеней дистанционной защиты	28
3.1.4.1	Чувствительность I ступени:	28
3.1.4.2	Чувствительность II ступени:	28
3.1.4.3	Чувствительность III ступени:.....	30
3.2	Ступенчатая токовая защита нулевой последовательности	33
3.2.1	Описание защиты.....	33
3.2.2	Расчет уставок СТЗНП.....	37
3.2.2.1	Расчёт уставок I ступени СТЗНП линий.....	37
3.2.2.2	Расчёт уставок II ступени СТЗНП линии	37
3.2.2.2.1	Расчёт уставок I ступени СТЗНП отходящих линиях.....	37
3.2.2.2.2	Проверка чувствительности II ступени СТЗНП	40
3.2.2.3	Расчёт уставок III ступени СТЗНП линий	41

3.2.2.4	Расчёт уставок IV ступени СТЗНП линий.....	41
3.2.2.4.1	Проверка чувствительности IV ступени СТЗНП.....	42
3.3.	Ступенчатая токовая защита.....	43
3.3.1	Расчет уставки I ступени.....	43
3.3.1.1	Проверка чувствительности I ступени.....	43
3.3.2	Расчет уставки II ступени.....	44
3.3.2.1	Проверка чувствительности II ступени.....	46
3.3.3	Расчет уставки III ступени.....	47
3.3.3.1	Проверка чувствительности III ступени.....	47
3.4	Расчет уставок второй и третьей ступени СТЗ, удовлетворяющих требованиям.....	50
3.4.1	Расчет уставки II ступени.....	50
3.4.1.1	Проверка чувствительности II ступени.....	50
3.4.2	Расчет уставки III ступени.....	51
3.4.2.1	Проверка чувствительности III ступени.....	51
4.	Автоматика.....	54
4.1	Исследование действия АПВ, при устойчивом и не устойчивом коротком замыкании.....	54
4.2	Исследование поведения генератора, при коротких замыканиях вблизи генератора.....	57
5.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	61
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	61
5.1.1	Анализ конкурентных технических решений.....	61
5.1.2	SWOT – анализ.....	63
5.2	Планирование научно-исследовательского проекта.....	64
5.2.1	Структура работ в рамках научно-исследовательском проекте.....	64
5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	65
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	66

5.2.4	Бюджет научно-исследовательского проекта.....	70
5.2.4.1	Затраты на специальное оборудование для научно-исследовательского проекта.....	70
5.2.4.2	Основная заработная плата исполнителей темы.....	71
5.2.4.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	72
5.2.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды.....	73
5.2.4.5	Накладные расходы.....	73
5.2.4.6	Формирование бюджета затрат НТИ.....	74
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	76
6.1	Анализ опасных и вредных факторов.....	77
6.1.1	Защита от шума.....	77
6.1.2	Воздействие вибрации.....	78
6.1.3	Освещение.....	79
6.1.4	Защита от электромагнитных излучений.....	80
6.1.5	Воздействие климатических условий.....	81
6.2	Опасные производственные факторы.....	83
6.2.1	Анализ опасности поражения электрическим током.....	83
6.2.2	Средства защиты.....	84
6.2.2.1	Заземление.....	84
6.2.2.2	Зануление.....	84
6.2.2.3	Защитное отключение.....	84
6.2.3	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.....	86
6.2.4	Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения.....	86
6.2.5	Пожарная безопасность.....	87
6.3	Охрана окружающей среды.....	89
	Заключение.....	91
	Список использованной литературы.....	92

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: Дистанционная защита, токовая отсечка, ТЗНП.

Объектом исследования является: Линия 220 кВ Харанорская ГРЭС – ПС Быстринская Забайкальской энергосистемы

Цель работы – Моделирование противоаварийной автоматики и релейной защиты района.

В процессе исследования использовались расчетные программные комплексы: «Mustang», современные программные продукты Word, АРМ СРЗА, Excel, аналитические и графоаналитические расчетные методы

В результате исследования: Спроектирована релейная защита и автоматика блока, базирующаяся на отечественной микропроцессорной аппаратуре. Рассчитанный комплекс защит отвечает основным требованиям, предъявляемым к релейной защите: селективность, быстродействие, чувствительность и надежность

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: класс напряжения 220кВ, длина двухцепной линии 143км

Степень внедрения: Полученные в проекте результаты могут быть использованы как эскизные для рабочего проектирования, как предварительные в расчетных группах РЗА регионального диспетчерского управления в Забайкальской энергосистеме.

Экономическая эффективность/значимость работы: улучшение качества и надежности релейной защиты линии

В будущем планируется: замена всего морально и технически устаревшего оборудования во всей энергосистеме России.

Введение

Электроэнергетическая система (ЭЭС) представляет собой сложную техническую систему, предназначенную для производства, распределения и потребления электроэнергии. В связи с быстротекущими процессами при коротких замыканиях (КЗ) в электрических сетях необходим автоматический контроль и ликвидация аварийной ситуации. Эту функцию выполняет релейная защита (РЗ). Ни один силовой элемент не может эксплуатироваться без РЗ, поэтому разработка РЗ для всех компонентов ЭЭС является актуальной задачей.

В настоящее время в электроустановках используются устройства релейной защиты и автоматики (РЗА) трёх видов, которые отражают три поколения развития аппаратуры РЗА: электромеханические устройства, микроэлектронные и микропроцессорные. Наиболее современным является последний вид. Хотя количество внедрённых микропроцессорных устройств в электроустановках незначительно, нет достаточного количества опубликованных учебных материалов, при проектировании РЗА необходимо обращаться к более современным и перспективным микропроцессорным системам, а также микроэлектронным устройствам. Но это не отменяет известных принципов по выбору основных параметров срабатывания устройств РЗА. Напротив, данные принципы можно гораздо эффективнее реализовать при использовании цифровых устройств.

В связи с постоянным усложнением схем, представляется целесообразным производить расчеты уставок РЗ не вручную, а с помощью специализированных программных комплексов. В курсовой работе рассчитаны уставки в программе АРМ СРЗА для линии ПС Текстильная – ПС Колывань Новосибирской энергосистемы.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Основным рассматриваемым объектом релейной защиты и автоматики на ГРЭС будет являться защита линии 220кВ Харанорская ГРЭС – ПС Быстринская

Защита линии выполнена на микропроцессорном устройстве ШЭ2607 и, данный вид защиты принадлежит компании ООО НПП «ЭКРА».

В связи с этим необходимо провести экспертную оценку и убедиться в том, что микропроцессорное устройство ШЭ2607 компании ООО НПП «ЭКРА» является лидером перед фирмами конкурентами.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 10. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Так как в работе рассматривается релейная защита линии использующая реле фирмы «Экра», то целесообразно сравнить ее продукцию с конкурентами. Для сравнения возьмем два наиболее продвинутых на отечественном рынке конкурента. Это Siemens и БМРЗ 100 компании «Механотроника».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot F_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 10

4	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{Φ}	B_{K1}	B_{K2}	B_{Φ}	B_{K1}	B_{K2}
		<i>ЭКРА</i>	<i>СИЕМ</i>	<i>БМРЗ</i>	<i>ЭКРА</i>	<i>СИЕМ</i>	<i>БМРЗ</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Помехоустойчивость	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Надежность	0,18	5	4	4	0,9	0,72	0,72
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	4	4	3	0,8	0,8	0,6
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
5. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	2	0,35	0,28	0,14
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	5	3	3	0,1	0,06	0,06
3. Цена	0,15	4	3	5	0,6	0,45	0,75
3. Послепродажное обслуживание	0,01	4	5	2	0,04	0,05	0,02
4. Срок выхода на рынок	0,01	5	4	3	0,05	0,04	0,03
5. Наличие сертификации разработки	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
Итого	1				4,54	4,03	3,65

Из данных расчетов видно, что продукция фирмы «ЭКРА» превосходит своих конкурентов. Превосходство 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, качества и простоты использования.

5.1.2 SWOT – анализ

SWOT – это акроним слов Strengths (силы), Weaknesses (слабости), Opportunities (благоприятные возможности) и Threats (угрозы). Внутренняя обстановка фирмы отражается в основном в S и W, а внешняя – в O и T.

SWOT-анализ позволяет определить причины эффективной или неэффективной работы компании на рынке. Классический SWOT - анализ предполагает определение сильных и слабых сторон в деятельности фирмы, потенциальных внешних угроз и благоприятных возможностей и их оценку относительно стратегически важных конкурентов.

Таблица 11

Внешние факторы Внутренние факторы	Сильные стороны: S1. Простота эксплуатации; S2. Повышенный функционал; S3. Быстродействие; S4. Высокий срок эксплуатации.	Слабые стороны: W1. Дороговизна; W2. Специальное обучение персонала; W3. слабая защищенность данных; W4. Использование дополнительного оборудования.
Возможности: O1. Использование данной технологии предприятиями электроэнергетического комплекса; O2. Модернизация существующего оборудования; O3. Осуществления комплекса функций одним устройством; O4. Развитие технологий в данной отрасли.	Стратегия при сопоставлении сильных сторон и возможностей: 1. Простота эксплуатации позволяет использовать комплекс повсеместно; 2. Высокие функциональные возможности комплекса позволяют использовать его для всех случаев защиты линии.	Стратегия при сопоставлении слабых сторон и возможностей: 1. Повышение контроля допуска персонала к комплексу; 2. Проведение лекций для просвещения и обучения персонала.
Угрозы: T1. Появление новых конкурентных разработок; T2. Развитая конкуренция технологий производства; T3. Невозможность замены комплектующих комплекса; T4. Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос;	Стратегия при сопоставлении сильных сторон и угроз: 1. Комплекс, за счет ряда преимуществ, выигрывает у своих конкурентов; 2. В виду высокого срока эксплуатации, комплекс практически не нуждается в замене комплектующих..	Стратегия при сопоставлении слабых сторон и угроз: 1. Внедрение дополнительных средств, для продвижения разработок проекта; 2. Необходимость дополнительного оборудования увеличивают затраты

Проанализировав полученную интерактивную матрицу SWOT – анализа, можно сделать вывод, что данный комплекс, обладает рядом преимуществ, и недостатков. Но в ходе анализа, было выявлено, что преимущества превосходят недостатки, из чего можно сделать вывод, что данный проект реализуем.

5.2 Планирование научно-исследовательского проекта

5.2.1 Структура работ в рамках научно-исследовательском проекте

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.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, произведем распределение исполнителей по видам работ. Полученные результаты представлены в таблице 12:

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ исходных данных	Инженер
	6	Выбор и обоснование устанавливаемых защит	
	7	Расчет параметров релейной защиты	
	8	Анализ преимущества использования микропроцессорных устройств перед электромеханическими	
Контроль и координирование проекта	9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Для определения ожидаемого значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

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.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для определения времени связанного с выполнением наряда на работы по установке релейной защиты составим диаграмму Ганта, который строится в осях номер работ и длительность их выполнения.

Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

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.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе $T_{\text{ки}}$ необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сведем в таблицу 13.

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{\text{ожс}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 6}{5} = 4,8 \text{ человек – дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ожс}}}{\text{Ч}} = \frac{4,8}{1} = 4,8 \text{ дней}$$

$$K_{\text{кап}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

$$T_k = T_p \cdot K_{\text{кап}} = 4,8 \cdot 1,22 = 5,856 \approx 6$$

Далее заполняется таблица с временными характеристиками.

Принимаем, что и руководитель, и инженер, работают по 6 дневной рабочей неделе.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

№ ра б.	Название работы	Трудоёмкость работ						Длитель ность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительн ость работ в календарн ых днях T_{ki}	
		t_{min} , чел- дни		t_{max} , чел- дни		$t_{ожсi}$, чел-дни					
		Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер	Руковод.	Инженер
1	Составление, утверждение и уяснение технического задания	2	1	4	1	2,8	1	2,8	1	3	1
2	Подбор и изучение материалов и нормативных документов		4		6		4,8		4,8		6

3	Выбор направления исследований	2		3		2,4		2,4		3	
4	Календарное планирование	1		2		1,4		1,4		2	
5	Анализ исходных данных		5		8		6,2		6,2		8
6	Работа с принципиальной схемой		5		7		5,8		5,8		6
7	Анализ и уточнение схемы Забайкальской энергосистемы разработанной в АРМ СРЗА		15		20		17		17		21
8	Моделирование работы РЗА		6		8		6,8		6,8		8
9	Моделирование возмущений и аварийных ситуаций для проверки функционирования		10		12		10,8		10,8		13
10	Моделирование работы РЗА, и её согласование		11		13		11,8		11,8		14
11	Оценка эффективности полученных результатов	8		10		8,8		8,8		11	
12	Безопасность и экологичность		2		4		2,8		2,8		3
13	Тех-экономические расчеты		2		4		2,8		2,8		3
14	Составление пояснительной записки		5		7		5,8		5,8		6
Итого	Общее количество календарных дней для выполнения выпускной работы										107
	Общее количество календарных дней, в течении которых работал инженер										88
	Общее количество календарных дней, в течении которых работал руководитель										19

Далее на основании данной таблицы строим график Ганта: На основании таблицы 3 строим календарный план-график, представленный на рисунке 64:

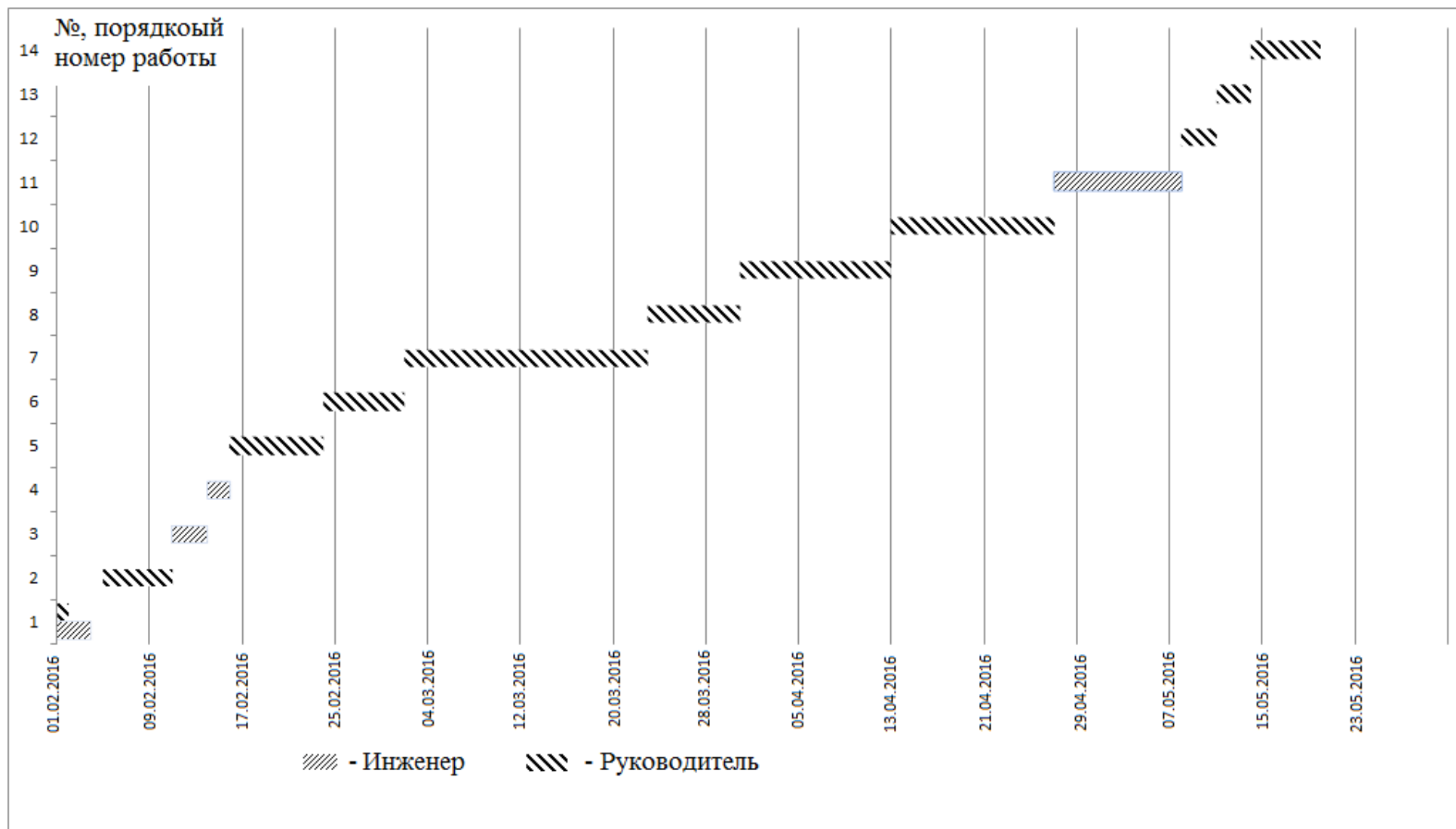


Рисунок 64 – Календарный план-график выполнения ВКР

5.2.4 Бюджет научно-исследовательского проекта

Бюджет должен быть сформирован по следующим пунктам:

- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.2.4.1 Затраты на специальное оборудование для научно-исследовательского проекта

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме и заносятся в табл. 14.

Таблица 14 Затраты на специальное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Программный комплекс РЕТОМ 51	1	780 000	780 000
2	Ноутбук с установленным программным пакетом	1	45 200	45 200
Итого:				825 200

$$A_{\text{комплекта}} = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{месяцев использования}}}{\text{срок службы} \cdot N_{\text{месяцев в году}}} = \frac{780000 \cdot 3}{10 \cdot 12} = 19500$$

Итого общая цена специального оборудования составляет 825 200р.

5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12 – 20 % от $Z_{\text{осн}}$).

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{одн}} \cdot T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6);

$Z_{\text{одн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{одн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{45366,438 \cdot 10,4}{248} = 2044,355 \text{ руб.}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.:

$$Z_M = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_p = 23264,84 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 45366,438 \text{ руб.}$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 48 раб. дней – $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 6).

Таблица 15– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: • выходные дни и праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени: • отпуск и невыходы по болезни	52	52
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	248

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16:

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{мс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23 264,84	0,3	0,2	1,3	45366,44	2044,36	19	36 146,8
Студент	14 874, 45	0,3	0,2	1,3	29005,18	1216,35	88	107 038,5
Итого:								143185,3

5.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 36146,8 = 4337,62 \text{руб.}$$

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 107\,038,5 = 12844,62 \text{руб.}$$

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

5.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (36146,8 + 4337,62) = 10971,28 \text{руб.}$$

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (107038,5 + 12844,62) = 32488,33 \text{руб.}$$

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

На основании пункта 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2016 году вводится пониженная ставка на размер страховых взносов – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представим в таблице 17:

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Отчисления во внебюджетные фонды
Руководитель	10 971,28
Инженер	32 488,33
Итого	43 459,61

5.2.4.5 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, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр} = (З_{спец} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \cdot k_{нр} = \\ &= (19500 + 143185,3 + 17182,24 + 43459,61) \cdot 0,16 = 35732,344 \text{руб.} \end{aligned}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.2.4.6 Формирование бюджета затрат НТИ

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

Бюджет затрат на научно-техническое исследование приведен в таблице 18:

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	%
Амортизация оборудования	19500	7,34
Амортизация ПК	5650	2,13
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	143185,3	53,91
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17182,24	6,47
Отчисления во внебюджетные фонды	43459,61	16,36
Накладные расходы	35732,344	13,79
Бюджет затрат НТИ	265613,49	100

В данном разделе было произведено планирование научно-исследовательского проекта и проверена конкурентоспособность шкафа ШЭ2607 . в ходе проведения исследования были оценены преимущества и недостатки перед фирмами-конкурентами, и оценена конкурентно

способность микропроцессорного устройства ШЭ2607 компании ООО НПП «ЭКРА». Так же, в ходе исследования был определен календарный план проведения исследования, в котором определена очередность, длительность выполняемых работ. Затем, были определены финансовые затраты, расходуемые на разные статьи расходов, по результатам которых можно сделать вывод о том, что наибольшие затраты составляют накладные расходы. В итоге, величина затрат, на проведения научно-исследовательского проекта составила 265613.49 рублей.

Установка данного шкафа релейной защиты позволит обеспечить безопасность потребителей от аварийных режимов работы энергосистемы. Данный шкаф позволит избежать больших экономических потерь, связанных с термическими повреждениями электрооборудования.