

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

Институт Энергетический институт
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электроэнергетические системы

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ электрической части подстанции Ала-Арча и релейная защита трансформатора

УДК 621.311.4.:621.316.925.1 (575.2)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Кутбидинов Имомидин -		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭЭС	Космынина Н.М	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Планируемые результаты обучения Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные</i>		
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 3	Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.</i>	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической и электротехнической</i> отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики и электротехники</i>	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники.</i>	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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
5А2А	Кутбидинову Имомидину -

Тема работы:

Анализ электрической части подстанции Ала-Арча и релейная защита трансформатора.
Утверждена приказом директора (дата, номер) от 02.02.2016 г. № 653/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>1. Главная схема электрических соединений подстанция Ала-Арча, на которой указано, что на подстанции установлены 2 автотрансформатора с мощностью 200 МВ*А. На подстанции Ала-Арча имеются три распределительных устройства, это РУ ВН 220 кВ, РУ СН 110 кВ, КРУН НН 10 кВ.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Современное состояние электроэнергетики Кыргызской республики; 2. Описание структурной схемы подстанции Ала-Арча 3. Анализ силовых трансформаторов 4. Составление баланса мощностей 5. Расчет и анализ баланса мощностей 6. Описание продолжительных режимов работы ; 7. Расчет токов короткого замыкания подстанции.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Структурная схема подстанции АлаАрча 2. Схема подключения релейной защиты автотрансформатора.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭЭС	Космынина Н.М.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2А	Кутбидинов Имомидин -		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2А	Кутбидинову Имомидину

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ GTCURR-100000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	27,1% отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений</i>
2. <i>Календарный график проведения научного исследования</i>
3. <i>Расчет бюджета затрат НИ</i>
4. <i>Сравнительная оценка характеристик проекта</i>

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
5А2А	Кутбидинов Имомидин		

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: Состояние электроэнергетики Кыргызской Республики, определение баланса мощностей, Автотрансформатор АДЦТН-200000/220/110, релейная защита трансформатора, Описание структурной схемы подстанции Ала-Арча.

Выпускная квалификационная работа 97 с., 18 рис., 25 табл., 9 источников. Выполнен анализ электрических сетей Кыргызской республики. Описано современное состояние энергетики Кыргызской Республики.

Также была описана структурная схема ПС Ала-Арча. Произведен расчет продолжительных режимов, проанализированы силовые трансформаторы. В работе выбраны и обоснованы устройства релейной защиты трансформатора. Релейная защита выполнена на основе микропроцессорного оборудования МІСОМ Р63х.

В качестве основной защиты используется дифференциальная защита с двумя участками торможения и дифференциальная отсечка, а также построена характеристика срабатывания по выбранным уставкам. Для проверки чувствительности рассчитано КЗ на шинах 10 кВ при минимальном режиме работы.

Экономическая эффективность значимость работы экономическая оценка является одним из важных факторов для принятия решения о строительстве и целесообразности размещения любого объекта в заданной экономической зоне.

Содержание:

Введение	
1.Современное состояние электроэнергетики Кыргызской республики	
2.Описание структурной схемы подстанция «Ала-Арча»	
2.1 Чуйское предприятие высоковольтных электрических сетей	
2.2 Описание распределительных устройств (РУ)	
2.3 Анализ силовых автотрансформаторов.....	
2.4.Описание система охлаждения автотрансформатора.....	
3. Определение нагрузок подстанции	
4. Расчет и анализ баланса мощностей	
5. Описание продолжительных режимов работы.....	
6.Расчет токов короткого замыкания подстанция.....	
7.Релейная защита автотрансформатора.....	
8.Выбор терминалов защиты автотрансформатора.....	
9.Дифференциальная защита (MICOM P63x).....	
10. Дифференциальная отсечка (MICOM P63x).....	
11. Максимальная токовая защита с пуском напряжения	
(MICOM P63x).....	
11.1.Расчет тока срабатывания первой ступени МТЗ 1.....	
11.2.Расчет тока срабатывания первой ступени МТЗ 2.....	
11.3.Расчет тока срабатывания первой ступени МТЗ 3.....	
11.4.Выбор выдержки времени первой ступени МТЗ1.....	
11.5. Выбор выдержки времени первой ступени МТЗ2.....	
12. Дополнительные защиты автотрансформатора	
12.1.Газовая защита автотрансформатора (<i>BF80/Q(BF50/10)</i>).....	

12.2.Защита от перегрузки автотрансформатора (MICOM P63x).....	
12.3.Токовая направленная защита нулевой последовательности	
12.4.Дистанционная Защита	
13.Социальная ответственность.....	
13.1.Введение.....	
13.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемо производственной среды.....	
13.3.Шум и вибрация.....	
13.4.Микроклимат.....	
13.5. Опасные факторы проектируемой производственной среды	
15.6. Охрана окружающей среды.....	
13.7. Защита в чрезвычайных ситуациях.....	
13.8. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	
14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	10
14.1 Анализ конкурентных технических решений.....	10
14.2.SWOT-анализ.....	12
14.3.Планирование научно-исследовательских работ.....	14
14.4.Определение трудоемкости выполнения работ.....	16
14.5.Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	19
14.6.Основная заработная плата исполнителей темы.....	20
14.7. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	23
14.8.Накладные расходы.....	24
14.9.Ресурсоэффективность.....	26
Заключение.....	
Список используемой литературы.....	

14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

14.1 Анализ конкурентных технических решений

Целью данного раздела является оценка коммерческого потенциала, составление плана работ а также составление бюджета затрат и определение ресурсоэффективности исследования по разработке релейной защиты трансформатора на подстанции Ала-Арча.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

технические характеристики разработки;

- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 7.1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок. Так как в работе рассматривается релейная защита автотрансформатора, использующая реле фирмы «Экра», то целесообразно сравнить ее продукцию с конкурентами. Для сравнения возьмем два наиболее продвинутых на отечественном рынке конкурента: это Toshiba и Siemens

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ЭКРА	Toshiba	Siemens	$K_{Э}$	K_T	K_S
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Помехоустойчивость	0,14	5	4	5	0,75	0,6	0,75
2. Надежность	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
5. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,03	5	5	5	0,75	0,75	0,75
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	5	4	3	0,1	0,08	0,06
3. Цена	0,1						
3. Финансирование научной	0,01	4	5	5	0,04	0,05	0,05

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ЭКРА	Toshiba	Siemens	К _Э	К _Т	К _С
разработки							
4. Срок выхода на рынок	0,01	4	4	4	0,04	0,04	0,04
5. Наличие сертификации разработки	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
Итого	1				4,88	4,18	4,08

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 1. Они подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Следовательно, по результатам расчетов представленных в таблице, убеждаемся в финансовой эффективности продукта фирмы «ЭКРА».

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.

14.2.SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме.

Таблица 2– Матрица SWOT – анализа

	<p>Сильные стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшение затрат времени и наладки с контролем защит; 2. Большой срок службы шкафа; 3. Высокая чувствительность к аварийным режимам; 4. Минимальный уровень шума и вред окружающей среде. 5. Удовлетворение желаний потребителя (выбор любой защиты); 	<p>Слабые стороны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая стоимость шкафов 2. Требуются отдельные цепи постоянного тока для 3. Требуется опыт работы и знания по эксплуатации шкафа; 4. Для настройки шкафа требуется подключение к ПК на устаревшей базе.
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрение новых технологий на массовое «производство»; 2. Применение энергопредприятиями данного шкафа, как основную защиту главных схем электростанций; 3. Улучшение программных обеспечений для пользования шкафами персоналу 4. Возможность защиты и замены более дорогостоящего оборудования; 5. Повышение спроса 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Благодаря своим характеристикам, шкафы фирмы «ЭКРА» могут устанавливаться на большое количество электрооборудования, благодаря этому будет возможность закупить большое количество шкафов за меньшую стоимость; 2. Долгий срок службы шкафов позволит увеличить спрос, обеспечивая тем самым экономию на покупке новых. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из-за новых технологий и стандарта возможны проблемы с установкой и обеспечением передачи данных в реальном времени; 2. Для сохранности энергооборудования потребуется время для обучения персонала пользования шкафом фирмы «ЭКРА» и его программными комплексами.
<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конкуренция зарубежных, аналоговых продуктов; 2. Возможная, дополнительная государственная сертификация шкафа; 3. Экономическая ситуация в стране, способствующая закрытию предприятий по производству шкафов; 4. Отсутствие финансирования на получение новых технологий. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удовлетворение желаний потребителя может привести к дополнительной государственной сертификации, по которой шкаф может получить дополнительные средства на совершенствование старых технологий; 2. Обладая долгим сроком службы и высокой чувствительностью к авариям, шкаф затмевает аналогичные устройства конкурентов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. В виду того, что требуются затраты на подключение отдельных цепей для измерительных трансформаторов, возможен отказ на финансирование более новых технологий. 2. Увеличение цены на оборудование возможно при нестабильной экономической обстановке в стране.

Анализируя полученную матрицу проекта, видим, что устанавливая «ЭКРА» в энергосистему и, заменяя ими устаревшие модели, будет увеличена надежность режима передачи электроэнергии. Конечно, данный проект имеет и свои минусы, объясняющиеся высокой стоимостью оборудования.

Но для того чтобы обеспечить надежности, необходимо помнить, что целесообразней инвестировать в новое и эффективное оборудование, чем получить больший убыток от аварии.

14.3. Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

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

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

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4	6
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	3	4
	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	5	8
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Анализ и описание структурной схемы ПС	Инженер	4	6
	5	Характеристика автотрансформаторов	Инженер	5	7
	6	Описание и расчет продолжительных режимов	Инженер	5	7
	7	Расчет токов КЗ	Инженер	4	6
	8	Выбор и расчет релейной защиты	Инженер	5	8
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	4	7

Продолжения таблицы 3

Контроль и координирование проекта	10	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель	4	7
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка принципиальной схемы ПС	Руководитель Инженер	6	8
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	12	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	10	13

14.4.Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты – это, в большинстве случаев, основная часть стоимости разработки, поэтому определение трудоемкости каждой из работ участников научного исследования является важным моментом.

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

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

Где

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

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

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

Рассчитаем ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.:

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

Исходя из предвидимой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими деятелями. Такое вычисление необходимо для того чтобы обосновать расчета заработной платы, так как значение зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

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.

Рассчитаем продолжительность каждой работы, раб. дн.:

$$T_{pi} = \frac{3,4}{2} = 1,7$$

Разработка графика проведения научного исследования

Для этого раздела необходимо понимать что такое трудоемкость.

Трудовые затраты – это основная часть стоимости разработки, поэтому определение трудоемкости каждой из работ участников научного исследования является важным моментом.

Трудоемкость выполнения работ научного исследования оценивается экспертным путем и оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, потому что зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 52 - 14} = 1,22$$

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 1,7 \cdot 1,22 = 2,074 \text{ дня}$$

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} необходимо округлить до целого числа.

На основе табл. 2 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

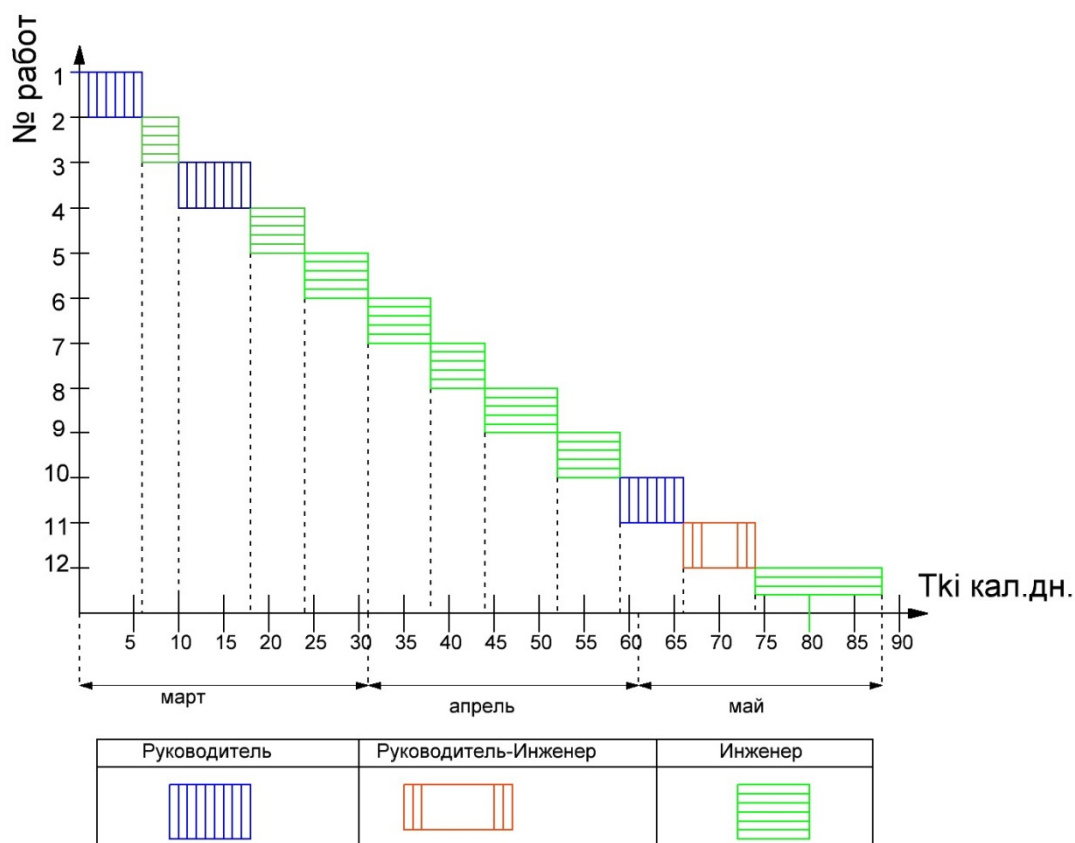


Рисунок 1 – Календарный график проведения научного исследования

Таким образом в данном этапе работы был спланирован поэтапный график выполнения НИОКР, для которого были определены сроки выполнения каждой стадии работ. Построена график Ганта, которая наглядно показывает следование выполнения этапов дипломного проектирования, исходя с отведенных сроков.

14.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет затрат на оборудование и программное обеспечение

В этот пункт включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, которое нужно для проведения работ. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, в некоторых случаях по договорной цене.

Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 4.

Таблица 4-Расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Программное обеспечение GTCURR	1	100000	100000
2	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	3 500	3 500
Итого:				103500

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

$$A_{\text{комп}} = \frac{\text{стоимость} \cdot N_{\text{дней.использования}}}{\text{срок.службы} \cdot 365} = \frac{103500 \cdot 88}{5 \cdot 365} = 4990,68$$

14.6.Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников.

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p,$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{\text{тс}}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}};$$

Где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Месячный должностной оклад работника:

- Руководитель

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 23\,269,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 48401,3 \text{ руб.}$$

- Инженер

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 14\,584,32 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 30335,4 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Руководитель

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{48401,3 \cdot 10,4}{248} = 2029,7 \text{ руб.},$$

Инженер

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{30335,4 \cdot 10,4}{248} = 1272 \text{ руб.},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб:

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

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.

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

- Руководитель

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2029,7 \cdot 19 = 38564,3 \text{ руб}$$

- Инженер

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1272 \cdot 46 = 58512 \text{ руб}$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

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

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная зарплата:

- Руководитель

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 38564,3 = 5013,3 \text{руб.};$$

- Инженер

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 58512 = 7606,5 \text{руб.};$$

Таблица 5-Расчёт основной заработной платы

	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{тс}$), руб.	23 269,86	14 584,32
Премииальный коэффициент ($k_{пр}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок ($k_{д}$)	0,3	
Районный коэффициент ($k_{р}$)	1,3	
Месячная заработная плата ($Z_{м}$), руб.	48 401,3	30 335,4
Среднедневная заработная плата работника ($Z_{дн}$), руб.	2 029,7	1 272
Продолжительность выполнения данного проекта($T_{р}$), раб. дни	19	46
Основная заработная плата, начисленная за выполнения данного проекта($Z_{осн}$), руб.	38564,3	58512
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{доп}$), руб.	5013,3	7606,5
Итого, руб.	43577,6	66118,5

14.7. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В этом пункте отражаются отчисления по установленным законодательством Российской Федерации, нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

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

Для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 6).

Таблица 6-Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Инженер.
Основная заработная плата, руб.	38564,3	58512
Дополнительная заработная плата, руб.	5013,3	7606,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого:	11 809,5	17 918,1

14.8. 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:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ &= (97076,3 + 12619,8 + 29728) \cdot 0,16 = 22307,8 \text{ руб.}, \end{aligned}$$

Амортизация также входит в сумму статей, которые учитываются при расчете накладных.

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) 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.

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и инженера. Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 7.

Таблица 7 Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	%
Амортизация программного обеспечения	4990,68	2,9
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	97076,3	58,22

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12619,8	7,5
Отчисления во внебюджетные фонды	29728	17,83
Накладные расходы	22307,8	13,38
Бюджет затрат НИИ	166722,58	100

14.9. Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность автоматизированной системы определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 8

Таблица 8 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1 Помехоустойчивость	0,15	4
2. Надежность	0,25	4
3. . Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,25	5
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,10	4
5. Конкурентоспособность продукта	0,25	5
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,10 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,5$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно неплохой результат (4,5 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

В результате экономического планирования научно-технической работы «Анализ электрической части подстанции «Ала-Арча» и расчет релейная защита автотрансформатора» для выполнения защиты были выбраны шкафы серии ШЭ11ХХ производства ООО НПП «ЭКРА», на основании анализа и оценки ресурсоэффективности по экономическим и техническим показателям.

Составлен план и график необходимых работ, исходя из данных реализация проекта займет 88 календарный день, из них большую часть времени проектом занят инженер.

Посчитаны основные экономические показатели с выводом общего бюджета затрат на выполнение работы, что составило 166 722 тыс, рубля и 58 копейки. Наиболее весомая часть затрат в процентном соотношении составляет заработная плата.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности, который составил 4,5 баллов из 5, свидетельствует о высокой эффективности реализуемого проекта.

Анализ полученных решений показывает, что проектируемая разработка является конкурентоспособной и отвечает всем современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения