

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Электрооборудование, релейная защита и автоматика КЭС мощностью 620 МВт

УДК 621.316.925. 1:621.311.22.002.5-83

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Копьев В.Н.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	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

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

Код результата	Результат обучения
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.
<i>Специальные профессиональные компетенции Профиль «Электрические станции»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы электроэнергетических станций и подстанций с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры электрической станции; оценивать надёжность работы проектируемой станции.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение рассчитанных параметров при строительстве станции, отладке релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке электрической станции и включении её в электроэнергетическую систему.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств на электростанции. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования электростанции.
P15	Способностью к обслуживанию устройств автоматики на электростанциях; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации оборудования энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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
Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭЭС
_____ А.О. Сулайманов

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна

Тема работы:

Электрооборудование, релейная защита и автоматика КЭС мощностью 620 МВт
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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>	Объектом проектирования – КЭС мощностью 620 МВт. Исходными данными являются структурная схема КЭС, число и мощность турбогенераторов, нагрузка на РУ ВН и РУ СН, данные по линиям связи энергообъекта с энергосистемой, данные по энергосистеме.
<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;</i></p>	В ВКР будет спроектирована электрическая часть КЭС мощностью 620 МВт, исследован самозапуск электродвигателей собственных нужд. Рассмотрена релейная защита трансформатора. Дополнительными разделами, подлежащих разработке, являются финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.

<i>обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
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
Старший преподаватель	Копьев В.Н.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна		

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

МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклад руководителя - 23672,44 руб. Оклад инженера - 15655,78 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации - 25%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды - 27,1 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений Определение возможных альтернатив проведения НИ: -морфологический подход</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование научно-исследовательских работ: -Определение трудоемкости работ; - Диаграмма Ганта. Расчёт бюджета НИ: - Расчет нематериальных активов и основных средств НИ - Расчет основной и дополнительной заработной платы - Расчет амортизации - Расчет накладных расходов</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Ресурсоэффективность - Интегральный показатель ресурсоэффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Таблица 3.1 «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений»; Таблица 3.10 «Бюджет затрат»; Диаграмма Ганта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Нина Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

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)

1. Рабочая зона электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования. Рабочая зона электромонтера делится на 2 части:

- мастерская для ремонта частей электромашин;
 - другие рабочие зоны (в случае невозможности производства ремонта агрегата в своей мастерской).
- В этих зонах возможны возникновения:
- вредных факторов производственной среды;
 - опасных факторов производственной среды;
 - негативного воздействия на окружающую природную среду;
 - чрезвычайных ситуаций (пожар и взрыв).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

2. ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.002-84, СанПиН 2.2.4.1191-03, ФЗ-96, ВК 74-ФЗ, ГОСТ 30772-2001, ФЗ-89, правила ОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей 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)

1. Основными вредными факторами на КЭС, оказывающих влияние, являются:

- производственный шум (ГОСТ 12.1.003-83);
- электромагнитное поле (ГОСТ 12.1.002-84, СанПиН 2.2.4.1191-03);
- недостаточность освещения рабочей зоны;
- несоответствие нормам условий микроклимата в соответствии со СНиП 41-01-03

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)

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

3. Охрана окружающей среды:

- анализ воздействия объекта на атмосферу;
- анализ воздействия объекта на гидросферу;
- анализ воздействия объекта на литосферу

безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	;
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства. В соответствии с ГОСТ Р 54203-2010 предусматриваются определенные режимы транспортировки и хранения угля. ГОСТ Р 50831-95 регламентирует количество выбросов вредных веществ на КЭС.
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
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Закирова Ильфира Рамильевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа, состоящая из 90 страниц, 11 рисунков, 25 таблиц, 13 источников, 3 приложений.

Ключевые слова: подстанция, релейная защита, короткое замыкание.

Объектом исследования является релейная защита электрооборудования КЭС 620 МВт.

Цель работы – выбор электрооборудования, релейная защита электрооборудования, расчет себестоимости проекта и проведения монтажно-наладочных работ, исследование рабочего места с задачей выявления опасных и вредных производственных экологических факторов, средств защиты от них и исследовании предельно допустимых норм.

Спроектированная станция выполняет всем требованиям предъявляемым нормативными документами. Выбранное оборудование производится на заводах России занимающихся проектированием силового оборудования. Выбранная релейная защита оборудования отвечает всем основным требованиям, предъявляемым к релейной защите.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЭЭС – электроэнергетические системы;

КЭС – конденсационная электрическая станция;

ЭДС – электродвижущая сила;

ТГ – турбогенератор;

ВЛ – воздушная линия;

ПС – подстанция;

РУ – распределительное устройство;

КЗ – короткое замыкание;

РЗА – релейная защита и автоматика (РЗ – релейная защита).

Оглавление

Введение	13
1. Выбор электрооборудования КЭС мощностью 620 МВт	15
1.1 Исходные данные.....	15
1.2. Выбор турбогенератора.....	16
1.3. Баланс мощностей.....	17
1.4. Описание структурной схемы.....	22
2. Выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов	23
2.1 Выбор блочных двухобмоточных трансформаторов	23
2.2Выбор автотрансформаторов связи	24
3. Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения	24
4. Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения	25
4.1 Выбор выключателей.....	25
4.2 Выбор разъединителей.....	26
5.Выбор и обоснование устанавливаемых защит	29
5.1 Повреждение генераторов	29
5.2 Анормальные режимы работы генератора.....	30
5.3.Повреждения трансформаторов	32
5.4 Выбор защит	32
6.Предварительные преобразования, расчет токов КЗ.....	34
7.Защита генератора	38
7.1 Дифференциальная защита	38
7.2 Защита от потери возбуждения	39
7.3 Дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ.....	40
7.4 Защита от замыканий на землю в обмотке статора.....	42
7.5 Защита от замыканий на землю обмотки ротора.....	42
7.6 Защита от повышения напряжения.....	43
7.7 Защита от симметричных перегрузок обмотки статора.....	44
7.8 Защита обмотки ротора	44
7.9 Защита от несимметричных перегрузок и внешних несимметричных замыканий	45
8.Защита трансформатора	47
8.1Дифференциальная защита трансформатора блока	47
8.2 Токовая отсечка от междуфазных коротких замыканий	48
8.3 Защита от перегрузки	49
8.4 Защита от внешних коротких замыканий на землю.....	49
8.5Газовая защита трансформатора	50
9.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51

9.1 Анализ конкурентных технических решений.....	51
9.2 Технология QuaD.....	53
9.3 Планирование научно-исследовательских работ	54
9.4 Структура работ в рамках научного исследования	55
9.5 Определение трудоемкости выполнения работ	55
9.6 Разработка графика проведения научного исследования.....	55
9.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	58
9.8 Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды	58
9.9 Дополнительная заработная плата	60
9.10 Отчисления во внебюджетные фонды	60
9.11 Амортизация	61
9.12 Накладные расходы	62
9.13 Бюджет затрат	62
10. Социальная ответственность	63
10.1 Введение	63
10.2 Анализ вредных производственных факторов	64
10.3 Производственный шум	65
10.4 Электромагнитное поле	67
10.5 Электрическое поле промышленной частоты.....	67
10.6 Магнитное поле промышленной частоты	68
10.7 Недостаточность освещения рабочей зоны.....	69
10.8 Несоответствие нормам условий микроклимата	71
10.9 Анализ опасных производственных факторов	72
10.10 Электрический ток и молниезащита.....	72
10.11 Механический опасный фактор.....	76
10.12 Охрана окружающей среды на предприятии	77
10.13 Охрана атмосферного воздуха от загрязнений.....	78
10.14 Охрана поверхностных вод от загрязнений	78
10.15 Охрана окружающей среды при обращении с отходами производства.....	80
10.16 Чрезвычайные ситуации. Пожаровзрывобезопасность	81
Заключение	84
Список литературы	86
Приложение А. Главная схема электрических соединений	88
Приложение Б. Схема подключения защит	89
Приложение В. Диаграмма Ганта	90

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании и эксплуатации любой электроэнергетической системы приходится считаться с возможностью возникновения в ней повреждений и ненормальных режимов работы. Наиболее распространёнными и в то же время наиболее опасными видами повреждений в них являются короткие замыкания (КЗ).

В данной работе рассмотрена КЭС мощностью 620 МВт. На данной электростанции расположено два распределительных устройства: РУ ВН – 330 кВ и РУ СН – 220 кВ, к которым подключены генераторы, т.е. используются схемы блоков генератор – трансформатор (G – Т). К РУ ВН подключен один тип генератора с параметрами: G1 - 300 МВт, к РУ СН подключены два генератора: G2 - 160 МВт и G3 - 160 МВт. Для повышения надёжной выдачи электроэнергии со станции, РУ ВН и РУ СН связаны между собой двумя элементами, этими элементами являются два автотрансформатора связи со встроенным устройством РПН.

Повреждения и ненормальные режимы работы могут приводить к возникновению в системе аварий, под которыми обычно понимаются вынужденные нарушения нормальной работы всей системы или её части, сопровождающиеся определённым недоотпуском энергии потребителям, недопустимым ухудшением её качества или разрушением основного оборудования.

Первопричины возникновения аварий бывают весьма разнообразными, но в большинстве своём являются результатом своевременно не обнаруженных и не устранённых дефектов оборудования, неудовлетворительных проектирования, монтажа и эксплуатации. Экономика нашей страны, в которой огромное значение имеет энергетика, требует бесперебойного электроснабжения потребителей. Поэтому следует стремиться к безаварийной работе. Предотвращение возникновения аварий

или их развития при повреждениях в электрической части энергосистемы часто может быть обеспечено путём быстрого отключения повреждённого элемента.

Устройства релейной защиты и системной автоматики в совокупности представляют собой сложную многоступенчатую систему, предназначенную для сохранения устойчивой работы синхронных генераторов и бесперебойного электроснабжения потребителей электроэнергии. В настоящее время выпускаются устройства защиты элементов электроэнергетических систем, выполненные на электромеханической, микроэлектронной(линейные и логические интегральные микросхемы) и микропроцессорной элементной базе.

9. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

9.1 Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабном открытии, сколько коммерческой ценностью разработки [10]. Необходимо понимать, что привлекательность НИ состоит не только в превышении технических параметров, но и в востребованности, цене, в сроке выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование конкурентоспособных разработок, отвечающим современным требованиям.

Проведение конкурентного анализа является важнейшим моментом при принятии технического решения. Он позволяет производить необходимые поправки для успешного противостояния конкурентам.

Для того, чтобы провести данный анализ, необходимо проанализировать все слабые и сильные стороны конкурентов. С этой целью используется вся возможная информация о конкурентных разработках.

В расчетном присоединении, выбранном ранее, проведем данный анализ для турбогенератора ТВВ-160-2ЕУЗ. Турбогенератор является главным элементом в электрической станции, т.к. благодаря ему происходит преобразование механической энергии в электрическую. Анализ будет представлять из себя оценочную карту. Она представлена в таблице 9.1. При сравнении рассмотрим троих производителей данного типа турбогенераторов из России.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [13]:

$$K = \sum B \cdot F \quad (9.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Производители: ОАО «Силовые машины», ОАО «Элсиб» и «Элмаш-М».

Таблица 9.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Силовые машины	Элсиб	Элмаш-М	$K_{с.м.}$	$K_{\text{Э}}$	$K_{\text{Э-М}}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,17	5	4	3	0,85	0,68	0,51
2. КПД	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
3. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
4. Простота эксплуатации	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Уровень шума	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Доставка	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
2. Срок выхода на рынок	0,01	4	5	3	0,04	0,05	0,03
3. Сервис	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
4. Цена	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
5. Срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1				4,47	4,11	3,47

По результатам расчетов, представленных в таблице 9.1, можно сделать вывод, что предпочтительнее выглядит приобретение турбогенератора ТВВ-160-2ЕУЗ в компании ОАО «Силовые машины». Превосходство над оппонентами обеспечивается за счет того, что компания существует с 1898 г. (ранее завод назывался «Электросила»); производит качественную продукцию, зарекомендованную и одобренную в различных отраслях промышленности; предоставляет хороший сервис и продукцию за приемлемую цену.

9.2 Технология QuaD

Технология QuaD представляет из себя инструмент, позволяющий принимать решения о целесообразности вложения денежных средств в НИП.

Показатели оценки качества и перспективности разработки были подобраны исходя из выбранного объекта исследования.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [10].

Составим три оценочные карты для трех поставщиков.

Таблица 9.2 – Оценочная карта «Силовые машины»

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,12	95	100	0,95	0,114
2. Надежность	0,12	95	100	0,95	0,114
3. Ремонтпригодность	0,05	80	100	0,8	0,04
4. Безопасность	0,1	95	100	0,95	0,095
5. Простота эксплуатации	0,05	60	100	0,6	0,03
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Перспективы модернизации	0,05	20	100	0,2	0,01
7. Цена	0,2	50	100	0,5	0,1
8. Влияние продукта на деятельность компании	0,16	100	100	1	0,16
9. Послепродажное обслуживание	0,05	30	100	0,3	0,015
10. Финансовая	0,1	70	100	0,7	0,07

эффективность					
Итого	1				0,748

Средневзвешенное значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. По результатам оценочных карт можно говорить, что все поставщики входят в диапазон от 60 до 79, что говорит о перспективности выше среднего [10]. Но, у поставщика, относительно других поставщиков, перспективность выше и равна 74,8%.

9.3 Планирование научно-исследовательских работ

Таблица 9.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание основных работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Подбор и знакомство с литературой	2	Подбор литературы	Руководитель
	3	Знакомство с литературой	Инженер
Планирование	4	Календарное планирование работ	Руководитель, Инженер
Проектирование электрической части	5	Расчет баланса мощностей	Инженер
	6	Расчет продолжительных режимов	Инженер
	7	Расчет условий для выбора аппаратуры и оборудования	Инженер
	8	Выбор аппаратуры и оборудования	Инженер
Исследование самозапуска электродвигателей собственных нужд	9	Выбор электродвигателей	Инженер
	10	Расчет установившегося режима	Инженер

	11	Проверка самозапуска двигателей собственных нужд	Инженер
Выполнение дополнительных разделов	12	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Инженер
	13	Социальная ответственность	Инженер
Окончательное оформление пояснительной записки	14	Окончательное оформление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

9.4 Структура работ в рамках научного исследования

Для осуществления работ по планированию предпринимаются следующие работы: 1) определение структуры работ в рамках НИ; 2) определение участников каждой работы; 3) установление продолжительности работ; 4) построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе будет представлен перечень работ и этапов в рамках НИ, а также проведено распределение работ по исполнителям.

Распределение работ по исполнителям, порядок работ и этапов приведены в таблице 9.4

9.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости выполнения работ является важным составляющим, т.к. в большинстве случаев трудовые затраты формируют основную часть стоимости разработки.

Трудоемкость НИ оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер. Для определения среднего значения трудоемкости используется следующая формула [13]:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (9.2)$$

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.

Продолжительность каждой работы T_{pi} определяется из ожидаемой трудоемкости работ $t_{ожі}$, которая учитывает работу несколькими исполнителями [13]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (9.3)$$

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

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

9.6 Разработка графика проведения научного исследования

Проведем построение графика проведения НИ в форме диаграммы Ганта, представляющий собой работы в виде отрезков, протяженные во времени.

Для удобства построения графика длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни. Для этого воспользуемся формулой [13]:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (9.4)$$

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (9.5)$$

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

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

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

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

Все рассчитанные значения заносим в таблицу 9.6.

Таблица 9.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы из табл. 3.5	Трудоемкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	-	2	-	4	-	2,8	-	+	-	3	-	5
2	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	2	-	3
3	3	-	6	-	4,2	-	+	-	5	-	8	-
4	3		5		3,8		+	+	2	2	3	3
5	7	-	12	-	9	-	+	-	9	-	14	-
6	5	-	8	-	6,2	-	+	-	7	-	11	-
7	5	-	8	-	6,2	-	+	-	7	-	11	-
8	25	-	30	-	27	-	+	-	27	-	40	-
9	2	-	5	-	3,2	-	+	-	4	-	6	-

10	3	-	6	-	4,2	-	+	-	5	-	8	-
11	10	-	14	-	11,6	-	+	-	12	-	18	-
12	19	-	23	-	20,6	-	+	-	21	-	32	-
13	19	-	23	-	20,6	-	+	-	21	-	32	-
14	10		20		14		+	+	120	7	194	11

Примечание: исп. 1 – инженер; исп. 2 – руководитель

В приложении Ж, на основе таблицы 3.4, построен календарный план-график. Исходя из данных можно наблюдать суммарное количество часов, отработанных инженером и руководителем, а также трудоемкость их работы.

9.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В планирование бюджета входит полное и достоверное приведение всех расходов при выполнении НТИ. В статьи затрат входит:

- Материальные затраты;
- Оклады работников;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы);
- Амортизация;
- Накладные расходы.

9.8 Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды

В данную тему включается заработная плата инженера и руководителя.

Основная заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [13]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (9.6)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [14]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{20,51} \quad (9.7)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника [10]:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{ПР} + k_{Д}) \cdot k_{Р} \quad (9.8)$$

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

$k_{ПР} = 0,3$ – премиальный коэффициент;

$k_{Д} = 0,2$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{Р} = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Пример расчета для Руководителя:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{ПР} + k_{Д}) \cdot k_{Р} = 23264,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 45366,48 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2211,92 \cdot 15 = 17695,36 \text{ руб.}$$

Таблица 9.5 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{ПР}$	$k_{Д}$	$k_{Р}$	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,48	2211,92	14	48662,24
Инженер	14874,45	0,3	0,2	1,3	29005,18	1414,20	92	130106,40
Итого								178768,64

9.9 Дополнительная заработная плата

За отклонение от норм условий труда по Трудовому кодексу РФ предусмотрена дополнительная заработная плата.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [10]:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (9.9)$$

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

Пример расчета для Руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 48662,24 = 7299,34 \text{ руб.}$$

9.10 Отчисления во внебюджетные фонды

По установленному законодательству РФ необходимо производить отчисления в ФСС, ПФ и ФФОМС.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [10]:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad 9.10)$$

где $k_{внеб}$ – 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 % .

Пример расчета для Руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (48662,24 + 7299,34) = 15165,59 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в виде таблицы

Таблица 9.6 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	48662,24	7299,34
Инженер	130106,40	19515,96
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого, руб		
Руководитель	15165,59	
Инженер	40547,66	
Общее	55713,25	

9.11 Амортизация

В данном пункте рассчитывается амортизация ноутбука, необходимого в исследовательской работе.

Примем, что срок эксплуатации ноутбука составляет 3 года. Тогда месячная норма амортизации [11]:

$$K = \frac{1}{n} \cdot 100\% \quad (9.11)$$

$$K = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%$$

где n – срок полезного использования в годах.

Тогда амортизация равна:

$$A = \frac{K \cdot I}{12 \cdot 30} \cdot t \quad (9.12)$$

$$A = \frac{0,2 \cdot 42}{12 \cdot 30} \cdot 106 = 2473,33 \text{ руб.}$$

где I – итоговая сумма в тыс. руб.;

t – время использования в днях.

Результаты расчета амортизации представлена в таблице 9.7.

Таблица 9.7 – Расчет амортизации компьютерного оборудования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, тыс. руб.	Общая стоимость изделия, тыс. руб.
1	Ноутбук	1	40	40
Норма амортизации	33,3%			
Амортизация	2473,33 руб.			

9.12 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 [13]:

$$Z_{\text{накл}} = CC \cdot k_{\text{нр}} \quad (9.13)$$

где CC – сумма статей;

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

Величина коэффициента накладных расходов берется в размере 16% [13].

$$Z_{\text{накл}} = (0 + 178768,64 + 26815,30 + 55713,25) \cdot 0,16 = 41807,55 \text{ руб.}$$

9.13 Бюджета затрат

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.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 9.13

Таблица 9.8 –Бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Оклады исполнителей работ	178768,64	58,4
2. Дополнительный оклад	26815,30	8,8
3. Отчисления во внебюджетные фонды	55713,25	18,2
4. Амортизация	2473,33	0,9
5. Накладные расходы	41807,55	13,7
Бюджет затрат НТИ	305915,85	100

В данном разделе было произведено планирование научно-исследовательских работ. В ходе работы была сформирована группа и сформулированы этапы выполнения последовательных работ, построена диаграмма Ганта, в которой указаны работы каждого из участников. Затем был произведен расчет бюджета научно-технических исследований.

В итоге для проведения НИР необходимо 305915,85 руб. В результате выполнения работ получаем конкурентную расчетную электрическую часть КЭС мощностью 620 МВт, в которой: 1) выбор аппаратуры и оборудования происходит с использованием анализа конкурентных технических решений и технологии QuaD; 2) малый бюджет по сравнению с аналогичными работами.

Список используемой литературы

1. Правила устройства электрических установок. М.: Госэнергонадзор, 2000.
2. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд, перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608с.: ил.
3. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 4. Защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962, с черт. и табл.

4. Копьев В.Н. Релейная защита основного электрооборудования электростанций и подстанций. Вопросы проектирования.- Томск: Изд. ТПУ, 1999.- с.92.
5. Копьев В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп.- Томск: изд. ТПУ, 2001.-132 с.
6. Лавриненко В.А. использование микропроцессорных устройств серии 670 для релейной защиты генератора, работающего в блоке с трансформатором - Сборник докладов специализированной тематической выставки «Релейная защита и автоматика энергосистем – 2008», Москва, 27-30 мая, 2008. С.21-23.
7. Техничко-экономическое обоснование инновационного проекта: методические указания по выполнению экономического раздела ВКР для студентов энергетических специальностей всех форм обучения. Составители: Коршунова Л.А., Кузьмина Н.Г. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 42 с.
8. Свиридова Е. Ю. Экологический мониторинг и повышение электромагнитной безопасности урбанизированных территорий вблизи линий электропередачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 15 Марта 2012. Москва.
9. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. Ю. А. Амелькович, Ю. В. Анищенко, А. Н. Вторушина, М. В. Гуляев, М. Э. Гусельников, А. Г. Дашковский, Т. А. Задорожная, В. Н. Извеков, А. Г. Кагиров, К. М. Костырев, В. Ф. Панин, А. М. Плахов, С. В. Романенко – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.
10. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
11. Как просто. Как рассчитать амортизацию [Электронный ресурс]: офиц. сайт. 2005. URL: <http://www.kakprosto.ru/kak-12457-kak-rasschitat-amortizaciyu> (дата обращения 15.05.2016)

12. Сорокин Н.Д., Королева Е.Б., Разумовская О.Н., Отгас Н.В.;
Практическое руководство для предприятий Санкт-Петербурга по
актуальным природоохранным проблемам. Под редакцией Н.Д. Сорокина. –
СПб., ООО «Агентство ВиТ-принт», 2004. – 172 с.

13. Арустамов Э.А. Охрана труда: Справочник / Э.А. Арустамов. - М.:
Дашков и К, 2008. - 588 с.

