

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 – ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Кафедра ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование электрической части КЭС 420 МВт и анализ самозапуска двигателей собственных нужд электростанции

УДК 621.311.2.002.5.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Сморыгин Никита Александрович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
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.		

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.

Код результата	Результат обучения
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.
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.

Код результата	Результат обучения
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 – ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
 Кафедра ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

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
5А2Б	Сморыгину Никите Александровичу

Тема работы:

Проектирование электрической части КЭС 420 МВт и анализ самозапуска двигателей собственных нужд электростанции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.2016 г., №653/с

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>	<p>Объектом проектирования является КЭС. 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>
<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>В ВКР будет спроектирована электрическая часть КЭС мощностью 420 МВт и исследован самозапуск электродвигателей собственных нужд. Дополнительными разделами, подлежащих разработке, являются финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Структурно-принципиальная схема; 2. Электрическая схема с собственными нуждами.</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	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Сморыгин Никита Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 107 с., 9 рис., 52 табл., 7 источников, 10 прил.

Ключевые слова: Конденсационная электрическая станция, электроэнергия, электрическая схема, система собственных нужд, проектирование

Объектом исследования является (ются) структурная схема конденсационной электростанции, включая собственные нужды

Цель работы – проектирование электрической части КЭС и анализ самозапуска двигателей собственных нужд электростанции.

В процессе исследования проводились анализ установившегося и переходного режимов электродвигателей собственных нужд электростанции.

В результате исследования были выявлены отклонения от установленных норм и предложен ряд мероприятий по их устранению.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Продолжительный режим работы электротехнического устройства – это режим, продолжающийся не менее, чем необходимо для достижения установившейся температуры его частей при неизменной температуре охлаждающей среды.

Нормальный режим – это такой режим работы электротехнического устройства, при котором значения его параметров не выходят за пределы, допустимые при заданных условиях эксплуатации. Для выбора аппаратов и токоведущих частей следует принимать наибольший ток нормального режима $I_{\text{норм}}$.

Ремонтный режим – это режим плановых профилактических и капитальных ремонтов. При выборе аппаратов и токоведущих частей необходимо учитывать повышение нагрузки, из-за отключения части элементов до $I_{\text{рем, макс}}$.

Послеаварийный режим – это режим, в котором часть элементов электроустановки вышла из строя или выведена в ремонт вследствие аварийного (непланового) отключения. При этом режиме возможна перегрузка оставшихся в работе элементов электроустановки током $I_{\text{пав, макс}}$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
Глава 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КЭС 420 МВт..	13
1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	13
1.2 ВЫБОР ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ	15
1.3 ОБЩИЙ БАЛАНС МОЩНОСТЕЙ.....	16
1.3.1 Баланс активных мощностей	16
1.4 ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ	18
1.5 РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ КЭС	19
1.6 ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ	20
1.7 Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения	21
1.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВЫБОРА АППАРАТУРЫ И ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ВЫБРАННОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ	24
1.8.1 Расчетные условия по продолжительным режимам работы	24
1.8.2 Расчётные условия по режимам коротких замыканий.....	25
1.8.2.1 Расчёт режима трёхфазного короткого замыкания	25
1.9 ВЫБОР КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ В ЦЕПЯХ РАСЧЕТНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ	27
1.9.1 Выбор выключателей.....	27
1.10 Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения	30
1.10.2 Выбор пофазно-экранированных токопроводов.....	32
1.11 ОПИСАНИЕ ФОРМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТЬЮ ОБЪЕКТА	33
1.11.1 Выбор измерительных трансформаторов тока	38
1.11.2 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	42
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД.....	45
2.1 Исходные данные	45

2.2	Типы и параметры электродвигателей собственных нужд	47
2.3	Выбор схемы собственных нужд.....	49
2.4	Расчет установившегося режима	51
2.4.1	Расчет установившегося режима через трансформатор собственных нужд.....	52
2.4.2	Расчет установившегося режима через трансформатор резервного питания собственных нужд.....	52
2.5	Ввод параметров моделей элементов для расчета переходных процессов ..	53
2.6	Проверка самозапуска двигателей собственных нужд	54
2.6.1	Короткое замыкание K_1	55
2.6.2	Короткое замыкание K_2	55
2.6.3	Короткое замыкание K_3	56
2.6.4	Короткое замыкание K_4	57
2.6.5	Прерывание питания.....	58
ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....		63
3.1	Анализ конкурентных технических решений	63
3.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	65
3.3	Определение трудоемкости выполнения работ	67
3.4	Разработка графика проведения научного исследования	68
3.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	71
3.5.1	Расчет материальных затрат научного исследования	71
3.5.2	Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды.....	71
3.5.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	73
3.5.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	74
3.5.5	Амортизация	75
3.5.6	Накладные расходы.....	76
3.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	76
Глава 4. Социальная ответственность.....		81

4.1. Введение.....	81
4.2. Анализ опасных и вредных факторов	81
4.2.1 Шум	82
4.2.2 Электромагнитное поле.....	83
4.3 Электрический ток	86
4.3.1 Молниезащита	90
4.4 Охрана окружающей среды на предприятии	92
4.4.1 Охрана атмосферного воздуха от загрязнений	92
4.4.2 Охрана поверхностных вод от загрязнения.....	93
4.4.3 Охрана окружающей среды при обращении с отходами производства.	94
4.5 Пожарная безопасность	95
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ РЕСУРСЫ.....	97
Приложение А	98
Приложение Б.....	99
Протокол расчетов, выполненных с помощью программы GTCURR	99
Приложение В Расчет установившегося режима через ТСН	101
Приложение Г Расчет установившегося режима через трансформатор резервного питания собственных нужд	103
Приложение Д Результаты коротких замыканий	105

ВВЕДЕНИЕ

КЭС является сложным энергетическим комплексом, состоящим из зданий, сооружений, энергетического и иного оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Однако здесь необходимо спроектировать только электрическую часть конденсационной электростанции. Выполнение работы должно быть обеспечено путем учебного проектирования. Имея в наличии, основные параметры электрических объектов электростанции, нужно, используя справочные данные, подобрать оборудование, способное обеспечить потребителей бесперебойным снабжением электроэнергией. Необходимо рассчитать баланс мощностей, выбрать наиболее рациональную электрическую схему, выбрать типы трансформаторов и генераторов, произвести расчет токов короткого замыкания, выбрать выключатели и разъединители, измерительные трансформаторы, выбрать схему РУ, предусмотреть требования экологической безопасности.

Любой энергетический объект должен отвечать всем необходимым требованиям, предъявляемым к энергетическим объектам, таким как: безопасность обслуживания, надежность работы, экологическая безопасность, экономическая эффективность, способность достаточно быстро модернизироваться.

Также в настоящее время расчет установившихся режимов является часто решаемой задачей. При проектировании КЭС расчет установившихся режимов осуществляется для выбора и уточнения параметров проектируемой станции. В процессе эксплуатации подобные расчеты позволяют оперативно управлять, а также прогнозировать работу КЭС. Задача расчета установившихся режимов КЭС сводится к определению совокупности параметров, характеризующих работу системы: напряжений в различных точках системы, токов в её элементах, потоков мощности и потерь мощности и т.д.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Сморыгину Никите Александровичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Должностные оклады: Инженера – 14874,45 руб. Руководителя – 23264,86 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации - 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды - 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ в рамках научного исследования, расчёт бюджета на проектирование

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений 2. Диаграмма Ганта 3. Бюджет затрат научного исследования

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Сморыгин Никита Александрович		

ГЛАВА 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1 Анализ конкурентных технических решений

В данном разделе будет проведен детальный анализ конкурирующих поставщиков трансформаторов, существующих на рынке.

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

- технические характеристики;
- конкурентоспособность;
- 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. 3.1.

В выбранном расчетном присоединении проведем данный анализ для блочного трансформатора типа ТДЦ – 250000/110. Блочный трансформатор является одним из главных элементов на электрической станции, так как с его помощью происходит трансформирование напряжения с турбогенератора на высший уровень напряжения на шинах. При сравнении будут рассмотрены три производителя данного типа трансформаторов из России.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [13]:

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

Где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Производители: ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД», ООО "Тольяттинский Трансформатор", ЗАО «Группа «СВЭЛ».

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Изг. 1	Изг. 2	Изг. 3	K ₁	K ₂	K ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Безопасность	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
2. Надежность	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
3. Уровень шума	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
4. Простота эксплуатации	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Доставка	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
2. Срок выхода на рынок	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Цена	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
4. Срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1				3,9	3,85	3,6

Примечание: Изг.1 - ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД», Изг.2 - ООО "Тольяттинский Трансформатор", Изг.3 - ЗАО «Группа «СВЭЛ».

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 3.1 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 ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД».

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.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

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 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Ознакомление с технической документацией и литературой	2	Подбор литературы	Руководитель
	3	Ознакомление с технической документацией	Инженер
Планирование	4	Календарное планирование	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 с.н.	9	Выбор электродвигателей	Инженер
	10	Расчет установившегося режима	Инженер
	11	Проверка самозапуска двигателей с.н.	Инженер
Технико-экономическое и социальное обоснование проекта	12	Финансовый менеджмент	Инженер
	13	Социальная ответственность	Инженер
Окончательное оформление пояснительной записки	14	Окончательное оформление пояснительной записки	Руководитель, инженер

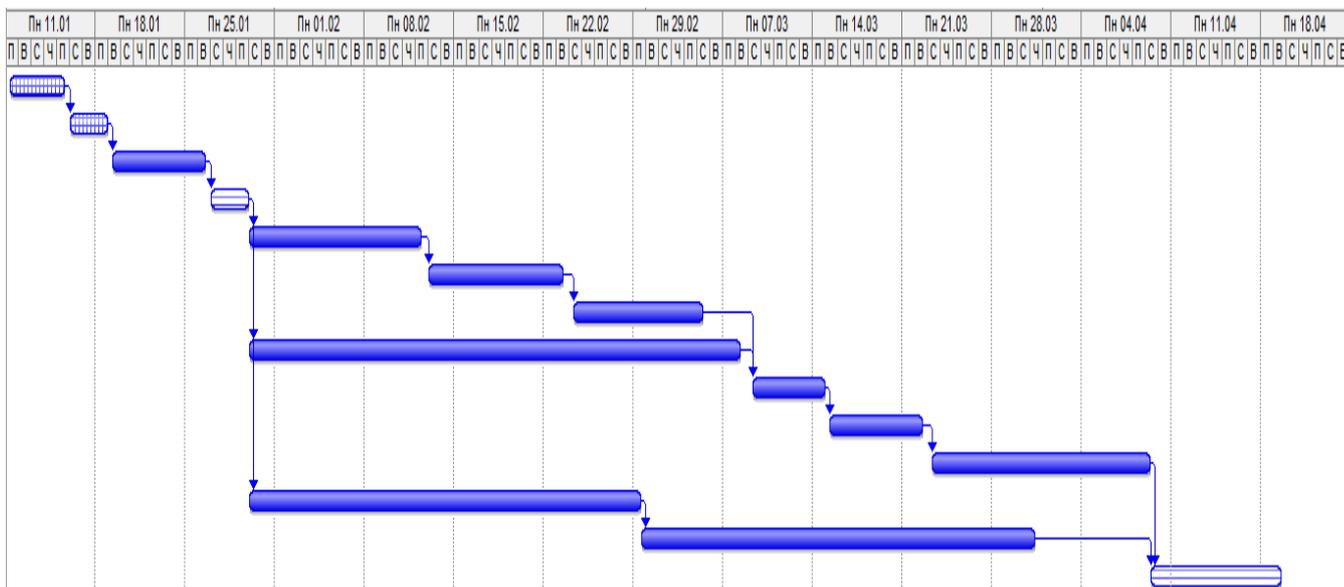


Рисунок 3.1 – Диаграмма Ганта

Примечание:  - руководитель;  - инженер;  - совместная работа.

3.3 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

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

Где

$t_{ож\ i}$ – 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.:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес 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.:

$$T_{pi} = \frac{2,8}{1} = 2,8$$

3.4 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

Где

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 2,8 \cdot 1,48 = 4,984$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения вносятся в таблицу 3.3.

На основе этой таблицы 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.

Таблица 3.3 – Календарный план проведения научного исследования по теме

Номер работы из табл. 3.2	Трудоемкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	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	3	5	5	3,8	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	10	20	20	14	14	+	+	7	7	11	11

Примечание: Исп. 1 – инженер, Исп.2 – руководитель

В приложении Ж, на основе таблицы 3.6, построен календарный план-график.

3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть показано полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Используется следующая группировка затрат по статьям:

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

3.5.1 Расчет материальных затрат научного исследования

Расчет материалов необходимых для научного исследования приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет необходимых материалов для научного исследования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, руб.	Общая стоимость изделия, руб.
1	Бумага	1	230	230
2	Ручка	2	50	100
Итого:				330 руб.

3.5.2 Основная заработная плата исполнителей работ и отчисления во внебюджетные фонды

В данную тему включается основная заработная плата инженера и руководителя, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из

трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 3.5.

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

$$Z_{zn} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot 1,3$$

Где

$Z_{осн}$ – основная заработная плата;

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

1,3 – коэффициент для г. Томска.

Основная заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{21}$$

Где

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

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

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.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_{м} = 14874,45 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 29005,18 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

Основная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{29005,18}{21} = 1414,2 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = 1414,2 \cdot 92 = 130106,4 \text{ руб.}$$

Таблица 3.5 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{ПР}$	$k_{Д}$	$k_{Р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264, 86	0,3	0,2	1,3	45366, 48	2211,92	22	48662,24
Инженер	14874, 45	0,3	0,2	1,3	29005, 18	1414,2	92	130106,4
Итого								178768,64

3.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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 (при исполнении государственных и

общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Где

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

Дополнительная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 130106,4 = 19515,96 \text{ руб.}$$

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

Где

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

Величина отчислений инженера во внебюджетные фонды, руб.:

$$Z_{внеб} = 0,271 \cdot (130106,4 + 19515,96) = 40547,66 \text{ руб.}$$

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

статьи 58 закона № 212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представляем в виде таблицы.

Таблица 3.6 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
	Исполнитель 1	Исполнитель 2
Руководитель	48662,24	7299,34
Инженер	130106,4	19515,96
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Руководитель	15165,59	
Инженер	40547,66	
Общее	55713,25	

3.5.5 Амортизация

В данном пункте рассчитывается амортизация компьютерного оборудования и принтеров, необходимых в исследовательской работе.

Расчет амортизации проводился следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,333 ,$$

где H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количествах лет;

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot t = \frac{0,333 \cdot 40000}{12 \cdot 30} \cdot 92 = 3404 \text{ руб.}$$

где I – итоговая сумма в руб.;

t – время использования в днях;

Результаты расчета амортизации используемой техники представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - 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				3404 руб.

3.5.6 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:

$$Z_{\text{накл}} = CC \cdot k_{\text{нр}},$$

где CC – сумма статей;

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

Величина коэффициента накладных расходов берется в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (330 + 178768,64 + 26815,3 + 55713,25) \cdot 0,16 = 41860,35 \text{ руб.}$$

3.6 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.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Бюджет затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты НТИ	330	0,001
2. Оклады исполнителей работ	178768,64	0,583
3. Дополнительный оклад	26815,3	0,087
4. Отчисления во внебюджетные фонды	55713,25	0,182
5. Амортизация	3404	0,011
6. Накладные расходы	41860,35	0,136
Бюджет затрат НТИ	306891,54 руб.	

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 максимальные по длительности работы каждого из участников. Затем был произведен расчет бюджета научно-технических исследований. В итоге для проведения научного исследования необходимо 306891,54 руб, с помощью которого получаем спроектированную электрическую часть КЭС мощностью 420 МВт и анализ самозапуска электродвигателей собственных нужд.