

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 ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование электрической части КЭС мощностью 520 МВт

УДК 624.311.2.011.6.002.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Фещенко Вячеслав Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юшков А.Ю.	канд.тех.наук		

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
Доцент	Романцов И.И.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	канд.тех.наук		

Томск – 2016 г.

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 ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Сулайманов А.О.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5A2Б	Фещенко Вячеслав Владимирович

Тема работы:

Проектирование электрической части КЭС мощностью 520 МВт	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом проектирования является КЭС мощность 520 МВт. В качестве исходных данных:

1. Количество генераторов на станции, их параметры;
2. Параметры энергосистемы;
3. Параметры нагрузок потребителей;
4. Величина резерва
5. Состав механизмов собственных нужд

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>	Титульный лист Задание Календарный рейтинг - план Реферат Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки Оглавление Введение Раздел - 1 Выбор и проверка оборудования КЭС Раздел - 2 Моделирование самозапуска электродвигателей собственных нужд на базе промышленной программы МУСТАНГ Раздел - 3 Расчет релейной защиты трансформатора собственных нужд Раздел - 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Раздел - 5 Социальная ответственность Заключение Список литературы Приложения			
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Приложение А - главная схема электрических соединений КЭС. Приложение Б – типы и параметры электродвигателей собственных нужд.			
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
Доцент	Юшков А.Ю.	канд.тех.наук		
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
5А2Б	Фещенко Вячеслав Владимирович			

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2Б	Фещенко Вячеславу Владимировичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Показатели оценки качества проекта по технологии QUAD
2. Календарный план
3. Бюджет проекта

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
5A2Б	Фещенко Вячеслав Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2Б	Фещенко Вячеслав Владимирович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i>	Рабочее место представляет собой помещение электрической станции, внутри которой находится электрооборудование под высоким напряжением. - Вредные факторы производственной среды: пониженный или повышенный уровень освещенности, повышенный уровень шума и вибрации от работающих приводных электродвигателей, систем вентиляции и охлаждения - Опасные факторы производственной среды: Движущиеся машины и механизмы монтажного и ремонтного оборудования, шанс поражения персонала электрическим током, аварийные и чрезвычайные ситуации – пожары.
2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	Правила устройства электроустановок; ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», который устанавливает общие требования безопасности к конструкции электротехнических изделий; ГОСТ Р 12.1.019-2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»; СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»; СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»; ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности»

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	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);
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 – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	3. Охрана окружающей среды: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;	4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – 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
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	
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	Фещенко Вячеслав Владимирович		

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

Институт: ЭНИН

Направление подготовки (специальность): Электрические станции и подстанции

Уровень образования: бакалавр

Кафедра: ЭЭС

Период выполнения : весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата Контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
5.02.2016 г.	Изучение программного обеспечения	20
1.03.2016 г.	Расчет станции	15
22.04.2016 г.	Расчет собственных нужд	15
7.05.2016 г.	Расчет релейной защиты	15
17.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
24.05.2016 г.	Социальная ответственность	10
29.05.2016 г.	Оформление работы	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юшков А.Ю.	канд.тех.наук		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 с., 42 рис., 52 табл., 13 источников, 2 прил.

Ключевые слова: ЭЭС, КЭС, трансформатор, генератор, самозапуск.

Объектом исследования является КЭС (конденсационная электрическая станция).

Цель работы – спроектировать электрическую часть КЭС, исследовать самозапуск двигателей собственных нужд данной станции, а также рассмотреть релейную защиту трансформатора собственных нужд, работающего на данной КЭС.

В процессе были проведены экспериментальные расчеты в программе MUSTANG.

В результате исследования было выявлено, что объект обладает высокими технико-экономическими параметрами и эксплуатационными характеристиками

Область применения: электроэнергетика.

Экономическая эффективность/значимость работы: с экономической точки зрения проект эффективен и в него целесообразно инвестировать средства.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ЭЭС – электроэнергетические системы;

КЭС – конденсационная электростанция

ТЭЦ - теплоэлектроцентраль

РЗА (РЗиА) – релейная защита и автоматика

ЭДС – электродвижущая сила

ВН – высокое напряжение

СН – среднее напряжение

НН – низкое напряжение

Г - генератор

ГРУ – генераторное распределительное устройство

РУ – распределительное устройство

АТ - автотрансформатор

Л - линия

КЗ – короткое замыкание

СШ – сборные шины

АРМ СРЗА - Автоматизированное рабочее место службы релейной защиты и автоматики

ДЗ – дистанционная защита

ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности

ТО – токовая отсечка

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
1 Выбор и проверка оборудования КЭС	15
1.1 Исходные данные	15
1.2 Выбор турбогенераторов	17
1.3 Баланс мощностей	18
1.4 Описание структурной схемы электростанции	21
1.5 Расчет продолжительных режимов	22
1.6 Выбор силовых (авто) трансформаторов	25
1.7 Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения	27
1.8 Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения	31
1.9 Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения	45
1.10 Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения	51
1.11 Описание формы оперативного управления электрической частью объекта. проектирование измерительной подсистемы	54
2 Моделирование самозапуска электродвигателей собственных нужд на базе промышленной программы мустанг	64
2.1 Состав механизмов собственных нужд	65
2.2 Линии связи с энергосистемой	67
2.3 Выбор генераторов	67
2.4 Выбор схемы собственных нужд	68
2.5 Выбор силовых трансформаторов	70
2.6 Расчёт установившегося режима	71
2.7 Проверка самозапуска двигателей собственных нужд	76
2.8 Описание релейной защиты трансформатора	81
3 Расчет релейной защиты высоковольтного синхронного двигателя	83
3.1 Виды повреждений трансформаторов	83
3.2 Виды релейной защиты применяемой в трансформаторах собственных	

нужд	83
3.3 Выбор трансформатора собственных нужд	85
3.4 Расчет и выбор защиты трансформатора собственных нужд	86
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	89
4.1 SWOT– Анализ	89
4.2 Оценка качества проекта	91
4.3 План работ	93
4.4 Расчет затрат на проектирование	96
4.5 Ресурсоэффективность	102
5. Социальная ответственность	104
5.1 Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	104
5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	106
5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	114
5.4 Охрана окружающей среды	118
5.5 Чрезвычайные ситуации	119
Заключение	123
Список литературы	125

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент доля выработки конденсационных электростанций составляет 65-70% от всей электроэнергии вырабатываемой в России. Современные КЭС оснащаются в основном энергоблоками 200 - 800 МВт. Применение крупных агрегатов позволяет обеспечить быстрое наращивание мощностей электростанций, приемлемые себестоимость электроэнергии и стоимость установленного киловатта мощности станции. Наиболее крупные КЭС имеют мощность 4 - 6,4 млн. кВт с энергоблоками 500 и 800 МВт. Предельная мощность КЭС определяется условиями водоснабжения и влиянием выбросов станции на окружающую среду. КЭС обычно сооружается в городах вблизи от источника водоснабжения. Так как основным расходным материалом на КЭС является вода. Электроэнергия, вырабатываемая на КЭС, передается к потребителям через сети электропередачи (воздушные, кабельные и т.д.). Коэффициент полезного действия для конденсационных электростанций приблизительно равен 30%.

В ходе данной работе необходимо спроектировать КЭС. КЭС - тепловая электростанция, производящая только электрическую энергию, своим названием этот тип электростанций обязан особенностям принципа работы. Исторически получила наименование «ГРЭС» — государственная районная электростанция. КЭС является сложным энергетическим комплексом, состоящим из зданий, сооружений, энергетического и иного оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Целью данной работы является проектирование электростанции по заданным параметрам. Необходимо подобрать оборудование, способное обеспечить бесперебойное снабжение потребителей электрической энергией, отвечающей всем стандартам качества. В ходе проектирования будут рассчитаны балансы мощностей, выбрана рациональная электрическая схема, подобраны генераторы и трансформаторы. Также будут рассчитаны токи

короткого замыкания по которым будут выбраны коммутационные аппараты и измерительные трансформаторы.

Во второй части работы будет спроектирована схема собственных нужд электростанции и смоделиран самозапуск двигателей при аварийных режимах работы.

В третьей части работы рассмотрим релейную защиту, применяемую на трансформаторах собственных нужд

На основании экономического расчета будет сделан вывод об экономической эффективности данного проекта. Также будет рассмотрено влияние КЭС на окружающую среду и возможную опасность электростанции для обслуживающего персонала.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В ходе данного раздела будет дана оценка конкурентоспособности и ресурсоэффективности проекта. Также будет определена его конкурентоспособность, трудоемкость проводимых работ, создан график проведения работ, произведен расчет стоимости материальных затрат, а также заработной платы. Кроме того, будет сформирован бюджет затрат на проектирование.

4.1 SWOT– Анализ

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

SWOT-анализ позволяет определить причины эффективной или неэффективной работы компании на рынке, это сжатый анализ маркетинговой информации на основании которого делается вывод о том, в каком направлении организация должна развивать свой бизнес и в конечном итоге определяется распределение ресурсов по сегментам. Результатом анализа является разработка маркетинговой стратегии или гипотезы для дальнейшей проверки. При прочих равных возможностях и ресурсах (а чаще всего исходные ресурсы - деньги), стратегия должна строиться так, чтобы максимально эффективно использовать свои сильные стороны, а также появляющиеся рыночные возможности, компенсировать слабые стороны, избегать или снижать негативное воздействие угроз.

Классический SWOT - анализ предполагает определение сильных и слабых сторон в деятельности фирмы, потенциальных внешних угроз и благоприятных возможностей и их оценку относительно стратегически важных конкурентов.

В Таблице 39 будет представлена матрица решений для SWOT-анализа

Таблица 39 – Матрица SWOT

	Возможности (О)	Угрозы (Т)
	- Расположение вблизи мест добычи источников сырья - Постоянно растущий спрос на электроэнергию - Отсутствие конкуренции	- Вредные выбросы в окружающую среду при эксплуатации КЭС - Работа КЭС за счет не возобновляемых источников энергии
Сильные стороны(S)	- Установка оборудования с большей установленной мощностью с учетом ожидаемого увеличения спроса на электроэнергию - Производство качественной электроэнергии за счет квалифицированного персонала	- Установка и использование всевозможных фильтров уменьшающих вредный выброс в окружающую среду
- Государственная поддержка - Квалифицированный персонал - Надежность производства электроэнергии на подобных станциях		
Слабые стороны (W)	- За счет работы станции на полную мощность уменьшить срок окупаемости проекта - Привлечение инвесторов при помощи государства за счет некоторых привилегий (пониженное налогообложение)	- Увеличение КПД за счет совершенствования термодинамического цикла: а именно применением промежуточного перегрева пара и регенеративного подогрева конденсата и питательной воды паром из отборов турбины.
- Большой срок окупаемости - Дефицит инвесторов - Низкий коэффициент полезного действия (30%)		

Из SWOT-анализа разрабатываемого проекта можно сделать вывод о том, что возможность строительства КЭС напрямую зависит от наличия поддержки со стороны государства, а также капиталовложений со стороны инвесторов.

4.2 Оценка качества проекта

В этом разделе будут рассмотрены показатели оценки качества проекта по технологии QuaD. Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества представим в Таблице 40.

Таблица 40 – Показатели оценки качества проекта по технологии QUAD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1.Энергоэффективность	0,09	60	100	0,6	0,054
2.Помехоустойчивость	0,05	70	100	0,7	0,035
3. Надежность	0,08	60	100	0,6	0,048
4.Унифицированность	0,06	90	100	0,9	0,054
5. Уровень материалоемкости проекта	0,05	50	100	0,5	0,025
6. Уровень шума	0,05	60	100	0,6	0,03
7. Безопасность	0,1	75	100	0,75	0,075
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	10	100	0,1	0,002
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,09	98	100	0,98	0,0882
10. Простота эксплуатации	0,08	50	100	0,5	0,04
11.Ремонтопригодность	0,09	80	100	0,8	0,072
12.Конкурентоспособность	0,05	50	100	0,5	0,025

Продолжение Таблицы 40

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
13. Уровень проникновения на рынок	0,06	40	100	0,4	0,024
14.Цена	0,07	80	100	0,8	0,056
15. Срок ввода в эксплуатацию	0,06	70	100	0,7	0,042

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot B_i = 0,6702 \cdot 1 \cdot 100 = 67,02$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i-го показателя.

Значение $П_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. В данном случае показатель перспективности равен 67,02. Из этого можно сделать вывод, что проект является перспективным и вложение средств на его реализацию целесообразно.

4.3 План работ

Составим план этапов работ в который включим все работы необходимые для выполнения данного проекта. Проектная команда состоит из двух человек: руководитель (РП) и проектировщик (П). Данные по этапам работ сведем в Таблицу 41.

Таблица 41 – Этапы работ

№	Описание работы	Исполнитель
1	Анализ спроса потребителей на энергетические объекты, составление базовых параметров станции	РП, П
2	Подготовка офиса, закупка оборудования, программного обеспечения	П
3	Составление плана расчета и подготовка конструкторской литературы и справочных данных	РП, П
4	Предварительные вспомогательные расчеты	П
5	Моделирование продолжительных режимов работы (передача эл. Мощности)	П
6	Расчет электрической части КЭС	П
7	Оптимальный выбор оборудования	П
8	Выбор необходимых защит блока	РП, П
9	Расчет защит	П
10	Подготовка отчетов и записок по проекту	П
11	Общая проверка расчетов и других данных, согласование с различными факторами	РП, П
12	Сдача проекта	РП, П

Для точного определения трудовых зарплат необходимо провести расчет трудоемкости каждого участника проекта.

$$t_{\text{ожи}} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{maxi}}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы людей.-дней.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), людей.-дней.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), людей.-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, людей.-дней.

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

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы 6:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 35}{5} = 22;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{22}{1} = 22.$$

Данные о продолжительности работ будут сведены в Таблицу 42

Таблица 42 – Данные по продолжительности работ

№ п/п	Перечень работ	Трудоемкость, чел.-дней.	Количество исполнителей	Длительность, чел.-дней.
1	Анализ спроса потребителей на энергетические объекты, составление базовых параметров станции	2,4	2	2
2	Подготовка офиса, закупка оборудования, программного обеспечения	2,4	1	3
3	Составление плана расчета и подготовка конструкторской литературы и справочных данных	1,4	2	1
4	Предварительные вспомогательные расчеты	1,4	1	2
5	Моделирование продолжительных режимов работы (передача эл. мощности)	2,8	1	3
6	Расчет электрической части КЭС	22	1	22
7	Оптимальный выбор оборудования	3,8	1	4
8	Выбор необходимых защит блока	1,4	2	1
9	Расчет защит	6	1	6
10	Подготовка отчетов и записок по проекту	5	1	5
11	Общая проверка расчетов и других данных	2,4	2	2
12	Сдача проекта	1,4	2	1

По полученным данным составим календарный план работ, которому будут придерживаться руководитель и проектировщик в процессе проектирования установленной конденсационной электростанции. Календарный план представим на рисунке 47

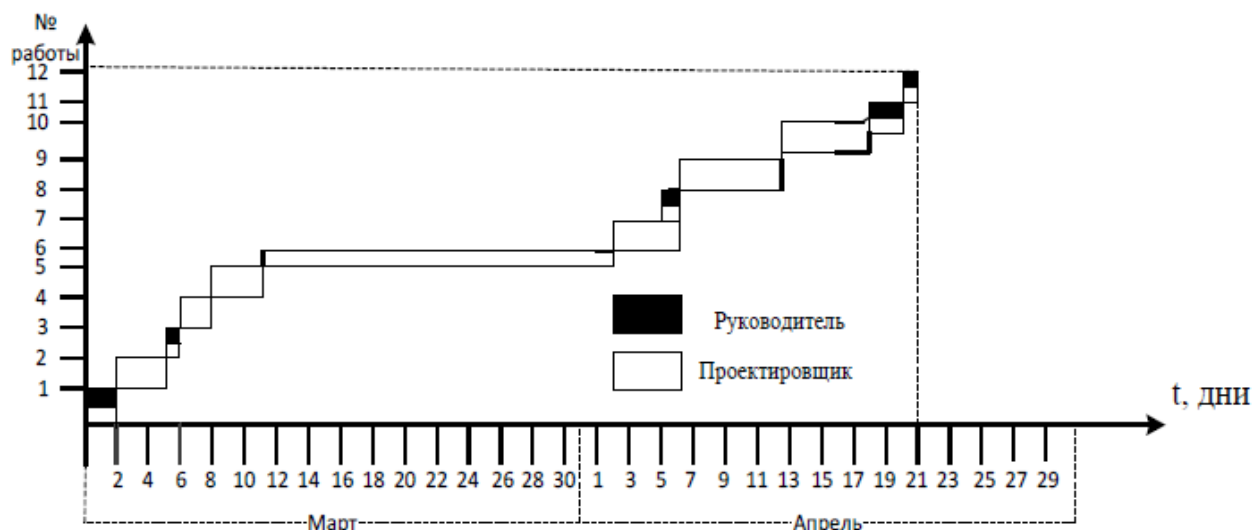


Рисунок 42 – Календарный план

В данном пункте был рассчитан календарный план по выполнению проектировочных работ из графика которого видно, что данные работы будут осуществляться в период с 1.03 по 21.04. Из графика видно, что проектировщик работает значительно больше руководителя. Данный факт объясняется тем, что полномочием руководителя является постановка целей и задач перед подчиненным (проектировщиком).

4.4 Расчет затрат на проектирование

Для расчета бюджета необходимо учитывать необходимые статьи затрат:

- материальные затраты;
- амортизационные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.4.1 Расчет материальных затрат

В Таблице 43 будет представлена смета на канцелярские расходы.

Таблица 43 – Канцелярские расходы

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Бумага печатная	4	200	800
2	Ручки и карандаши	10	30	300
3	Бумага обычная (тетрадь 12 листов)	2	10	40
4	Скобы для степлера	1	20	20
Итого:		1160 руб.		

4.4.2 Расчет стоимости программного обеспечения и оборудования

В данном пункте рассчитывается количество потраченных средств на приобретение компьютерной техники и программного софта. Данные будут сведены в Таблицу 44 и Таблицу 45

Таблица 44 – Программное обеспечение и оборудование

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Microsoft Office Professional 2013	1	50000	50000
2	Microsoft Visio Professional 2013	1	15000	15000
Итого:		65тыс. рублей		

Стоимость затрат на программное обеспечение будет равна 65 тыс. рублей.

Таблица 45 – Оборудование

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер	1	45000	45000
Итого:		45 тыс. рублей		

Общая стоимость затрат будет равна на компьютерное оборудование будет равна 45 тыс.рублей.

4.4.3 Расчет амортизации

Так как затраты на и на программное обеспечение и на оборудование превышают 40 тыс. рублей ,то расчет амортизации проводить целесообразно.

Рассчитаем амортизацию для программного обеспечения следующим образом:

$$H_{A1} = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2,$$

где H_A – норма амортизации;

n –срок полезного использования в количествах лет;

$$A_{по} = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 65}{12} \cdot 3 = 3250 \text{ руб},$$

где I – итоговая сумма в руб.;

m – время использования в месяцах;

Теперь произведем расчет для оборудования:

$$H_{A2} = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Рекомендуем полезный срок использования для компьютера 3 года (n=3).

$$A_o = \frac{H_{AI}}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 45}{12} \cdot 3 = 1237,5 \text{ руб},$$

Следовательно, общие амортизационные расходы будут равны:

$$A = A_o + A_{по} = 3250 + 1237,5 = 4487,5 \text{ руб}$$

4.4.4 Основная заработная плата исполнителей работ.

Рассчитываются заработные платы руководителя-проектировщика и проектировщика, участвующих в выполнении данного проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов. Сведем в Таблицу 46 заработные платы проектировщика и руководителя.

Таблица 46 – Заработная плата исполнителей

Исполнители	З _м , руб	З _{дн} , руб. (×1,3)	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб
Проектировщик	14584	902,82	52	46946	5633,52
Руководитель-проектировщик	23264	1163,20	7	8141	977

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп};$$

где:

З_{осн} – основная заработная плата;

З_{доп} – дополнительная заработная плата (12 % от З_{осн});

1,3 – коэффициент для г. Томска;

Пр-премии;

Расчитаем заработную плату проектировщика:

$$З_{\text{зп}}^{\text{II}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 46946 + 0,12 \cdot 46946 = 52579 \text{ руб.}$$

Расчитаем заработную плату руководителя проекта:

$$З_{\text{зп}}^{\text{P}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 8141 + 0,12 \cdot 8141 = 9118 \text{ руб.}$$

Итого получаем зарплату:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{зп}}^{\text{II}} + З_{\text{зп}}^{\text{PII}} = 52579 + 9118 = 61697 \text{ руб.}$$

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 27,1%.

$$З_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 61697 = 16720 \text{ руб.}$$

4.4.6 Прочие неучтенные расходы

Неучтенные расходы составляют некий резерв, который может быть израсходован ввиду каких-либо обстоятельств.

$$З_{\text{пр}} = (МЗ + А + ЗП + Ф) \cdot k_{\text{нр}} ,$$

где

МЗ – материальные затраты;

А – амортизация;

ЗП – заработная плата работников;

Ф – отчисления во внебюджетные фонды;

k_{np} – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы.

Величина коэффициента прочих расходов берется в размере 10%:

$$З_{np} = (1160 + 4487,5 + 16720 + 61697) \cdot 0,10 = 8406,45 \text{ руб.}$$

4.4.7 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, транспортные, размножение материалов и т.д. Принимаются как 16% от предыдущих затрат.

$$З_{накл} = З_{BCE} \cdot 0,16 = 93706,25 \cdot 0,16 = 14993 \text{ руб.}$$

4.4.8 Бюджет проекта

Бюджет отображает каждую часть общих затрат и их сумму. Сведем полученные данные в Таблицу 47.

Таблица 47 – Бюджет проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты	1160	1,07
2. Амортизация ПО	1237,5	1,14
3. Амортизация оборудования	4487,5	4,13
4. Затраты по заработной плате исполнителей	61697	56,75
6. Прочие неучтенные расходы	8406,45	7,73

Продолжение Таблицы 47

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
7. Накладные расходы	14993	14,79
8.Бюджет затрат	108700	100

В данной таблице была рассчитана суммарная себестоимость проекта. Она составила 108700 руб.

4.5 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность проектирования конденсационной электростанции 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 – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в Таблице 48.

Таблица 48 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,27	4
2. Надежность	0,23	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,25	4

Продолжение Таблицы 48

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,27 \cdot 4 + 0,23 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,10 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 4,18$$

Результат (4,18 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

В данном разделе ВКР была посчитана финансовая эффективность проектирования электрической части КЭС.

В самом начале был проведен SWOT-анализ и оценка качества проекта по технологии QUAD. На этом этапе было принято решение о целесообразности дальнейшей разработки проекта.

Чтобы определить точную величину финансовых затрат на проект, был составлен план работ с точным распределением обязанностей между проектировщиком и руководителем проекта. Основная часть работ возлагалась на проектировщика. Руководитель должен выполнять роль куратора проекта и контролировать, чтобы выполнение работ соответствовало календарному плану.

Кроме зарплат были посчитаны материальные затраты, затраты на программное обеспечение, оборудование и накладные расходы. Затем были подведены итоги и вычислена окончательная сумма необходимая на реализацию проекта. Она составила 108700 рублей. В итоге можно сделать вывод, что данный проект целесообразен.