

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 ТЭЦ мощностью 158 МВт и релейная защита высоковольтного асинхронного двигателя

УДК 621.311.22 – 047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Нуянзин Никита Сергеевич		

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		

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
5А2Б	Нуянзин Никита Сергеевич

Тема работы:

Проектирование ТЭЦ мощностью 158 МВт и релейная защита высоковольтного асинхронного двигателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.2016 г. №653/с

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 ТЭЦ мощность 158 МВт и релейная защита высоковольтного асинхронного двигателя. 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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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>Титульный лист Задание Календарный рейтинг - план Реферат Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки Оглавление Введение Раздел - 1 Выбор и проверка оборудования ТЭЦ Раздел - 2 Моделирование самозапуска электродвигателей собственных нужд на базе промышленной программы МУСТАНГ Раздел - 3 Расчет релейной защиты высоковольтного асинхронного двигателя Раздел - 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Раздел - 5 Социальная ответственность Заключение Список литературы Приложения</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Приложение А - главная схема электрических соединений ТЭЦ</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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	Нуянзин Никита Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Нуянзину Никите Сергеевичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица решений SWOT
2. Календарный график выполнения 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
5А2Б	Нуянзин Никита Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Нуянзину Никите Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <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> 	<p>Рабочее место представляет собой помещение электрической станции, внутри которой находится электрооборудование под высоким напряжением. Вредные и опасные факторы производственной среды: Движущиеся машины и механизмы монтажного и ремонтного оборудования; шанс поражения персонала электрическим током; пониженный или повышенный уровень освещенности; повышенный уровень шума и вибрации от работающих приводных электродвигателей, систем вентиляции и охлаждения, воздействия движущихся частей изделия и частей изделия, нагревающихся до высоких температур. Аварийные и чрезвычайные ситуации – пожары.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>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»</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>В данной части необходимо проанализировать следующие вредные факторы: физические; химические; биологические; психофизиологические.</p>
---	---

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>В данной части необходимо проанализировать следующие опасные факторы: термические опасности; электробезопасность; пожаровзрывобезопасность.</p>
<p>3.</p>	
<p>4. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<p>Электрическая станция оказывает влияние на окружающую среду следующими факторами: электромагнитные поля, акустический шум, озон, окислы азота, электро-поражение птиц, сающихся на провода, изоляторы и конструкции опор, выбросы продуктов горения.</p>
<p>5. 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; 	<p>Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть на подстанции- это пожар, возникший в результате короткого замыкания, неисправности электрооборудования или котельного оборудования. Пожары на подстанциях могут возникать на трансформаторах, масляных выключателях, кабельном хозяйстве и топке котла.</p>
<p>6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Необходимо рассмотреть мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>

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	Нуязин Никита Сергеевич		

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: ЭС

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)
2.02.2016 г.	Изучение программного обеспечения	20
1.03.2016 г.	Расчет станции	15
20.04.2016 г.	Расчет собственных нужд	15
4.05.2016 г.	Расчет релейной защиты	15
12.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
20.05.2016 г.	Социальная ответственность	10
24.05.2016 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
ЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 с., 32 рис., 46 табл., 13 источников, 1 прил.

Ключевые слова: ЭЭС, ТЭС, ТЭЦ, РЗА, самозапуск, генератор, трансформатор.

Объектом исследования является ТЭЦ (теплоэлектроцентраль)

Цель работы – спроектировать электрическую часть ТЭЦ, самозапуск двигателей собственных нужд этой станции и релейную защиту одного из двигателей.

В процессе исследования проводились расчеты в программе MUSTAG/

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;

ТЭС – тепловая 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 ТЭЦ	15
1.1 Общий баланс активных мощностей проектируемой станции.....	15
1.2 Описание схемы электрических соединений электростанции	17
1.3 Выбор генераторов и трансформаторов.....	18
1.3.1 Выбор генераторов главной схемы ТЭЦ	19
1.3.2 Выбор трансформаторов	19
1.4 Выбор расчетного присоединения.....	22
1.5 Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения	23
1.5.1 Аналитический расчет трехфазного КЗ:.....	25
1.6 Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения..	31
1.6.1 Выбор выключателей.....	31
1.6.2 Проверка выключателя на выводе генератора 32 МВт по отключающей способности и термической стойкости	32
1.6.3 Выбор разъединителей	34
1.7 Выбор токоведущих частей.....	37
1.7.1 Описание токоведущих частей ТЭЦ	37
1.7.2 Выбор пофазно-экранированных токопроводов	37
1.7.3 Выбор и проверка гибких шин и токопроводов.....	38
1.8 Описание формы оперативного управления электрической частью объекта. Проектирование измерительной подсистемы.....	40
1.8.1 Проектирование измерительной подсистемы	40
2 МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СОБСТВЕННЫХ НУЖД НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОГРАММЫ МУСТАНГ	54
2.1 Исходные данные механизмов собственных нужд.....	55
2.2 Типы и параметры электродвигателей собственных нужд	58
2.3 Выбор схемы собственных нужд	59
2.4 Расчет установившегося режима	61

3.2.5 Выбор уставок защиты минимального напряжения.....	80
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	82
4.1 SWOT – Анализ.....	82
4.2 Оценка перспективности проекта.....	84
4.3 План работ.....	86
4.3.1 Трудоемкость работ.....	87
4.4 Расчет затрат на проектирование.....	89
4.4.1 Расчет материальных затрат.....	90
4.4.2 Расчет стоимости программного обеспечения и оборудования.....	90
4.4.3 Расчет амортизации.....	91
4.4.4 Основная заработная плата исполнителей работ.....	92
4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	93
4.4.6 Прочие неучтенные расходы.....	93
2.4.1 Расчет установившегося режима через токоограничивающий реактор.....	62
2.4.2 Расчет установившегося режима через резервный трансформатор с.н.....	64
2.4.3 Ввод исходных данных.....	65
2.5 Проверка самозапуска двигателей собственных нужд.....	66
2.5.1 Короткое замыкание K_1	67
2.5.2 Короткое замыкание K_2	67
2.5.3 Короткое замыкание K_3	68
2.5.4 Отказ АВР при отключении токоограничивающего реактора.....	69
3 РАСЧЕТ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	73
3.1 Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей.....	73
3.1.1 Повреждения электродвигателей.....	74
3.1.2 Ненормальные режимы работы электродвигателей.....	74
3.2 Расчет защиты электродвигателя.....	75
3.2.1 Исходные данные двигателя.....	75
3.2.2 Расчет токовой отсечки.....	76
3.2.3 Расчет дифференциальной токовой защиты.....	77
3.2.4 Расчет токовой защиты электродвигателя от перегрузки.....	79

4.4.7 Накладные расходы.....	94
4.4.8 Себестоимость проекта.....	94
4.5 Ресурсоэффективность.....	95
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	97
5.1 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации ТЭЦ и выбор площадки строительства.....	97
5.2 Производственная санитария	101
5.2.1 Производственное освещение. Нормы освещенности помещений и рабочих мест	102
5.2.2 Производственный шум и вибрация	104
5.2.3 Защита от вибрации	105
5.3 Поражение человека электрическим током и электробезопасность	106
5.3.1 Электробезопасность	108
5.4 Пожарная безопасность	110
5.5 Охрана окружающей среды.....	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	114

ВВЕДЕНИЕ

В отечественных энергосистемах на долю теплоэлектростанций приходится приблизительно 25% всей вырабатываемой энергии. Мощность отдельных электростанций этого типа достигла 6000 МВт и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению до 8000 МВт. ТЭЦ сооружают в городах вблизи от потребителя тепловой энергии. Электроэнергия, вырабатываемая на ТЭЦ, передается к местам потребления по линиям электропередачи, а тепловая энергия по тепломагистралям. Важнейшим условием, определяющим место строительства мощной ТЭЦ, является наличие источника водоснабжения. Коэффициент полезного действия электростанции данного типа с учетом расхода энергии на собственные нужды не превышает 0,35 — 0,43.

В данном проекте необходимо спроектировать теплоэлектростанцию. Теплоэлектростанция (ТЭЦ) — тепловая электростанция, производящая электрическую и тепловую энергию. Своим названием этот тип электростанций обязан особенностям принципа работы. ТЭЦ. Данная электростанция является сложным энергетическим комплексом, состоящим из зданий, сооружений, энергетического и иного оборудования: трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Передо мной была поставлена задача спроектировать только электрическую часть. Выполнение проекта должно быть обеспечено путем учебного проектирования. Имея в наличии основные параметры электрических объектов электростанции, нужно по справочным данным и опыту специалистов подобрать оборудование, способное обеспечить потребителей бесперебойным снабжением электроэнергией надлежащего качества. Необходимо рассчитать баланс мощностей, выбрать наиболее рациональную электрическую схему, выбрать трансформаторы и генераторы, произвести расчет токов короткого замыкания, выбрать коммутационные аппараты, измерительные трансформаторы. Также необходимо спроектировать схему собственных нужд

электростанции и смоделировать самозапуск двигателей при аварийных режимах работы.

Также, на основании экономического расчета сделать вывод о целесообразности воплощения данного проекта в жизнь, а если быть точнее, то определить экономическую эффективность проекта. Кроме того, необходимо оценить влияние электростанции на окружающую среду, и какие опасности могут подстерегать сотрудников электростанции, которые выполняют свои профессиональные обязанности.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель данного раздела ВКР заключается в оценке конкурентоспособности и ресурсоэффективности проекта. 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-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. В данном проекте SWOT-анализ будет проведен с целью выявления его сильных и слабых сторон. Также будет принято решение о том, какие мероприятия нужно провести для успешной реализации проекта:

SO – мероприятия, которые необходимо провести, чтобы использовать ильные стороны для увеличения возможностей компании.

WO – мероприятия, которые необходимо провести, преодолевая слабые стороны и используя представленные возможности.

ST – мероприятия, которые используют сильные стороны во избежание угроз.

WT – мероприятия, которые минимизируют слабые стороны во избежание угроз.

Таблица 35– Матрица решений

	Возможности (О)	Угрозы (Т)
	<ul style="list-style-type: none"> - Рост спроса на электроэнергию Строительство стратегических предприятий, нуждающихся в электроэнергии - Отсутствие конкурентов Близкое расположение полезных ископаемых 	<ul style="list-style-type: none"> - Негативное влияние на экологию - Истощение полезных ископаемых
Сильные стороны(S)	<ul style="list-style-type: none"> - За счет квалифицированных специалистов и качественного оборудования, производить электроэнергию надлежащего качества, чтобы не потерять доверие на рынке - Снабжать электричеством и теплом важные государственные объекты, тем самым обеспечивая себе новых потребителей 	<ul style="list-style-type: none"> - Устанавливать дополнительные фильтры на выбрасываемые во внешнюю среду воду и углекислый газ - Переходить на более экологически чистые источники энергии (например: с угля на природный газ)
<ul style="list-style-type: none"> -Государственная поддержка -Квалифицированный персонал -Оборудование высокого качества -Высокий авторитет на рынке и доверие населения 		
Слабые стороны (W)	<ul style="list-style-type: none"> - Уменьшить срок окупаемости за счет работы станции на полную мощность - Предлагать более выгодные условия для инвесторов 	<ul style="list-style-type: none"> - Использовать выхлопные газы и сбрасываемую воду для получения дополнительной тепло или электроэнергии
<ul style="list-style-type: none"> -Большой срок окупаемости -Низкий коэффициент полезного действия (КПД) -Малое количество инвесторов, готовых вкладывать деньги 		

В данном пункте был проведен SWOT-анализ разрабатываемого проекта. Основным выводом является то, что его успех будет напрямую зависеть от государственной поддержки и активности инвесторов. Не исключено, что основная доля вложений на реализацию этого проекта будет

внесена государством. И это не случайно, ведь оно как никто другой нуждается в дополнительных источниках качественной электроэнергии.

4.2 Оценка перспективности проекта

В этом разделе будут рассмотрены показатели оценки качества проекта по технологии QuaD. Суть этой технологии заключается в оценке перспективности проекта по определенным критериям. В конце делается вывод, о том целесообразно ли вкладывать денежные средства в данный проект или он изначально обречен на неудачу. Для оценки составляется таблица критериев оценки:

Таблица 36– Показатели оценки качества проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1. Энергоэффективность	0,08	60	100	0,6	0,048
2. Помехоустойчивость	0,05	70	100	0,7	0,035
3. Надежность	0,05	60	100	0,6	0,03
4. Унифицированность	0,06	90	100	0,9	0,054
5. Уровень материалоемкости проекта	0,08	50	100	0,5	0,04
6. Уровень шума	0,06	60	100	0,6	0,036
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
14. Уровень проникновения на рынок	0,06	40	100	0,4	0,024
15. Цена	0,07	80	100	0,8	0,056
16. Срок ввода в эксплуатацию	0,06	70	100	0,7	0,042
Итого	1	943		9,43	0,6672

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i = 0,6672 \cdot 1 \cdot 100 = 66,72$$

где $П_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $П_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{\text{ср}}$ 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 66,72. Делаю вывод, что проект является перспективным и вложение средств на его реализацию целесообразно.

4.3 План работ

Разработкой данного проекта будет заниматься команда из двух человек - руководитель (РП) и проектировщик (П). Между ними существует четкое разделение обязанностей, однако некоторую часть работ они выполняют вместе. План работ необходим для выполнения проекта в срок, а также начисления зарплаты, соответствующей объему работ, выполненному руководителем и проектировщиком.

Таблица 37 – 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 ТЭЦ	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

4.3.1 Трудоемкость работ

Стоимость проектирования определяется, помимо всего прочего, трудовыми затратами. Для этого определяется трудоемкость каждого исполнителя, которая оценивается вероятностно, в связи с различными факторами процесса.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5},$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дней;

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дней;

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

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы номер 6:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{maxi}}}{5} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 32}{5} = 22;$$

$$T_{P_i} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{22}{1} = 22.$$

Данные по продолжительности работ сведены в таблицу 38.

Длительность работ округляется, если задействована часть следующего дня.

Таблица 38 – 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 ТЭЦ	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, согласование с различными факторами	2,4	2	2
12	Сдача проекта	1,4	2	1

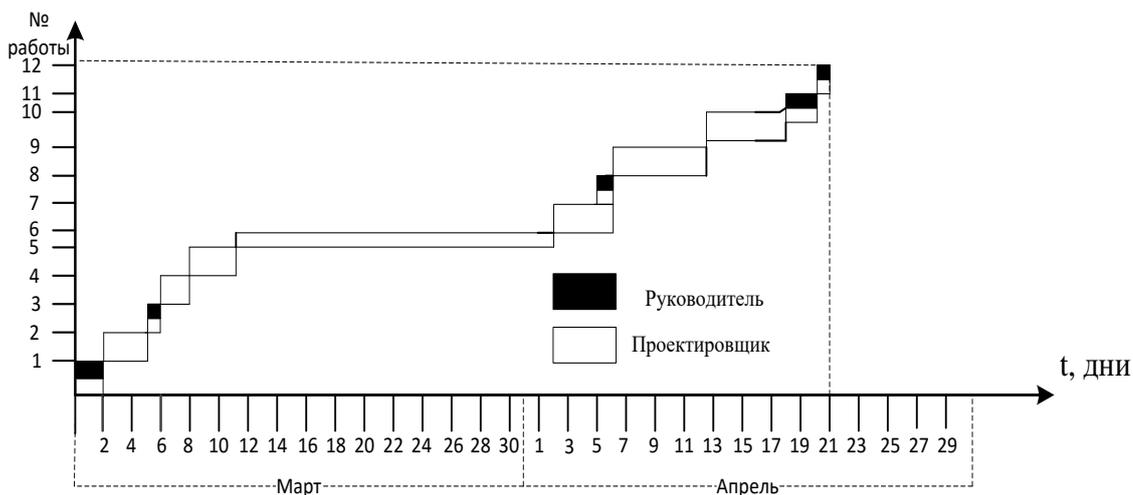


Рисунок 4.3.1 – Календарный график выполнения проекта

В этом пункте был рассчитан календарный график выполнения работ по выполнению проекта. Итог: проектирование планируется начать 1 марта и закончить 21 апреля 2016 года. Для этого привлекается 2 человека: проектировщик и руководитель проекта. По графику видно, что проектировщик работает большее количество дней, чем руководитель. Это можно объяснить тем, что цель руководителя ставить задачи для проектировщика. Также на руководителе лежит ответственность за выполнение проекта. В свою очередь проектировщик должен выполнять работу не нарушая календарного плана.

4.4 Расчет затрат на проектирование

При планировании бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- 1) Материальные затраты;
- 2) Амортизация
- 3) Оплата труда;
- 4) Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- 5) Накладные расходы.

4.4.1 Расчет материальных затрат

Таблица 39 – Канцелярские расходы

№	Наименование изделия	Количество (ед. штук, упаковок)	Цена единицы изделия, руб.	Общая стоимость изделия, руб.
1	Бумага печатная	4	250	1000
2	Ручки и карандаши	15	25	375
3	Бумага обычная	4	50	200
4	Скобы для степлера	4	20	80
Итого:	1655 руб.			

4.4.2 Расчет стоимости программного обеспечения и оборудования

Таблица 40– Программное обеспечение

1	Microsoft Office Professioanl 2013	2	25,283	50,566
2	Microsoft Visio Professioanl 2013	1	12	12
Итого:	62,566 тыс. руб.			

Таблица 41 –Оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Компьютер	2	45	90
Итого:	90тыс. руб.			

4.4.3 Расчет амортизации

В данной работе амортизация рассчитывается на оборудование и программное обеспечение. Это связано с их стоимостью и с тем, что оно будет использовано не только в этом проекте, но и в последующих. В общую стоимость проекта войдут отчисления на амортизацию за время использования этого оборудование конкретно в этом проекте.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количествах лет.

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m$$

где I – итоговая сумма в тыс.руб.;

m – время использования в месяцах.

Рассчитаем амортизацию для ПО (программного обеспечения), с учетом, что срок полезного использования 5 лет.

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

$$A_{ПО} = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 62,566}{12} \cdot 2 = 2,085 \text{ тыс.руб.}$$

Рассчитаем амортизацию для оборудования, с учетом, что срок полезного использования 3 года.

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

$$A_O = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 90}{12} \cdot 2 = 4,95 \text{ тыс.руб.}$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = A_{ГО} + A_O = 2,085 + 4,95 = 7,035 \text{ тыс. руб}$$

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.

Таблица 42 – Расчет заработной платы

Исполнители	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.	Премии, руб
Проектировщик	14584	486,1	52	25,277 тыс.	17 тыс.
Руководитель проекта	23264	775,4	7	5,424 тыс	39 тыс.

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

$$З_{зп} = (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3 + Пр,$$

где З_{осн} – основная заработная плата;

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

Пр - премии; 1,3 – коэффициент для г. Томска.

Рассчитаем окончательную зарплату проектировщика:

$$\begin{aligned} З_{зп}^П &= (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3 + Пр = (25,277 + 0,12 \cdot 25,277) \cdot 1,3 + 17 = \\ &= 53,803 \text{ тыс. руб} \end{aligned}$$

Рассчитаем окончательную зарплату для руководителя проекта:

$$\begin{aligned} З_{зп}^{РП} &= (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3 + Пр = (5,424 + 0,12 \cdot 5,424) \cdot 1,3 + 32 = \\ &= 46,897 \text{ тыс. руб} \end{aligned}$$

Итого получаем затраты на заработную плату:

$$З_{ЗП} = З_{ЗП}^П + З_{ЗП}^{ПП} = 53,803 + 46,897 = 100,7 \text{ тыс.руб}$$

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – 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 30%.

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot 100,7 = 30,21 \text{ тыс.руб.}$$

4.4.6 Прочие неучтенные расходы

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

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

где МЗ – материальные затраты;

А – амортизация;

ЗП – заработная плата работников;

Ф – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы. Величина коэффициента прочих расходов берется в размере 10%:

$$З_{пр} = (1655 + 7035 + 9210 + 100700) \cdot 0,10 = 11860 \text{ руб.}$$

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 суммы предыдущих затрат.

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{ВСЕ}} \cdot 0,16 = 130460 \cdot 0,16 = 20873 \text{ руб.}$$

4.4.8 Себестоимость проекта

Себестоимость отображает каждую часть общих затрат и их сумму.

Таблица 42 – Себестоимость проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты	1655	0,96
2. Амортизация ПО	2085	1,21
3. Амортизация оборудование	4950	2,87
4. Затраты по заработной плате исполнителей	100700	58,43
5. Отчисления во внебюджетные фонды	30210	17,53
6. Прочие неучтенные расходы	11860	6,88
7. Накладные расходы	20873	12,11
8. Бюджет затрат	172333	100,00

В этом пункте был проведен расчет финансовых затрат необходимых для выполнения этого проекта. Были учтены затраты на оборудование, программное обеспечение, материальные затраты, зарплаты и другие. В конце была получена окончательная себестоимость проекта, она равна 172 333 рубля.

4.5 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность проектирования теплоэлектроцентрали 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 43.

Таблица 43 – 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
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

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

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно высокий результат (4,18 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

В самом начале данного раздела был проведен SWOT-анализ и оценка качества проекта по технологии QUAD. На этом этапе было принято решение о целесообразности вложения средств в этот проект.

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. Также на плечах руководителя лежит ответственность перед заказчиком. Именно поэтому должность руководителя оплачивается так высоко.

Кроме зарплат были посчитаны материальные затраты, затраты на программное обеспечение, оборудование и накладные расходы. Затем я подвел итог все вычислениям и привел окончательную сумму необходимую на выполнение проекта. Она составила 172 тыс. рублей.

И в конце был проведен расчет эффективности данного проекта методом интегрального показателя. Получилось, что его значение равно 4,18 баллов по пятибалльной шкале. Значит можно сделать вывод о целесообразности реализации этого проекта.