

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ электрооборудования конденсационной электростанции 580 МВт

УДК 621.311.2.002.5.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Больных Дмитрий Петрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пономарчук Н.Р.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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

Институт Энергетический
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра Электроэнергетических систем

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Больных Дмитрию Петровичу

Тема работы:

Анализ электрооборудования конденсационной электростанции 580 МВт	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.16
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Анализ электрооборудования конденсационной электростанции 580 МВт В качестве исходных данных представлены: 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>	Произвести выбор необходимого оборудования для проектирования КЭС, расчет продолжительных режимов, описание схемы и расчетного присоединения. Провести анализ схемы управления выключателем. Особые требования: оценка безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, экономический анализ.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ПРИЛОЖЕНИЕ А Главная схема электрических соединений станции ПРИЛОЖЕНИЕ Б Диаграмма Ганта
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пономарчук Н.Р.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Больных Дмитрий Петрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Больных Дмитрию Петровичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Анализ электрооборудования конденсационной электростанции 580 МВт. На рабочем месте оперативного персонала КЭС будут возникать: вредные проявления факторов производственной среды – электрические, магнитные, электростатические; электромагнитные поля, шумы; Опасные проявления факторов производственной среды – электрическая, пожарная и взрывная природа. Возникновение чрезвычайных ситуаций экологического и социального характера.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	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 (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	В данной части необходимо проанализировать следующие вредные факторы: электрические, магнитное поля и освещённость производственных помещений, шум а так же средства защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	В данной части необходимо проанализировать следующие опасные факторы: термические

– термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	опасности; электробезопасность; пожаровзрывобезопасность.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	Электрическая станция оказывает влияние на окружающую среду следующими факторами: электромагнитные поля, акустический шум, озон, окислы азота, электро-поражение птиц, сажащихся на провода, изоляторы и конструкции опор, а также возможность растекания трансформаторного масла и токов утечки.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;	Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть на станции- это пожар, возникший в результате короткого замыкания или неисправности электрооборудования. Пожары на подстанциях могут возникать на трансформаторах, генераторах, масляных выключателях и в кабельном хозяйстве.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Необходимо рассмотреть мероприятия при компоновке рабочей зоны

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	Больных Дмитрий Петрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Больных Дмитрию Петровичу

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	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
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	SWOT – анализ Оценка перспективности проекта по технологии QuaD.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование научно-исследовательских работ: -Определение трудоемкости работ; - Диаграмма Ганта. Расчёт бюджета НИ: - Расчет нематериальных активов и основных средств НИ - Расчет основной и дополнительной заработной платы - Расчет амортизации - Расчет накладных расходов
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта
2. Бюджет затрат НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Больных Дмитрий Петрович		

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

Институт ЭНИН
Направление подготовки (специальность) электроэнергетика
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)
20.01.2016 г.	Объект и методы исследования	2
30.01.2016 г.	Обзор литературы	2
10.02.2016 г.	Изучение программного обеспечения	4
23.02.2016 г.	Оптимальный выбор оборудования	5
11.03.2016 г.	Расчет электрической части КЭС	15
08.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
4.05.2016 г.	Социальная ответственность	5
27.05.2016 г.	Оформление работы	2

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пономарчук Н.Р.			

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 106с., 14 рис., 28 табл., 6 источников , 3 приложения. Ключевые слова : конденсаторная электростанция , электроэнергия , турбогенератор , короткое замыкание , структурная схема .Объектом исследования является схема электрических соединений конденсаторной электростанции.

Цель работы – проектирование электрической части конденсаторной электростанции и выбор необходимого оборудования.Область применения: проектирование электрических станций

.В результате исследования по средствам всех необходимых расчетов было выбрано оборудование для конденсационной электрической станции, а также спроектирована система электроснабжения собственных нужд и спроектирована главная схема КЭС.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: точность выбора необходимого оборудования для КЭС и другие характеристики определены на приемлемом уровне.

Степень внедрения: частичная.

Область применения: используемая методика исследования может быть рекомендована для применения в проектных организациях.

Экономическая эффективность определяется заранее проведенными расчетами без реального ущерба ЭЭС.

В будущем планируется предложить проектной организации использование расчетной части КЭС.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЭЭС – электроэнергетические системы;

КЭС – конденсационная электрическая станция;

ЭДС – электродвижущая сила;

РПН – регулирования напряжения под нагрузкой;

СТС – Система тиристорного самовозбуждения;

БЩУ – блочные щиты управления;

ТГ – турбогенератор;

ВЛ – воздушная линия;

ПС – подстанция;

РУ – распределительное устройство;

КЗ – короткое замыкание;

РМ - реактивная мощность.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	15
1. ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	17
1.1 Описание структурной схемы.....	17
1.2 Выбор турбогенераторов.....	18
1.2.1 Описание системы охлаждения.....	19
1.2.2 Описание системы возбуждения.....	21
1.3 Выбор силовых трансформаторов.....	23
1.3.1 Выбор блочных двухобмоточных трансформаторов.....	23
1.3.2 Выбор автотрансформаторов связи.....	24
1.4 Основные каталожные параметры	26
1.5 Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения.....	27
1.6 Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения.....	28
1.6.1 Выбор выключателей.....	28
1.6.2 Выбор разъединителей.....	32
1.7 Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения.....	35
1.7.1 Выбор гибких шин и токопроводов	35
1.7.2 Выбор комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора G1.....	37
1.8 Описание формы оперативного управления	38
1.9 Проектирование измерительной подсистемы и системы электропитания собственных нужд.....	39
1.9.1 Выбор измерительных трансформаторов тока	43
1.9.2 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	46
1.9.3 Проектирование системы собственных нужд	47
2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КЭС.....	51
2.1 Расчет баланса мощности.....	51
2.1.1 Программный расчет баланса мощности	51
2.1.2 Аналитический расчет баланса мощности	54

2.2	Расчет продолжительных режимов	57
2.2.1	Программный расчет продолжительных режимов	57
2.2.2	Аналитический расчет продолжительных режимов	62
2.3	Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения	64
2.3.1	Расчетные условия по продолжительным режимам работы	64
2.3.2	Расчётные условия по режимам коротких замыканий	65
2.4	Расчет режимов короткого замыкания	66
2.4.1	Программный расчет трехфазного КЗ	66
2.4.2	Аналитический расчет трехфазного КЗ	69
3.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	75
3.1	Анализ конкурентных технических решений	75
3.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	78
3.3	Планирование научно-исследовательских работ	80
3.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	80
3.4	Определение трудоемкости выполнения работ	82
3.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	85
3.5.1	Расчет не материальных активов научного исследования	85
3.6	Основная заработная плата исполнителей	86
3.6.1	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	88
3.6.2	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	89
3.7	Амортизация	91
3.8	Накладные расходы и формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта	94
3.9	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	93
3.9.1	Ресурсоэффективность	94
3.9.2	Результаты экономического анализа	95
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	96
4.1	Введение	96

4.2	Описание рабочего места	97
4.3	Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей.....	97
4.3.1	Опасность поражения электрическим током	98
4.3.2	Электромагнитные поля, статическое электричество, ионизирующие излучения	99
4.3.3	Тепловые излучения и опасность термического ожога	100
4.3.4	Производственная санитария. Микроклимат	101
4.3.5	Освещение	101
4.3.6	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны	103
4.3.7	Производственный шум	103
4.3.8	Производственная вибрация	105
4.4	Охрана окружающей среды	105
4.5	Предупреждение аварий и взрывов технологического оборудования	106
4.6	Законодательное регулирование проектных решений	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		110
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ РЕСУРСЫ		110
Приложение А Главная схема электрических соединений станции		113
Приложение Б Диаграмма Ганта		114

1. Введение

Проектирование электростанции вида КЭС очень актуально, так как в России порядка 25% всей вырабатываемой электроэнергии происходит именно на станциях данного вида, как правило, большинство КЭС были построены еще в советское время и на порядок устарели. Необходимо строить новые генерирующие мощности, то есть электростанции, ведь старые выходят из строя, а оставшиеся не могут обеспечить растущих требований промышленности. Однако для того, чтобы построить электростанцию, ее необходимо грамотно спроектировать, чтобы электростанция в дальнейшем исправно выполняла, возложенные на нее функции и отвечала всем требованиям.

В данном проекте необходимо спроектировать электростанцию конденсационного типа. Конденсационная электростанция (КЭС) — тепловая электростанция, производящая только электрическую энергию, своим названием этот тип электростанций обязан особенностям принципа работы. 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 проекта должно быть обеспечено путем учебного проектирования. Задачи проекта, 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.

Глава 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

1. SWOT– Анализ

В ходе данного раздела ВКР будет дана оценка конкурентноспособности 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.

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 1 будет представлена матрица решений для SWOT-анализа

Таблица 1 – Матрица решений 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)	- Производство качественной электроэнергии за счет квалифицированного персонала - Установка оборудования с большей установленной мощностью с учетом ожидаемого увеличения спроса на электроэнергию -	- Установка и использование всевозможных фильтров уменьшающих вредный выброс в окружающую среду
- Государственная поддержка - Квалифицированный персонал - Надежность производства электроэнергии на подобных станциях		

Продолжение Таблицы 1

Слабые стороны (W) - Большой срок окупаемости - Низкий коэффициент полезного действия (30%) - Дефицит инвесторов	- 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.
--	---	---

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

2. Оценка качества проекта

В этом разделе будут рассмотрены показатели оценки качества проекта по технологии QuaD. Технология QuaD (QUality 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.

Таблица 2 – Показатели оценки качества проекта

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

Продолжение Таблицы 2

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
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	0,6702

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

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

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$\bar{B}_i$ – 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 59 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. Следовательно можно

сделать вывод о значительной перспективности проекта и возможности его реализации.

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 3.

Таблица 3 – 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

3.1. Трудоемкость работ

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

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

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

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

$t_{\text{max}i}$ – 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.

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

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

$t_{\text{ож}i}$ – 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 :

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{min } i} + 2t_{\text{max } i}}{5} = \frac{3 \cdot 45 + 2 \cdot 75}{5} = 58;$$

$$T_{\text{рi}} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{58}{2} = 29.$$

Таблица 4 – 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	3,6	2	3
2	Подготовка офиса, закупка оборудования, программного обеспечения	3,6	1	4
3	Составление плана расчета и подготовка конструкторской литературы и справочных данных	2,1	2	2
4	Предварительные вспомогательные расчеты	2,1	1	3
5	Моделирование продолжительных режимов работы	4,2	1	5

Продолжение Таблицы 4

№ п/п	Перечень работ	Трудоемкость, чел.-дней.	Количество исполнителей	Длительность, чел.-дней.
6	Расчет электрической части КЭС	33	1	33
7	Оптимальный выбор оборудования	5,7	1	6
8	Выбор необходимых защит блока	2,1	2	2
9	Расчет защит	9	1	9
10	Подготовка отчетов и записок по проекту	7	1	7
11	Общая проверка расчетов и других данных	3,6	2	3
12	Сдача проекта	2,1	2	2

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 19.05. Из графика видно, что проектировщик работает значительно больше руководителя. Данный факт объясняется тем, что полномочием руководителя является постановка целей и задач перед проектировщиком.

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.

4.1. Расчет материальных затрат

Таблица 5 – 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
Итого:		1100 руб.		

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 6 и Таблицу 7

Таблица 6 – Программное обеспечение и оборудование

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Microsoft Office Professional 2013	1	40000	40000
2	Microsoft Visio Professional 2013	1	10000	10000
Итого:		50тыс. рублей		

Стоимость затрат на программное обеспечение будет равна 50 тыс. рублей.

Таблица 7 – Оборудование

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер	1	40000	40000
Итого:		40 тыс. рублей		

Общая стоимость затрат будет равна на компьютерное оборудование будет равна 40 тыс.рублей.

4.3 Расчет амортизации

Так как затраты 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;

$$A_{по} = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 50000}{12} \cdot 3 = 2500 \text{ руб},$$

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 ($n=3$).

$$A_o = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 40000}{12} \cdot 3 = 3300 \text{ руб},$$

Следовательно, общие амортизационные расходы будут равны:

$$A = A_o + A_{по} = 2500 + 3300 = 5800 \text{ руб}$$

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 8– Заработная плата исполнителей

Исполнители	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.	Премии, руб.
Проектировщик	14584	486,1	52	25277	17000
Руководитель-проектировщик	23264	775,4	7	5424	39000

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (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});

1,3 – коэффициент для г. Томска;

Пр-премии;

Расчитаем заработную плату проектировщика:

$$З_{зп}^П = (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3 + Пр = (25,277 + 0,12 \cdot 25,277) \cdot 1,3 + 17000 = 53803 \text{ руб.}$$

Расчитаем заработную плату руководителя проекта:

$$З_{зп}^Р = (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3 + Пр = (5,424 + 0,12 \cdot 5,424) \cdot 1,3 + 39000 = 46897 \text{ руб.}$$

Итого получаем зарплату:

$$З_{зп} = З_{зп}^П + З_{зп}^Р = 53803 + 46897 = 100700 \text{ руб.}$$

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%.

$$З_{\text{внеб}} = 0,27 \cdot 100700 = 30210 \text{ руб.}$$

4.6 Прочие неучтенные расходы

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

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

где

МЗ – материальные затраты;

А – амортизация;

ЗП – заработная плата работников;

Ф – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы.

Величина коэффициента прочих расходов берется в размере 10%:

$$З_{\text{пр}} = (1100 + 5800 + 30210 + 100700) \cdot 0,10 = 13781 \text{ руб.}$$

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.

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{BCE}} \cdot 0,16 = 227810 \cdot 0,16 = 36449,6 \text{ руб.}$$

4.8. Себестоимость проекта

Себестоимость отображает каждую часть общих затрат и их сумму.

Таблица 9 – Бюджет затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты	1100	0,2
2. Программное обеспечение	50000	18
3. Оборудование	40000	14,3
4. Амортизация ПО	2500	0,9
5. Амортизация оборудования	3300	1,2
6. Затраты по заработной плате исполнителей	100700	36,3
7. Отчисления во внебюджетные фонды	30210	10,9

8. Прочие неучтенные расходы	13781	5
7. Накладные расходы	36449,6	13,2
8.Бюджет затрат	278040,6	100

В данной таблице была рассчитана суммарная себестоимость проекта. Она составила 278040.6 руб.

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 10.

Таблица 10 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,27	4
2. Надежность	0,24	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:

$$I_{pi} = 0,27 \cdot 4 + 0,24 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,10 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 4,23$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно высокий результат (4,23 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. 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 были подведены итоги и вычислена окончательная сумма необходимая на реализацию проекта. Она составила 278040.6 рублей.

Был проведен расчет эффективности данного проекта методом интегрального показателя. Его значение составило 4,23 балла по пятибалльной шкале. Следовательно, дальнейшая разработка проекта целесообразна.