

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 конденсационной электростанции мощностью 700 МВт

УДК 621.311.2.621.175

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна		

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
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 бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический институт

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна

Тема работы:

Проектирование конденсационной электростанции мощностью 700 МВт

Утверждена приказом директора (дата, номер)

02.02.2016 г.
№653/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

30.05.16

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 700 МВт. Исходными данными являются структурная схема КЭС, число и мощность турбогенераторов, нагрузка на РУ ВН и РУ СН, данные по линиям связи энергообъекта с энергосистемой, данные по энергосистеме.

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>	<i>Основные разделы:</i> 1. Краткая характеристика объекта. 2. Выбор и обоснование электрооборудования КЭС 3. Исследование режимов работы КЭС 4. Измерительный антирезонансный трансформатор напряжения «НАЛИ» <i>Дополнительные разделы:</i> - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Главная схема электрических присоединений. 2. Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса трехфазной антирезонансной группы измерительных трансформаторов НАЛИ-СЭЩ-6(10)-1(2) У(Т)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Романцов Иван Григорьевич
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
Ст. преподаватель	Пономарчук Н.Р			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	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 капитальных вложений 30 млн.руб. Стоимость топлива 830 руб. из расчета, что используется уголь Черниговский разрез, Б. Заработная плата с тарифной ставкой первого разряда 5 493
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расход топлива 450 г.у.т./кВтч Норма амортизации 3,5%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления на социальные нужды 30%. Налог на прибыль 20%. Ставка дисконтирования 10%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Определение капитальных вложений 2. Расчёт текущих затрат ✓ Топливо ✓ Заработная плата со всеми начислениями ✓ Амортизация ✓ Ремонт ✓ Прочие расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчёт эффективности ✓ Чистый дисконтированный доход ✓ Индекс доходности ✓ Внутренняя норма доходности Срок окупаемости инвестиций

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- Матрица SWOT
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности 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	Шандарова Ольга Евгеньевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	– На рабочем месте оперативного персонала КЭС мощностью 700 МВт будут возникать: вредные проявления факторов производственной среды – электрические, магнитные, электростатические; электромагнитные поля, шумы, отклонение освещенности; Опасные проявления факторов производственной среды – электрическая, пожарная, взрывная природа и микроклимат производственных помещений. Возникновение ЧС экологического и социального характера.
--	---

1. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ, СанПиН, ППБ
--	-------------------

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;	1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью;
--	--

– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	– предлагаемые средства защиты.
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); – пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – электробезопасность; – пожаровзрывоопасность.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу; – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу;
3. 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; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	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. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	5. Специальные правовые нормы трудового законодательства. В соответствии с ГОСТ Р 54203-2010 предусматриваются определенные режимы транспортировки и хранения угля. ГОСТ Р 50831-95 регламентирует количество выбросов вредных веществ на КЭС
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	_____

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов И.И.	Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Шандарова Ольга Евгеньевна		

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

Институт: ЭНИН

Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Кафедра ЭЭС

Период выполнения осенний/ весенний 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)
09.03.2016	Составление технического задания	5
12.03.2016	Выбор технической литературы	5
15.05.2016	Расчет и выбор электрооборудования КЭС	30
15.05.2016	Главная схема спроектированной станции	20
22.05.2016	Социальная ответственность	15
28.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
05.06.2016	Оформление работы	10

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные навыки, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех доступных ресурсов.
Р3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы, а так же их компоненты.
Р4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать необходимые выводы.
Р5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях - потенциальных работодателях.
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р8	Использовать навыки устной и письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной.

P10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
P12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 129 страниц, 21 рисунка, 58 таблиц, 13 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: станция, КЭС, генератор, автотрансформатор, короткое замыкание.

Объектом проектирования является электростанция конденсационного типа (КЭС) 500/220 кВ и общей мощностью 700 МВт.

Цель работы – проектирование станции, выбор электрооборудования необходимое для исправной работы и обеспечения потребителей электроэнергией на двух классах напряжения, производство необходимых проверок выбранного оборудования, исследование режимов работы КЭС, расчет себестоимости проекта, выявление опасных и вредных производственных факторов, а также средств защиты от них и исследование предельно допустимых норм.

В процессе исследования проводились расчеты в программах Mustang и GTCURR.

Спроектированная электрическая часть станции на основании исходных данных с заданными параметрами, которая удовлетворяет всем требованиям предъявляемым нормативными документами.

Abstract

Final qualifying work of 129 pages, 24 figures, 58 tables, 15 sources, 2 annexes.

Keywords: plant, thermal power plant, generator, transformer, short circuit.

The object of the design is a powerhouse condensing (IES) 500/220 kV and a total capacity of 700 MW.

The purpose of the work - the plant design, the selection of electrical equipment necessary for the proper operation and power supply to consumers in two voltage classes, work required inspections of selected equipment, the study of operating modes of the IES, the calculation of the project cost, the identification of hazardous and harmful factors, as well as the means of protection against them, study maximum allowable.

The study carried out calculations in programs Mustang and GTCURR.

Designed electrical part of the station on the basis of initial data with the specified parameters, which satisfies all the requirements imposed regulations.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЭЭС – электроэнергетические системы.

КЭС – конденсационная электростанция.

ЛЭП – линии электропередач.

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.

ДЗ – дистанционная защита.

ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности.

ТО – токовая отсечка.

Оглавление

Введение	13
1. Описание структурной схемы	15
2. Выбор типа турбогенераторов	17
2.1 Система охлаждения турбогенераторов	19
2.2 Система возбуждения	20
3. Баланс мощностей	22
3.1 Программный расчет в Excel	22
3.2 Аналитический расчет баланса мощностей	23
4. Расчет продолжительности режимов	25
4.1 Программный расчет. Режим максимальных нагрузок в нормальном, ремонтном и послеаварийном режимах работы КЭС	26
4.2 Аналитический расчет продолжительности режимов	28
5. Выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов	30
5.1 Выбор трансформаторов	30
5.2 Выбор автотрансформаторов связи	31
5.3 Параметры выбранного оборудования	32
6. Расчетные условия по режимам КЗ	35
6.1 Программный расчет	36
6.2 Расчет параметров элементов схемы замещения	38
6.3 Аналитический расчет	41
7. Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей	48
8. Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения	51
8.1 Выбор выключателей	51

8.2 Проверка выключателей	52
8.3 Выбор разъединителей	55
9. Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения	57
9.1 Выбор гибких шин и токопроводов	58
9.2 Выбор комплексного пофазно-экранированного токопровода для выводов генераторов	60
10. Описание формы управления электрической частью объекта	61
11. Проектирование измерительной подсистемы	62
11.1 Выбор измерительных трансформаторов тока	69
11.2 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	74
12. Выбор схем электрических соединений распределительных устройств	78
13. Проектирование системы электроснабжения собственных нужд	81
14. Полное описание расчетного присоединения	85
15. Измерительный антирезонансный трансформатор напряжения «НАЛИ»	88
15.1 Общее описание	88
15.2 Применение и назначение	90
15.3 Конструкция трехфазной группы	91
15.4 Структура условного обозначения «НАЛИ»	94
16. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	94
16.1 Экономическая оценка КЭС	94
16.2 Определение капитальных вложений	96
16.3 Расчет текущих затрат	97
16.3.1 Планирование годовых издержек на топливо	97
16.3.2 Планирование издержек на заработную плату	98
16.3.3 Планирование годовых издержек на амортизацию	100

16.3.4 Планирование годовых издержек на ремонт	100
16.3.5 Планирование прочих издержек	100
16.3.6 Годовые издержки на производство продукции	100
16.4 Расчет эффективности	101
16.4.1 Расчет NPV (чистый дисконтированный доход)	101
16.4.2 Расчет PI (индекс доходности)	102
16.4.3 Расчет IRR (внутренняя норма доходности)	102
16.4.4 Расчет срока окупаемости станции	103
17. Социальная ответственность	105
17.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	106
17.2 Производственная санитария	106
17.2.1 Микроклимат	106
17.2.1.1 Оптимальные условия микроклимата	107
17.2.1.2 Допустимые условия микроклимата	107
17.2.2 Производственная вентиляция	108
17.2.3 Отопление	108
17.2.4 Шум	109
17.2.5 Защита от вибрации	110
17.2.6 Освещение	111
17.2.7 Электромагнитные поля	111
17.2.8 Поражение человека электрическим током и электробезопасность	112
17.2.8.1 Электробезопасность	114
17.2.9 Пожарная безопасность. Меры по предотвращению пожара	115
17.3 Охрана окружающей среды на предприятии	118

17.3.1 Охрана атмосферного воздуха от загрязнений	118
17.3.2 Охрана поверхностных вод от загрязнений	119
17.3.3 Охрана окружающей среды при обращении с отходами производства	120
17.4 Защиты в чрезвычайных ситуациях	121
17.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	123
Заключение	125
Список использованных источников	127
Приложение А	128
Приложение Б	129

Введение

В отечественных энергосистемах на долю тепловых конденсационных электростанций приходится приблизительно три четверти всей вырабатываемой энергии. Мощность отдельных электростанций этого типа достигла 6000 МВт и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению до 8000 МВт.

КЭС сооружают обычно рядом с местом добычи топлива так как транспортировка на значительные расстояния экономически невыгодна. Вырабатываемая электроэнергия передается к местам потребления по ЛЭП. Однако следует заметить использование местного топлива не является обязательным признаком КЭС. В последнее время построен ряд мощных КЭС, которые используют природный газ, и он, в свою очередь, транспортируется по газопроводу на значительные расстояния. Важнейшим условием, определяющим место строительства мощной КЭС, является наличие источника водоснабжения. КПД конденсационной электростанции с учетом расхода энергии на собственные нужды не превышает 0,33 — 0,40.

Основными особенностями КЭС являются:

- Удаленность от потребителей электроэнергии, это определяет подачу электроэнергии на высоких и сверхвысоких параметрах;
- Конденсационные электростанции имеют блочный принцип построения
- Мощность данной электростанции такова, что может обеспечить электроэнергией крупный район страны.

В данном проекте нам нужно было произвести расчет и проектирование электростанции, рассчитанной для работы в умеренных условиях климата.

Выполнение проекта должно быть обеспечено путем учебного проектирования. Имея в наличии, основные параметры электрических объектов электростанции, нужно, используя справочные данные, опыт специалистов подобрать оборудование, способное обеспечить потребителей

бесперебойным снабжением качественной электроэнергией. Необходимо рассчитать баланс мощностей, выбрать наиболее рациональную электрическую схему, выбрать типы трансформаторов и генераторов, произвести расчет токов короткого замыкания, выбрать выключатели и разъединители, измерительные трансформаторы, выбрать схему РУ, предусмотреть требования экологической безопасности.

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

. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

16.1 Экономическая оценка КЭС

Экономическая оценка является одним из важных факторов для принятия решения о строительстве и целесообразности размещения любого объекта в заданной экономической зоне, в том числе и объектов топливно-энергетического комплекса.

Целью данного раздела является экономическая оценка проектирования КЭС для обеспечения электроэнергией района г. Томска.

В данном разделе будут рассмотрены следующие задачи:

- 1) Определение капитальных вложений.
- 2) Расчет текущих затрат
- 3) Расчет эффективности

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме.

Таблица 54 – Матрица SWOT – анализа

	Сильные стороны 1) Высокая надежность работы; 2) Большой срок службы; 3) Высокая функциональная мощность	Слабые стороны 1) Высокая стоимость электрооборудования; 2) Требование к высокой квалификации персонала для работы; 3) Высокий уровень шума при работе
Возможности 1) Внедрение инноваций; 2) Охват большей территории; 3) Разорение и уход конкурентов	-новейшее оборудование позволит увеличить срок службы; -достаточно высокая мощность позволит увеличить территорию потребителей	-новейшее оборудование потребует больших денежных затрат; -разорение и уход конкурентов повлечет за собой поток новых квалифицированных работников
Угрозы 1) Высокий уровень конкуренции; 2) Снижение уровня финансирования в связи с экономической ситуацией в стране; 3) Возможность недостаточно высокой заработной платы	-большой срок службы и надежность работы дают стабильность и возможность получения хорошего стажа работы; -снижение уровня финансирования может повлиять на долготу реализации проекта	- отбор персонала и высокая стоимость застройки станции может привести к временному застою проекта; - недостаточная заработная плата и уровень шума(как вред для здоровья) могут вызвать проблемы с набором персонала

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.

16.2 Определение капитальных вложений

Капитальные вложения в проектируемую станцию мощностью 700 МВт определены на основе удельных капитальных вложений в размере 1200 у.е./кВт, что в переводе на рубли равно 42000 руб/кВт (1 у.е.=65 руб).

- $K^{кэс} = k_{уд} * N_y$ – капитальные вложения в станцию, тыс руб, где
- $k_{уд} = 42000$ – удельные капитальные вложения в КЭС, руб/кВт,
- $N_y = 700000$ – установленная мощность станции, кВт;
- $K^{кэс} = 42000 * 700000 = 29\,400\,000$ тыс. руб; [12]

16.3 Расчет текущих затрат

При планировании годовых издержек на производство продукции составляется смета со следующими основными экономическими элементами затрат:

- топливо;
- заработная плата со всеми начислениями;
- амортизация;
- ремонт;
- прочие расходы.

16.3.1 Планирование годовых издержек на топливо

Показатели котельного цеха

Расход топлива на выработку электроэнергии, т.у.т.

$$B_{\text{год}} = b_{\text{э}} \times t_{\text{испол}} \times N_{\text{у}} \times k_{\text{испол}} = 450 \cdot 10^{-6} \times 8760 \times 700000 \times 0,8 = 2207520 (\text{т.у.т.})$$

$b_{\text{э}}$ – удельный расход топлива на выработанный кВтч, т.у.т./ кВтч;

$t_{\text{испол}}$ – количество часов в работе в год;

$N_{\text{у}}$ – установленная мощность, кВт;

$k_{\text{испол}}$ – коэффициент использования.

$\Pi_T = 830 \text{ руб./т.н.т}$ – цена добычи топлива, т.к. на КЭС используется уголь
разрез Черниговский, Б, ;

$\Pi_{\text{тр}} = 8,5$ – стоимость транспортировки топлива, руб/(т.н.т.*10 км) и
дальность транспортировки топлива 220 км;

$Q_p^H = 3740$ – низшая теплота сгорания натурального топлива, ккал/кг;

$p = 1,2\%$ – потери топлива при перевозке, разгрузке и хранении.

Из вышесказанного следует:

$$C_T = B_{\text{год}} \times \frac{7000}{Q_p^H} \times (\Pi_T + \Pi_{\text{тр}}) \times \left(1 + \frac{p}{100}\right),$$

$$I_{\text{топ}} = 2207520 \times \frac{7000}{3740} \times (830 \times 10^{-3} + 187 \times 10^{-3}) \times \left(1 + \frac{1,2}{100}\right) = 4252.384 (\text{тыс.руб})$$

16.3.2 Планирование издержек на заработную плату

Для расчета фонда оплаты труда, необходимо рассчитать нормативную численность промышленно-производственного персонала.

Нормативная численность персонала.

Для КЭС общей мощностью 700 МВт.

Штатный коэффициент отражает степень технического совершенства электростанций, единичную мощность агрегатов, качество топлива на КЭС, степень механизации, автоматизации, компьютеризации: $n_{шт} = 1,2 \frac{чел}{МВт}$

Общая численность персонала станции определяется путем умножения штатного коэффициента на установленную мощность:

$n_{перс} = n_{шт} \times N_y = 1,2 \times 700 = 840$ чел в том числе основной и вспомогательный персонал 640 человек, инженерно-технический персонал – 200.

Расчёт средств на оплату труда производится укрупнено в форме таблицы.

Для расчёта средств на оплату труда принимается минимальная тарифная ставка рабочего первого разряда по состоянию на 26.04.2016 года установленная в размере 5 493 руб. и эксплуатационный персонал 380 чел. Тарифный коэффициент принимается 1,76 [13].

Таблица 55 – Расчёт средств на оплату труда

№ п/п	Наименование показателя	Величина показателя
1.	Среднемесячная заработная плата одного рабочего первого разряда, руб.	5493
2.	Тарифный коэффициент, соответствующий средней ступени оплаты труда	1,76
3.	Среднемесячная тарифная ставка 1 ППП, руб. (п.1*п.2)	9 667,68
4.	Доплата к тарифу за вредные условия труда (п.3*5%) - в процентах от среднемесячной тарифной ставки - в руб. на человека	5 483,38
5.	Доплата к тарифу за многосменный режим работы (п.3*15%) - в процентах от среднемесячной тарифной ставки - в руб. на человека	15 1 450,15
6.	Текущее премирование, руб. ((п.3+п.4+п.5)*75%) - в процентах к тарифу, включая доплаты за вредные условия труда и многосменный режим работы - в руб. на человека	75 8 700,91
7.	Выплата вознаграждений за выслугу лет (п.3*12,5%) - в процентах от среднемесячной тарифной ставки	12,5

	- в руб. на человека	1 208,46
8.	Выплата вознаграждений по итогам работы за год (п.3*33%) - в процентах от среднемесячной тарифной ставки - в руб. на человека	33 3 190,33

Продолжение Таблица 55 – Расчёт средств на оплату труда

9.	Выплата районных коэффициентов и северных надбавок (п.3+п.4+п.5+п.6+п.7+п.8)*30% - в процентах к заработку - в руб. на человека	30 7 410,28
10.	ИТОГО расчётная средняя заработная плата ППП на одного человека в месяц, руб. (сумма п.п.3 – 9)	32 111,20
11.	Размер средств на оплату труда за год, руб. (п.10*12мес.)	385 334,39
12.	Нормативная численность ППП, чел.	520
13.	Размер средств на оплату труда ППП за год, тыс.руб. (п.11*п.12/1000)	200 373,88
14.	Дополнительная зарплата производственных рабочих (п.13*10%) - в процентах к заработку - тыс.руб.	10 20037,39
15.	Отчисления на соц. нужды по основной и дополнительной зарплате производственных рабочих, тыс.руб. (п.13+п.14)*30%) $I_{сн}$ - в процентах к заработку с доп.зарплатой - тыс.руб.	30 66123,38
16.	Итого расходы на заработную плату, тыс.руб. (п.13+п.14+п.15)	286534,65

16.3.3 Планирование годовых издержек на амортизацию

При линейном методе сумма амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества определяется исходя из первоначальной стоимости или текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования данного объекта.

Амортизационные отчисления определяются линейным способом, при норме амортизации = $3,2 \div 3,7$ % в. Годовые амортизационные отчисления определяются:

$$И_{ам} = \frac{K_{азс} \times H_{ам}}{100} = \frac{29400\ 000 \times 3,5}{100} = 1029000 (\text{тыс.руб})$$

16.3.4 Планирование годовых издержек на ремонт

Затраты на капитальный и текущий ремонты принимаем в размере 2% от капиталовложений в сооружение станции.

$$И_{рф} = \frac{K_{азс} \times 2\%}{100} = \frac{29400000 \times 2}{100} = 588000 (\text{тыс.руб})$$

16.3.5 Планирование прочих издержек

Величина прочих расходов приблизительно рассчитывается, исходя из структуры себестоимости производства энергии, и принимается в размере 20 % от суммы условно-постоянных расходов

$$\begin{aligned} И_{пр} &= \frac{20\%}{100} \times (И_{зн} + И_{ам} + И_{рф}) = 0,2(286534,65 + 1029000 + 588000) = \\ &= 380706,93 (\text{тыс.руб}) \end{aligned}$$

16.3.6 Годовые издержки на производство продукции

$$\begin{aligned} И_{общ} &= И_{топ} + И_{зн} + И_{ам} + И_{рф} + И_{пр} = \\ &= 4252,384 + 286534,65 + 1029000 + 588000 + 380706,93 = 1946793,964 (\text{тыс.руб}) \end{aligned}$$

Количество выработанной электроэнергии

$$\mathcal{E}_{выр} = t_{испол} \times N_y \times k_{испол} = 8760 \times 700 \times 0,8 = 4\ 905\ 600 (\text{МВтч})$$

$t_{испол}$ - количество часов в работе в год

N_y - установленная мощность, МВт

$k_{испол}$ - коэффициент использования.

Количество отпущенной электроэнергии

$$\mathcal{E}_{отп} = \mathcal{E}_{выр} - \mathcal{E}_{сн} = 0,9 \times \mathcal{E}_{выр} = 0,9 \times 4905600 = 4\,415\,040 (\text{МВтч})$$

При расчёте выручки от продажи электроэнергии считаем, что тариф на э/э принимается равным 1 руб./кВтч.

Объем продаж электроэнергии составит:

$$B = t \times \mathcal{E}_{отп} = 1 \cdot 4415040 \cdot 10^3 = 4415040 \text{ тыс.руб. в год.}$$

Планируемая прибыль от реализации составит

$$П = B - И_{общ} = 4415040 - 1946793,964 = 2468246,036 \text{ тыс.руб.}$$

Чистая прибыль (за минусом налогов на прибыль в размере 20%) всего по станции $ЧП = 0,8 \cdot П = 0,8 \cdot 2468246,036 = 1974596,82 \text{ руб.}$

16.4 Расчет эффективности

Для оценки коммерческой эффективности проекта используются следующие показатели:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- индекс доходности;
- внутренняя норма доходности;
- срок окупаемости инвестиций.

16.4.1 Расчет NPV (чистый дисконтированный доход)

Показывает чистый прирост активов фирмы за счет реализации проекта.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+r)^t}$$

где C_t – денежный поток от проекта в году t , определяется как сумма чистой прибыли и амортизации основных средств;

I_t - инвестиции в период t ;

r – норма дисконта;

n – количество лет, в течение которых, поступают денежные потоки от реализации проекта;

m – количество лет, в течение которых осуществляются инвестиции.

Произведем расчет с учетом ставки дисконтирования равной 0,1 и год приведения – четвертый год. Результаты данного расчета представлены в (Приложение А).

16.4.2 Расчет PI (индекс доходности)

Индекс доходности инвестиций (PI) показывает, сколько единиц текущей величины денежного потока приходится на единицу предполагаемых первоначальных затрат. Показатель PI показывает относительную прибыльность проекта или дисконтируемую стоимость денежных поступлений от проекта в расчете на единицу вложений. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{1}{I} \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = 1,144 (\text{за } 30 \text{ лет})$$

где

CF_t – поток денежных поступлений от инвестиционного проекта в период t ;

Так как $PI > 1$, то проект принимается.

16.4.3 Расчет IRR (внутренняя норма доходности)

Внутренняя норма доходности — это зеркальное отражение чистой приведенной стоимости (NPV); она базируется на тех же принципах. Чистая приведенная стоимость отражает стоимость определенной совокупности потоков наличности, которые приведены к текущему уровню с помощью коэффициента, представляющего собой минимальную желательную прибыльность вложений, часто равную стоимости капитала компании.

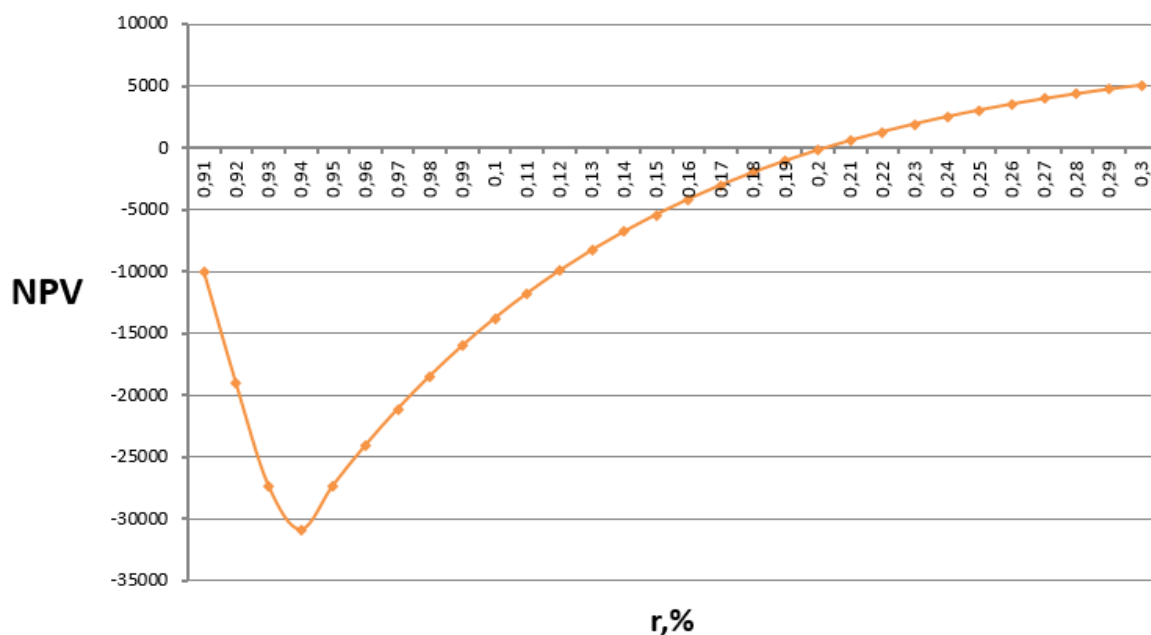


Рисунок – 21 Внутренняя норма доходности

Как видно из данного графика - ставка дисконтирования, при которой NPV равно нулю составляет, примерно, 21%.

16.4.4 Расчет срока окупаемости станции

Срок окупаемости инвестиций – время, которое требуется, чтобы инвестиция обеспечила достаточные поступления денег для возмещения инвестиционных расходов.

Общая формула для расчета срока окупаемости инвестиций:

$$\text{Ток} = n, \text{ при котором } \sum_{t=1}^n CF_t > I_0, \text{ где}$$

Ток (PP) - срок окупаемости инвестиций;

n - число периодов;

CF_t - приток денежных средств в период t;

I_0 - величина исходных инвестиций в нулевой период.

Период окупаемости данного проекта составляет 20 лет, т.е. сумма NPV нарастающим итогом становится положительной, что свидетельствует о том, что проект себя окупил.

Таблица 56 – Основные показатели эффективности проекта

Показатель	Значение
Капиталовложения, $K^{кэс}$	29 400 000 (тыс. руб.)
Чистая прибыль, ЧП	5506580,8288 (тыс. руб.)
Чистый приведенный доход, NPV	3921,391 (тыс. руб.)
Внутренняя норма доходности, IRR	11% 21%
Индекс доходности, PI	1.144(за 30 лет)
Срок окупаемости, PP	20 лет

Показатели эффективности, приведенные в таблице 25, показывают, что проект целесообразен с экономической точки зрения. При общем объеме затрат равному 1946793,964 тыс.руб. капитальные вложения в проект КЭС 700 МВт окупаются при ставке 10% через 20 лет. Чистый приведенный доход за рассматриваемый период положителен, индекс доходности превышает единицу к тридцати годам. Внутренняя норма доходности составила 21% это говорит об имеющемся финансовом запасе прочности проекта.

В данном разделе нами был произведен расчёт экономических показателей для проектируемой станции, по результатам которых потенциальные инвесторы могут принять решение об участии в реализации этого проекта.

Результаты расчета показали, что в современных условиях при строительстве КЭС мощностью 700 МВт потребуются капитальные вложения в размере 30 млн.руб. На КЭС будет использоваться уголь Черниговского разреза, Б, стоимостью 830 руб./т.н.т., таким образом расходы на топливо составят 4800,23 тыс.руб.

Так же при общем объеме затрат 1946793,964 тыс.руб. капитальные вложения в проект по прогнозам окупятся на двадцатый год при ставке дисконтирования равной 10%.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что данный проект строительства КЭС может быть реализован в долгосрочной перспективе, так как в современных условиях рыночной экономики требуются достаточно большие капитальные вложения при полном сроке окупаемости (с учетом индекса доходности) около 30 лет.