

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

Институт: Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ использования газотурбинных и парогазовых технологий для теплофикации

УДК_ 621.438:696.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	Шмидт Александр Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузмина	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.Э. Гусельников	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Институт Электронного обучения
Специальность подготовки 140101 Тепловые электрические станции
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Шмидт Александр Викторович

Тема работы:

Анализ использования газотурбинных и парогазовых технологий для теплофикации

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№1815/с от 10.03.2016г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

8 июня 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные учебных, специальных справочных и периодических источников.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обоснование темы. 2. Анализ основных схем парогазовых электростанций. 3. Выбор типа установки. 4. Расчет газотурбинной установки. 5. Анализ показателей тепловой эффективности ГТУ и ПГУ. 6. Оценка взаимодействия ПГУ с окружающей внешней средой. 7. Заключение. Обобщение результатов анализа

Перечень графического материала	Тепловые схемы ГТУ и ПГУ. Результаты анализа.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	3 декабря 2015 года
---	----------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры АТЭС	Мартышев Владимир Николаевич	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б12	Шмидт Александр Викторович		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код рез ульт тат а	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	

P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и

	других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приёмке и освоению вводимого оборудования.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 57 с., 7 рисунков, 6 таблиц, 10 источников, 1 чертёж, 1 приложение.

Ключевые слова: ГТУ, ПГУ, ПАРОВАЯ ТУРБИНА, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ, КПД, ГТС, КОМПРЕССОР, ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЙ РЕЖИМ, ПАРОВОЙ ЦИКЛ, ПРОЦЕСС РАСШИРЕНИЯ.

Объектом исследования является (ются): газотурбинные и парогазовые установки для теплофикации.

Цель работы – анализ использования газотурбинных и парогазовых технологий для теплофикации.

В процессе исследования проводились: _____

В результате исследования: _____

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: _____

Степень внедрения: _____

Область применения: _____

Экономическая эффективность/значимость работы: _____

В будущем планируется: _____

Оглавление

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
РЕФЕРАТ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
1 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ.....	11
2 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СХЕМ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК	12
3 ВЫБОР И ПОСТРОЕНИЕ ТИПА УСТАНОВКИ.....	19
4 РАСЧЕТ ГТУ	25
5 АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГТУ И ПГУ.	30
6 ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПГУ С ОКРУЖАЮЩЕЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ.....	33
7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА.....	36
8 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	37
9 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Энергетика в каждой стране является главным разделом экономики, стратегически важным для государства. От состояния и развития энергетики зависят стабильность и энерговооружённость других отраслей экономики, а также должны их темпы роста. Энергетика способствует развитию и усовершенствованию технологий, а также вместе с другими факторами совершенствует уровень жизни населения. Независимость энергетики страны от импортных ресурсов, обеспечивает высокую позицию государства на международном политическом уровне, так же как на оборонном вооружённом комплексе.

Электроэнергия в промышленности вырабатывается путём промежуточного преобразования тепловой энергии в механическую. Получение электроэнергии из тепла с большим КПД без преобразования в механическую работу было бы серьёзным шагом вперёд. Отпала бы надобность в ТЭС и АЭС, использовании тепловых двигателей, которые в своё время сложны в эксплуатации и обслуживании, требуют высокого уровня подготовки и знаний квалифицированного персонала. Современные технологии не позволяют на данный момент создать более мощную установку для выработки электроэнергии из тепловой. Все установки такого вида не могут обеспечить достойную выработку электроэнергии, работают кратковременно либо с малыми мощностями, сильно зависимы от внешних факторов, такие как погодные условия, время суток. Поэтому тип таких установок не имеет достаточную стабильность в энергоснабжении.

Из за этого тепловой двигатель является неотъемлемой частью тепловых электростанций. Одно из важных направлений в теплоэнергетике является развитие парогазовых (ПГУ) и газотурбинных (ГТУ) установок. Эти установки имеют сложную конструкцию как основного так и вспомогательного оборудования, а также управления и режим работы. Схема с ПГУ на природном газе в конденсационном режиме превышает 58% электрического КПД

Множество различных тепловых схем ПГУ, имеющие свои различия и особенности, реализованы в энергетике. Производится постоянная модернизация узлов и элементов схемы, так и их оптимизация. Показателем качества энергоустановки является её КПД и надёжность.

В данной работе особое внимание хочу уделить, анализу газотурбинной и парогазовой ТЭЦ.

1 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ

2 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СХЕМ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

3 ВЫБОР И ПОСТРОЕНИЕ ТИПА УСТАНОВКИ

4 РАСЧЕТ ГТУ

5 АНАЛИЗ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГТУ И ПГУ

6 ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПГУ И ГТУ С ОКРУЖАЮЩЕЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ

7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б12	Шмидт Александр Викторович

Институт		Кафедра	
Уровень образования		Направление/специальность	

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1.Перспективы развития газотурбинных установок для энергетики Прочие расходы: Проектировщик - инженер Руководитель – ассистент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2.Принять на основании произведённых расчётов и из анализа отчётов объекта исследования
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3.Отчисления на собственные нужды 30% Районный коэффициент 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.Формирование плана на разработку проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.Смета затрат на проект.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3.Анализ ГТУ и ПГУ для теплофикации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры менеджмента	Кузьмина Наталья Геннадьевна.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б 12	Шмидт Александр Викторович		

8 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

8.1 Расчёт затрат на проектирование и проведение ВКР

Для выполнения работы, составляется план, в нем подсчитывается по пунктам трудоёмкость работ, количество участвующих в проекте, расходы и текущие затраты: заработная плата, социальные отчисления.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объёма трудоёмкости отдельных видов работ сведена в таблице № 8.1

Таблица 8.1- Перечень работ и оценки времени их выполнения

Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
	Инженер	Руководитель
1 Составление и выдача задания	1	1
2 Подборка данных по ГТУ и ПГУ	20	1
3 Составление плана работы	10	1
4 Анализ схем ГТУ и ПГУ	4	
5 Консультация по выбору схемы для расчёта ГТУ		2
6 Расчёт простейшего ГТУ	14	
7 Анализ и расчёт тепловой эффективности ПГУ	4	
8 Оценка взаимодействия с окружающей средой ПГУ	3	
9 Заключение анализа по проделанной работе	4	
10 Проверка и утверждение проделанной работы		11
11 Итого	60	6

8.2 Расчёт сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на расчёт проект

$$K_{np} = I_{mat} + I_{am} + I_{zn} + I_{co} + I_{np} + I_{nr};$$

Где : I_{mat} – материальные затраты, руб.;

I_{am} – затраты на амортизацию, руб.;

I_{zn} – затраты на заработанную плату, руб.;

I_{co} – затраты на социальные отчисления, руб.;

I_{np} – прочие затраты, руб.;

I_{nr} – накладные расходы, руб.

8.2.1 Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы была истрачена: бумага формата А-4, А-1 для принтеров, краска на принтере, канцелярские товары.

Материальные затраты принимаем 900руб.

8.2.2 Амортизация основных фондов и нематериальных актив

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице № 8.2

Таблица 8.2 – Основные фонды

Вид техники	Количество	Стоимость техники, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Иам.
Компьютер	1	45000 руб.	20%	1480 руб.
Ноутбук	1	31000 руб.	20%	1019 руб.
Принтер	1	7000 руб.	20%	230 руб.

Амортизационные отчисления найдём по формуле:

$$И_{ам} = \frac{T_{исп.к.п}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}}$$

Где:

$Ц_{к.т.}$ - цена компьютерной техники;

$T_{ам.}$ – срок службы;

принимаем $T_{ам.} = 5$ лет (компьютер, принтер, ноутбук);

T - время использования основных фондов (в днях).

$$И_{ам. Комп} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 45000 \cdot \frac{1}{5} = 1480 \text{ руб.}$$

$$И_{ам. Ноут} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 31000 \cdot \frac{1}{5} = 1019 \text{ руб.}$$

$$И_{ам. Прин.} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам.}} = \frac{60}{365} \cdot 7000 \cdot \frac{1}{5} = 230 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$И_{ам.осн}^{\Sigma} = И_{ам.комп} + И_{ам.ноут.} + И_{ам.прин.} = 1480 + 1019 + 230 = 2729 \text{ руб.}$$

$$И_{ам.осн} = 1480 + 1019 + 230 = 2729 \text{ руб.}$$

8.3.1 Расчёт фактической заработной платы

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле

$$И_{факт.зн} = \frac{И_{мес.пл}}{T} \cdot n$$

Где: T – число рабочих дней в месяце = 21 день;

n – количество фактически затраченных дней,

для инженера $n = 60$ дней, а для руководителя $n = 6$ дней. Данные берем согласно

таблицы № 8.1

Расчёт средней заработной платы в месяц

Зарплата инженера

$$Имес.з.ин = ЗПо \cdot K1 \cdot K2$$

Зарплата руководителя

$$Имес.зп.рук = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2$$

Где: Зпо – заработная плата в месяц;

$K1=1,1(10\%)$ – учебный отпуск;

$K2=1,3(30\%)$ – районный коэффициент;

Инженер – ЗПо = 14500руб.;

Д - доплата за ассистента = 1900руб.;

Ассистент ЗПо = 14500руб.

Расчёт зарплаты инженера и руководителя:

$$Имес.зп.ин = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20750 \text{ руб.}$$

$$Имес.зп.рук = (14500 \cdot 1,1 + 1900) \cdot 1,3 = 23205 \text{ руб.}$$

Расчёт фактической заработной платы

$$Ифакт.зп.ин = \frac{Имес.зп.ин}{T} \cdot n = \frac{20750}{21} \cdot 60 = 59242,8 \text{ руб.}$$

$$Ифакт.зп.рук = \frac{Имес.зп.рук}{T} \cdot n = \frac{23205}{21} \cdot 6 = 6630 \text{ руб.}$$

8.4 Социальные отчисления

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП.

$$\text{ФЗП} = Ифакт.зп.ин + Ифакт.зп.рук = 59242,8 + 6630 = 65872,8 \text{ руб.}$$

$$И_{соц.} = 30\% \cdot \text{ФЗП} = 0,3 \cdot 65872,8 = 19761,84 \text{ руб.}$$

8.5 Прочие затраты

Прочие затраты это $10\% \cdot \sum$ всех предыдущих затрат.

$$И_{пр} = 10\% \cdot (И_{мат} + И_{ам} + И_{зн} + И_{соц}) = 0,1 \cdot (900 + 2729 + 65872,8 + 19761,84) = 8926,3 \text{ р.}$$

8.6 Накладные расходы

При выполнении проекта на базе НИТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$I_{HP} = 2 \cdot I_{ЗП}^{\Sigma} = 2 \cdot 65872,8 = 131745,6 \text{ руб.}$$

Затраты на расчёт на проектирование и проведение ВКР

$$K_{np} = 900 + 2729 + 65872,8 + 19761,84 + 8926,3 + 131745,6 = 229935,5 \text{ руб.}$$

Таблица 8.3 – Свод данных расчёта

Элемент затрат	Стоимость, руб.
1 Материальные затраты	900
2 Амортизация	2729
3 Заработанная плата	Инженер - 20750 Ассистент - 23205
4 Социальные отчисления	19761,84
5 Прочие затраты	8926,3
6 Накладные расходы	131745,6
7 ВКР	229935,5

В данной работе были рассмотрены подробные схемы ПГУ (парогазовые установки) и ГТУ (газотурбинные установки) различных типов и мощностей для теплофикации. Анализ установок выявил, что перевод существующих, эксплуатируемых ТЭЦ на парогазовые установки с элементами газовых турбин, ведёт к повышению КПД всей станции (10-15%), а так же её

экономичности. Огромным плюсом является манёвренность ГТУ и безотказность запусков (95-97%), что облегчает её эксплуатацию. Анализ работы показал, что отработанное тепло в ГТУ можно использовать не только в регенерации цикла, но и для подогрева воды для нужд населения и производства. Но самым главным достоинством является, низкая стоимость ГТУ (по сравнению с паровыми двигателями подобной мощности в 1,5-2 раза ниже) и ее монтаж за короткий срок. На данный момент в России переоборудованием ТЭЦ заинтересованы всерьёз, так как введение ГТУ является серьёзным шагом в модернизации энергетики, при минимальных затратах.

9 Социальная ответственность

9.1 Производственная безопасность

9.1.1 Промышленная санитария

9.1.2 Освещённость производственных помещений

9.1.3 Системы вентиляции производственных помещений

9.1.4 Защита персонала от вредных воздействий производственной вибрации, шума

9.2 Опасные факторы

9.2.1 Пожарная безопасность

9.2.2 Электробезопасность

9.2.3 Механизмы рабочего оборудования

9.2.4 Тепловые излучения и опасность термического ожога

9.3 Экологическая безопасность

9.3.1 Вредные выбросы

9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Приложение А