

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	<b>Код модуля</b> 1118793  Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП 3 «Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике»
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 1 октября 2015 г., № 1081

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Чернова Марина Борисовна		преподаватель-лектор	Тепловых электрических станций	
2	Вальцев Николай Владимирович		ст. преподаватель	Тепловых электрических станций	
3	Фадюшина Маргарита Петровна		преподаватель-лектор	Тепловых электрических станций	

**Руководитель модуля**

М.П. Фадюшина

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.И. Денисенко

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль**

**Е.В. Черепанова**

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

1.1. Объем модуля – 9 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части (по выбору вуза) образовательной программы и направлен на формирование результатов обучения в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской и организационно-управленческой деятельности. Модуль направлен на формирование необходимых теоретических знаний о принципах работы, конструкциях основного тепломеханического оборудования электростанций, сути процессов протекающих в нем. Рассматриваются различные режимы работы оборудования, методики его расчета, способы безопасной эксплуатации.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Котельное оборудование тепловых электрических станций	5	51	17	17	85	77	18	180	5
2.	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	6	34	34	-	68	58	18	144	4
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>85</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>153</b>	<b>135</b>	<b>36</b>	<b>324</b>	<b>9</b>

## 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	(ВВ) Котельное оборудование тепловых электрических станций (пререквизит); (ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций (постреквизит)
3.2.	Корреквизиты	

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

##### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля	Универсальные компетенции (УОК, УОПК, УПК), формируемые при освоении модуля для нескольких ОП
13.03.01/ 01.01	РО-О5. Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля	ОПК-1 – способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; ПК-1 – способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; ДПК-2.7 – способность разрабатывать проекты узлов и деталей энергетического оборудования;	
	РО-О6. Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию	ДПК-1.5 – способность составлять организационно-технологическую документацию; ДПК-2.4 – способность оперативно принимать рациональные решения при возникновении аварийной ситуации на тепловой электрической станции; ДПК-3.7 – способность разрабатывать планы, программы, методики, связанные с автоматизацией технологических процессов и производств в энергетике, инструкции по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации и управления, программного обеспечения, другие текстовые документы, входящие в конструкторскую и технологическую документацию.	

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОПК-1	ПК-1	ДПК-1.5	ДПК-2.4	ДПК-2.7	ДПК-3.7
1	(ВВ) Котельное оборудование тепловых электрических станций	*	*	*		*	*
2	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	*	*		*	*	*

#### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

**5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:** 3,5 (учебный план №5065), 3,75 (учебный план № 6009).

Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

**5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:**

Не предусмотрено.

**5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)**

### **5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

#### **5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### **5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

#### **5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю.**

Не предусмотрено.

#### **5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.**

Не предусмотрено.

### **6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	<b>Код модуля</b> 1118793  Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 1 октября 2015г., № 1081

Екатеринбург, 2016



Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Фадюшина Маргарита Петровна		преподава- тель-лектор	Тепловые электрические станции	

**Руководитель модуля**

М.П.Фадюшина

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.И.Денисенко

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Котельное оборудование тепловых электрических станций» входит в модуль «Тепломеханическое оборудование тепловых электрических станций» и совместно с другой дисциплиной модуля, которая изучается позднее, «Турбины тепловых и атомных электрических станций» формирует необходимые теоретические знания о принципах работы, конструкциях основного и вспомогательного тепломеханического оборудования тепловых электростанций, сути процессов, протекающих в нем.

В дисциплине изучается основное оборудование ТЭС – котельные агрегаты, а также их вспомогательное оборудование – топливоприготовление, тягодутьевые установки и золоуловители. Рассматриваются различные режимы работы оборудования, методики его расчета, способы безопасной эксплуатации. Полученные знания, умения и навыки студент будет применять в других учебных курсах и профессиональной сфере.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-05, РО-06):

РО-05. Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля.

РО-06. Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию.

- способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способность разрабатывать проекты узлов и деталей энергетического оборудования (ДПК-2.7);
- способность составлять организационно-технологическую документацию (ДПК-1.5);
- способность разрабатывать планы, программы, методики, связанные с автоматизацией технологических процессов и производств в энергетике, инструкции по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации и управления, программного обеспечения, другие текстовые документы, входящие в конструкторскую и технологическую документацию (ДПК-3.7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

технологии производства пара на ТЭС, конструкции, характеристики и принцип работы паровых котлов;  
характеристики энергетического топлива и способы его подготовки к сжиганию, основы теории горения, характеристики различных видов топок;  
особенности различных видов поверхностей нагрева, их компоновку, факторы, влияющие на теплообмен;

стандартные методики расчета котлов;  
факторы, влияющие на эффективность работы котельных установок, способы ее повышения

Уметь:

анализировать техническое состояние котельной установки и парового котла;  
самостоятельно принимать решения в процессе эксплуатации котлоагрегатов,  
поддерживать оптимальный режим, обеспечивать безопасность работы подчиненного персонала;  
проводить тепловой расчет котлов по стандартным методикам;  
сравнивать различные типы котлов, их элементы и вспомогательное оборудование и выбирать наиболее соответствующие требованиям и условиям производства.

Владеть:

методиками выбора котельного оборудования;  
стандартными методиками теплового расчета котельных установок;  
навыками организации и проведения необходимых испытаний отдельных элементов и котельной установки в целом;  
навыками работы с каталогами и справочной литературой для поиска данных по определению характеристик и проведению расчетов котельных установок;  
навыками применения знаний фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов дисциплин для анализа процессов, происходящих в котельной установке.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>77</b>	<b>16.75</b>	<b>77</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2.33</b>	Экзамен <b>18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>104.08</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
<b>P1</b>	<b>Введение</b>	Схема современной котельной установки и краткая характеристика процессов, происходящих в котельных агрегатах.
<b>P2</b>	<b>Энергетическое топливо</b>	Элементный состав топлива. Теплота сгорания топлива, высшая и низшая. Химический состав и свойства природных горючих газов. Условное топливо. Приведенные характеристики топлива.
<b>P3</b>	<b>Продукты сгорания топлива</b>	Способы сжигания топлива. Состав продуктов сгорания топлива при полном и неполном горении топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объемы и энтальпии продуктов сгорания при сжигании твердого, жидкого и газового топлива.
<b>P4</b>	<b>Тепловой баланс котельного агрегата</b>	Уравнение теплового баланса, располагаемая и использованная теплота и коэффициент полезного действия котельного агрегата. Потери теплоты, их анализ и способы определения. Определение КПД по прямому и обратному балансу.
<b>P5</b>	<b>Подготовка твердого топлива к сжиганию в камерных топках</b>	Свойства и характеристики угольной пыли. Оптимальная тонкость помола. Конструкции и работа угольных мельниц. Системы пылеприготовления и их элементы.
<b>P6</b>	<b>Топочные процессы</b>	Скорости химических реакций. Нормальная скорость распространения пламени. Скорость распространения пламени при турбулентном режиме. Кинетическое и диффузионное горение газового топлива. Кинетический и диффузионный режимы горения твердого топлива. Свободная затопленная неизотермическая струя.
<b>P7</b>	<b>Камерные топки для сжигания твердого топлива</b>	Основные функции топки для сжигания твердого топлива. Устройство и работа круглых и прямоточных щелевых горелок. Схемы компоновок горелок.
<b>P8</b>	<b>Топки для сжигания газового и жидкого топлив</b>	Особенности конструктивного оформления топок для сжигания газа и мазута. Подготовка жидкого топлива к сжиганию. Схемы форсунок для распыливания мазута. Газомазутные горелки.
<b>P9</b>	<b>Поверхности нагрева и их компоновка</b>	Испарительные поверхности барабанных и прямоточных котлов. Пароперегреватели и их классификация. Конструкции конвективных, полурadiационных (ширмовых) и радиационных пароперегревателей. Факторы, влияющие на температуру перегрева пара. Паровое регулирование температуры острого пара с помощью пароохладителей. Паровое регулирование температуры вторичного пара с помощью паропаровых теплообменников и допол-

		нительной поверхности пароперегревателя. Газовое регулирование.
<b>P10</b>	<b>Низкотемпературные поверхности нагрева</b>	Назначение и конструкция водяного экономайзера. Устройство стального трубчатого воздухоподогревателя Конструкция регенеративного вращающегося воздухоподогревателя. Двухступенчатая компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева.
<b>P11</b>	<b>Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет котельного агрегата</b>	Особенности теплообмена в топке. Расчет теплообмена в топочной камере. Лучистый теплообмен в газоходах котла. Конвективный теплообмен. Коэффициенты теплопередачи для змеевиковых поверхностей и воздухоподогревателей. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котельного агрегата.
<b>P12</b>	<b>Каркас, обмуровка и тепловая изоляция</b>	Каркас, обмуровка, тепловая изоляция, их элементы и конструктивные особенности.

### **3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

#### **3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплин**



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
Р4	1	Балансовое испытание котельного агрегата	17
<b>Всего:</b>			<u>17</u>

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
Р3	1	Расчет объемов воздуха, продуктов сгорания и энтальпий	4
Р4	2	Расчет потерь теплоты и КПД котла	4
Р11	3	Расчет конвективных поверхностей нагрева	9
<b>Всего:</b>			17

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Определение КПД котельного агрегата и расчетного расхода топлива (по вариантам)

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

###### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

###### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

###### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

###### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Тепловой расчет котельного агрегата (по вариантам)

###### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

###### Контрольная работа № 1.

Дать определение полного и неполного горения топлива.

Дать определение коэффициента избытка воздуха.

Записать выражения для определения состава объемов продуктов сгорания при полном и неполном горении топлива.

Записать уравнения для определения объемов и энтальпий продуктов сгорания при сжигании твердого, жидкого и газового топлив.

###### Контрольная работа № 2.

Записать уравнение теплового баланса котельного агрегата.

Записать выражения для определения располагаемой теплоты рабочей массы топлива,

использованной теплоты и коэффициента полезного действия котельного агрегата. Перечислить потери теплоты, входящие в уравнение теплового баланса котельного агрегата, проанализировать их и записать выражения для их определения.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1					*							
P2					*							
P3					*							
P4			*		*							
P5			*		*							
P6			*									
P7					*							
P8			*									
P9			*		*							
P10					*							
P11			*									
P12					*							

#### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

#### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

#### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)



## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **9.1.1.Основная литература**

1. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006 - 592 с.
2. Липов Ю.М. Тепловой расчет парового котла (учебное пособие для вузов). Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001 - 176 с.
3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание третье, переработанное и дополненное. Санкт-Петербург: ВТИ, НПО ЦКТИ, 2008 - 258 с.

#### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Тепловые и атомные электростанции: Справочник. Под общ.ред.А.В.Клименко В.М.Зорина. 3-е изд., переработанное и дополненное. М.: Издательство МЭИ, 2003 - 648 с.
2. Каталог-справочник Подольского машиностроительного завода. Подольск: ОАО «Машиностроительный завод ЗиО-Подольск», 2006.

### **9.2.Методические разработки**

1. Фадюшина М.П. Тепловой расчет котельных агрегатов. Методические указания к выполнению курсового проекта. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007 - 76 с.
2. Фадюшина М.П, Балансовое испытание парового котла: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Котельные установки и парогенераторы». Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007 - 14 с.

### **9.3.Программное обеспечение**

Программа по расчету топочных процессов SigmaFlow

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

[http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/mas/](http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/) - база данных по котельным установкам и парогенераторам

### **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекционные аудитории Т-1002, Т-1003 аудитория практических работ Т-010, аудитория лабораторных работ Т-036. Действующее оборудование ТЭС ТГК-9 и ОГК-5

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2.** Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016г., в том числе, **коэффициент значимости курсового проекта – 0,5.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**5 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	5, 1-17	54
Контрольная работа № 1	5, 4	23
Контрольная работа № 2	5,6	23
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4 тек.лек.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6 пром.лек.</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Выполнение практических заданий на занятии	5, 1-8	36
Домашняя работа	5, 6	64
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0 тек.практ.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Выполнение лабораторной работы № 1	5, 12	40
Защита отчета по лабораторной работе № 1	5, 13	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0 тек.лаб.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Формирование содержания курсового проекта	5, 5-14	80
Подготовка доклада к защите	6, 15	20
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,4</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,6</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	<b>1,0</b>

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.fepo.rfu](http://www.fepo.rfu)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции,	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, опера-	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с

	алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	ции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС;

- в случае балльной оценки по тесту (блоку, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;

- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения курсового проекта

**Задание № 1.** Выполнить тепловой расчет котельного агрегата ПК-14

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

Графическая часть: продольный разрез котельного агрегата; поперечный разрез котельного агрегата.

Особые дополнительные сведения: топливо – природный газ Бухара-Урал, температура уходящих газов 130<sup>0</sup>С.

**Задание № 2.** Выполнить тепловой расчет котельного агрегата БКЗ-320

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

Графическая часть: продольный разрез котельного агрегата; поперечный разрез котельного агрегата.

Особые дополнительные сведения: топливо – Богословский уголь, температура уходящих газов 150<sup>0</sup>С.

**Задание № 3.** Выполнить тепловой расчет котельного агрегата БКЗ-75

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

Графическая часть: продольный разрез котельного агрегата; поперечный разрез котельного агрегата.

Особые дополнительные сведения: топливо – Экибастузский уголь, температура уходящих газов  $140^{\circ}\text{C}$ .

### 8.3.2. Примерные задания для проведения контрольных работ

**Контрольная работа № 1.** При лабораторных исследованиях был получен элементный состав кузнецкого угля марки СС на горючую массу:

$C^r = 84\%$ ,  $H^r = 4,5\%$ ,  $N^r = 2,0\%$ ,  $O^r = 9\%$ ,  $S^r = 0,5\%$ .

Влажность и зольность топлива при его анализе составила:  $W^p = 12\%$ ,  $A^p = 11,4\%$ .

Определить состав рабочей массы топлива.

**Контрольная работа № 2.** При балансовом испытании котельного агрегата, работающего на экибастузском угле, были измерены величины:

паропроизводительность  $D = 420$  т/ч

давление перегретого пара  $p_{пп} = 140$  кгс/см<sup>2</sup>

температура перегретого пара  $t_{пп} = 570^{\circ}\text{C}$

давление питательной воды  $p_{пв} = 170$  кгс/см<sup>2</sup>

температура питательной воды  $t_{пв} = 230^{\circ}\text{C}$

присосы воздуха в конвективных поверхностях нагрева - 0,45

температура уходящих газов -  $140^{\circ}\text{C}$ .

Рассчитать КПД котельного агрегата по обратному тепловому балансу и определить расчетный расход топлива  $B_p$ .

### 8.3.3. Примерные задания для проведения домашней работы

**Задание № 1.** Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 320 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара  $140$  кг/см<sup>2</sup>, температура перегретого пара  $570^{\circ}\text{C}$ , температура питательной воды  $230^{\circ}\text{C}$ , температура уходящих газов  $140^{\circ}\text{C}$ . Топливо – Челябинский БЗР.

**Задание № 2.** Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 480 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара  $140$  кг/см<sup>2</sup>, температура перегретого пара  $570^{\circ}\text{C}$ , температура питательной воды  $230^{\circ}\text{C}$ , температура уходящих газов  $130^{\circ}\text{C}$ . Топливо – Кузнецкий ГР.

**Задание № 3.** Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 210 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара  $100$  кг/см<sup>2</sup>, температура перегретого пара  $510^{\circ}\text{C}$ , температура питательной воды  $215^{\circ}\text{C}$ , температура уходящих газов  $150^{\circ}\text{C}$ . Топливо – Карагандинский КР.

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Схема современной котельной установки
2. Тепловой баланс котельного агрегата. Потери теплоты
3. Потеря теплоты с уходящими газами, ее зависимость от конструктивных и эксплуатационных факторов
4. Параметры пара современных паровых котлов. Условные обозначения паровых котлов по ГОСТу
5. Разновидности паровых котлов по организации циркуляции воды
6. Определение КПД котельного агрегата по прямому и обратному балансу
7. Элементный состав твердого и жидкого топлива. Рабочая, сухая и горючая масса

8. Определение теоретически необходимого объема воздуха для сжигания 1 кг твердого или жидкого топлива
9. Расчет объемов продуктов сгорания по элементному составу твердого и жидкого топлива
10. Теплота сгорания топлива, высшая и низшая
11. Условное топливо, приведенные характеристики топлива
12. Зерновая характеристика угольной пыли, способы ее получения. Уравнение зерновой характеристики. Определение остатка на любом сите
13. Конструктивная схема и работа шаровой барабанной и молотковой мельниц
14. Экраны барабанных паровых котлов с естественной циркуляцией
15. Конструктивная схема экранов прямоточных котлов
16. Типы пароперегревателей
17. Способы регулирования температуры перегретого пара
18. Назначение и конструктивное выполнение водяных экономайзеров
19. Конструкции трубчатого и регенеративного вращающегося воздухоподогревателей
20. Двухступенчатая компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева
21. Способы защиты воздухоподогревателей от низкотемпературной коррозии

**8.2.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не используются

**8.2.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не используются

**8.2.9. Интернет-тренажеры**

Не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	<b>Код модуля</b> 1118793  Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 2016



Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Голошумова Вера Николаевна	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели	

**Руководитель модуля**

М.П. Фадюшина

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.И. Денисенко

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль**

**Е.В. Черепанова**

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» входит в модуль «Тепломеханическое оборудование тепловых электрических станций» и изучается после другой дисциплины модуля «Котельное оборудование тепловых электрических станций».

Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению – Теплоэнергетика и теплотехника.

Современные паровые и газовые турбины являются основными двигателями ТЭС, ТЭЦ и АЭС, значение которых для энергетики определяется всё возрастающими потребностями России в электроэнергии.

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о физических и технологических процессах, протекающих в турбинной ступени, в многоступенчатой турбине, в турбоустановке для ТЭС, ТЭЦ и АЭС.

Задачами изучения дисциплины является овладение методами термодинамического и расчетов на прочность при проектировании паровых турбин, теплотехнического оборудования, а также расчетов их технико-экономических показателей.

## **1.2. Язык реализации программы - русский**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-05, РО-06):

РО-05. Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля.

РО-06. Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию.

способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

способность разрабатывать проекты узлов и деталей энергетического оборудования (ДПК-2.7);

способность оперативно принимать рациональные решения при возникновении аварийной ситуации на тепловой электрической станции (ДПК-2.4) ;

способность разрабатывать планы, программы, методики, связанные с автоматизацией технологических процессов и производств в энергетике, инструкции по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации и управления, программного обеспечения, другие текстовые документы, входящие в конструкторскую и технологическую документацию (ДПК-3.7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы рабочих процессов в энергетических установках, аппаратах и машинах;
- технический прогресс в энергетическом машиностроении;
- критерии подобия и методы моделирования физических процессов
- физическую сущность процессов на частичных режимах и их влияние на надежность и экономичность энергоустановок;
- методы расчета и оптимизации переменных режимов;
- основные режимы работы энергоустановок.

Уметь:

- выполнять аналитические расчеты и графический анализ данных
- использовать вычислительную технику при решении различных задач, связанных с переменным режимом энергоустановок;
- анализировать и оптимизировать переменные режимы;
- разрабатывать пусковые схемы и рассчитывать переменные режимы.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы в современных программных продуктах, позволяющих проектировать, моделировать и управлять жизненным циклом энергетических установок;
- вычислительной техникой, навыками применения современных технологий компьютерного моделирования, технологий конструирования и проектирования;
- практическими навыками для определения эффективности конкретных пусковых схем и работы оборудования;
- навыками решения задач, возникающих при анализе различных режимов работы энергоустановок.

#### 1.4.Объем дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>58</b>	<b>14,20</b>	<b>58</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Э, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>144</b>	<b>84,53</b>	<b>144</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>4</b>		<b>4</b>

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Введение	Содержание дисциплины «Турбины тепловых и атомных электрических станций». Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года. Сокращение потребления природного газа и перспективы развития электроэнергетики: «атомный» и «парогазовый» сценарий.
Р2	Турбинная ступень	Уравнения равновесия и движения жидкостей: уравнение неразрывности, уравнение сохранения энергии, уравнение количества движения, термическое уравнение состояния, калорическое уравнение состояния. Течение пара через сопла и каналы. влияние сил трения. определение размеров сопл при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях Ступень турбины: преобразование энергии в ступени турбины. Расчет и построение треугольников скоростей, мощность и работа ступени, Относительный лопаточный КПД осевой ступени паровой турбины. Относительный внутренний КПД осевой ступени паровой турбины.
Р3	Многоступенчатые турбины	Процесс расширения пара в многоступенчатой турбине. Влияние начального давления, начальной температуры и температуры промперегрева, конечного давления на мощность паровой турбины Выбор конструкции проточной части. Предельная мощность однопоточной турбины. Распределение тепловых потерь между ступенями. основные параметров системы смазки. Особенности смазывания узлов на неустановившихся режимах.
Р4	Конденсационные турбины	Оптимальный профиль ТЭС будущего. Особенности конструкции паровых турбин утилизационных ПГУ. Особенности конструкции паровых турбин на суперсверхкритические и ультрасверхкритические параметры пара. Особенности конструкции паровых турбин утилизационных ПГУ Способы парораспределения и их влияние на тепловой процесс турбины. Система концевых уплотнений паровой турбины. Конденсационная установка Система смазки, регулирования и защиты паровых турбин.

<b>P5</b>	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	Турбины с противодавлением. Турбины с одним промежуточным регулируемым отбором пара. Турбины с регулируемым отбором пара и противодавлением. Многоступенчатый подогрев сетевой воды. Диаграммы режимов теплофикационных турбин Особенности конструкции теплофикационных паровых турбин утилизационных ПГУ.
<b>P6</b>	Паровые турбины АЭС	Особенности конструкции турбин АЭС и факторы их определяющие. Единичная мощность турбин и влияние пропускной способности выхлопа, давления в конденсаторе, частоты вращения. Особенности использования влажного пара в турбинах АЭС. Внутренняя и внешняя сепарация. Раздельное давление. Выбор оптимального значения разделительного давления. Влияние аккумулированной в турбине влаги на разгонные характеристики турбоагрегата. Надежность и биологическая защита. Комбинирование схем АЭС и пиковых ГТУ.
<b>P7</b>	Турбины для газотурбинных установок	Газовые турбины: процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней; особенности турбинных ступеней газовой турбины; методика расчета проточной части; системы охлаждения газовых турбин. Энергетические газотурбинные установки ГТУ и примеры их исполнения; термодинамический цикл и схемы ГТУ; показатели экономичности ГТУ и способы их повышения.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)																
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю									
P1	Введение	5	4	2	2	-	1	1	-	1																													
P2	Турбинная ступень	20	16	8	8	-	4	4	1	3																													
P3	Многоступенчатые турбины	57	16	8	8	-	41	5	1	4																													
P4	Конденсационные турбины	11	8	4	4	-	3	3	1	2																													
P5	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	11	8	4	4	-	3	3	1	2																													
P6	Паровые турбины АЭС	11	8	4	4	-	3	3	1	2																													
P7	Турбины для газотурбинных установок	11	8	4	4	-	3	3	1	2																													
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>126</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>58</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>15</b>																													
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>144</b>	<b>68</b>				<b>58</b>	В т.ч. промежуточная аттестация																							<b>18</b>								

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

*«не предусмотрено»*

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года. Сокращение потребления природного газа и перспективы развития электроэнергетики: «атомный» и «парогазовый» сценарий	2
P2	2	Газодинамический расчет ступени осевой турбины	8
P3	3	Конструкция осевой многоступенчатой паровой турбины Тепловые расчеты для ЦВД с цельнокованным ротором паровой турбины для ТЭС Определение числа нерегулируемых ступеней ЦВД паровой турбины и распределение теплоперепада между ними	8
P4	4	Конденсационные турбины для ПТУ крупных ТЭС	4
P5	5	Теплофикационных турбин для ПТУ и ПГУ ТЭЦ	4
P6	6	Влажнопаровые турбины для АЭС	4
P7	7	Изучение тепловых схем для ПГУ. Циклы простейших ГТУ и изучение конструкций газовых турбин	4
		<b>Всего:</b>	34

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

*«не предусмотрено»*

###### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Расчет регулирующей ступени паровой турбины на переменные режимы работы.

###### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

«не предусмотрено»

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

«не предусмотрено»

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разроботка контента	Другие (указать, какие)
P1				+								
P2		+		+								
P3	+			+	+							
P4				+	+							
P5				+	+							
P6				+	+							
P7				+	+							

#### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

#### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

#### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1.Рекомендуемая литература

##### 9.1.1.Основная литература

1. Костюк А.Г. Паровые и газовые турбины для электростанций: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; под ред.А.Г. Костюка. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 556 с.: ил.
2. Трухний А.Д./Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки//А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. – М.: Издательство МЭИ, 2008.- 556с.:ил.



3. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода. 2-е издание переработанное и дополненное/ Г.Д. Баринберг, Ю.М. Бродов, А.А. Гольдберг, Л.С. Иоффе, В.В. Кортенко, В.Б. Новоселов, Ю.А. Сахнин. – Екатеринбург.: Априо. 2010. – 488с.: ил.
4. Костюк А.Г. и др. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 488 с., ил.
5. Костюк А.Г. Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; под ред. А.Г. Костюка. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 556 с.: ил.
6. Цанев С.В./Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций// С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов – М.: Издательство МЭИ, 2002.
7. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций: учебное пособие для вузов/ А.Д. Трухний . – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 648 с.: ил.

### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Леонков А.М. Паровые и газовые турбины. Курсовое проектирование. Минск: Высшая школа. 182 с.
2. Паровые и газовые турбины. Сборник задач: Учебное пособие для вузов/под ред. В.М. Трояновского, Г.С. Самойловича. М.: Энергоатомиздат, 1987. 240 с.
3. Атлас турбинных ступеней. / К. Б. Саранцев, А. Л. Кузнецов, Г. И. Богородский и др.:Машиностроение, 1986. – 136 с.
4. Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник.//А.А Александров, Б.А. Григорьев. . – М.: МЭИ, 1999. – 168 с.; ил.
5. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкция турбин: Учебник для вузов. Кн. 1, 2. М.: Энергоатомиздат, 1993.

### **9.2. Методические разработки**

1. Похорилер В.Л., Вульфев Е.Э. Расчет упрощенной тепловой схемы паротурбинной установки. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 37 с.
2. Расчет и проектирование ступени паровой турбины. Определение размеров и характеристик сопловой решетки: Методические указания к курсовой работе/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1996. 36 с.
3. Тепловые расчеты ЦВД с цельнокованным ротором паровой турбины для ИЭС: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1993. 38 с.
4. Тепловые расчеты при проектировании ЦВД паровой турбины для ТЭС: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию/Похорилер В.Л. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1995. 36 с.

### **9.3. Программное обеспечение**

1. **Microsoft Windows 7** Корпоративная. Операционная система рабочих станций.
2. **Microsoft Windows 7 Professional**. Операционная система рабочих станций.
3. **WaterSteamPro** (версия 6.5) Комплекс программ для расчета свойств воды, водяного пара, газов и смесей на их основе.

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>
2. Интернет-ресурсы: [www.power-m.ru](http://www.power-m.ru); [www.utz.ru](http://www.utz.ru); [www.turboatom.com.ua](http://www.turboatom.com.ua).

### **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

*«не используются»*

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Специализированные аудитории Т-703, Т-708 с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и переносного компьютера.
2. Компьютерные классы, аудитории Т-709, Т-712.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к рабочей программе дисциплины

#### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1,5 (учебный план 5065), 1,75 (учебный план 6009) . Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016г.; в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – 0,75.**

#### 6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине 6 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VI, 1-17	40
Во время проблемной лекции дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом демонстрируется авторская позиция студента.	VI, 1-17	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VI, 1-17	40
Выполнение практических заданий у доски.	VI, 1-17,	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям - не предусмотрена		

#### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Тепловой расчет регулирующей ступени цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 6	20
Тепловой расчет ступеней давления в проточной части цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 8	20
Расчет концевых уплотнений цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 10	15
Расчет на прочность деталей паровой турбины.	VI, 12	15
Работа над графической частью проекта	VI, 15	20
Подготовка пояснительной записки проекта	VI, 16	10

Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта –0,5
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0.5

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)**

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре
Семестр VI	1,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения курсового проекта

В качестве прототипа задаются паровые турбины большой и средней мощности «Силовые машины»:

К-1200-240	К-255-162
К-800-240	К-225-12,8
К-660-247	К-215-130
К-500-240	К-210-130
К-330-240	К-200-181
К-330-23,5	

### Задание № \_\_\_\_\_ на курсовой проект/работу

Студент группы ЭН-

Специальность/направление Теплоэнергетика и теплотехника

Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Отчество \_\_\_\_\_

Руководитель проекта/работы доц., к.т.н., доцент, Голошумова Вера Николаевна

Срок проектирования с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_

1. Тема курсового проекта/работы ЦВД паровой турбины К-
2. Содержание проекта (какие графические работы и расчёты должны быть выполнены)
  - 2.1 Графическая часть:
    - 2.1.1 Продольный разрез ЦВД;
    - 2.1.2 Поперечные разрезы по паровпуску и переднему подшипнику ЦВД;
  - 2.2 Расчетная часть:
    - 2.2.1 Термогазодинамический расчет регулирующей ступени ЦВД;
    - 2.2.2 Термогазодинамический расчет ступеней давления в проточной части ЦВД;
    - 2.2.3 Расчет концевых уплотнений ЦВД;
    - 2.2.4. Расчет на прочность деталей паровой турбины.
3. Особые дополнительные сведения: задан прототип конструкции ЦВД

Номинальный расход свежего пара \_\_\_\_\_ кг/с; начальные параметры свежего пара:

давление \_\_\_\_\_ МПа, температура \_\_\_\_\_ °С; параметры пара на выходе из ЦВД:

давление \_\_\_\_\_ МПа, температура \_\_\_\_\_ °С; количество отборов из ЦВД \_\_\_\_\_ ; рас-

ход пара отборов из цилиндра \_\_\_\_\_ кг/с; частота вращения ротора 50 1/с; давление пара в конденсаторе 3,5 КПа; \_\_\_\_\_

#### 4. План выполнения курсового проекта/работы

Наименование элементов проектной работы	Сроки – (семестр, учебная неделя)	Примечания (Максимальная оценка в баллах)	Отметка о выполнении и оценка в баллах
Тепловой расчет регулирующей ступени цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 6	20	
Тепловой расчет ступеней давления в проточной части цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 8	20	
Расчет концевых уплотнений цилиндра высокого давления паровой турбины	VI, 10	15	
Расчет на прочность деталей паровой турбины.	VI, 12	15	
Работа над графической частью проекта	VI, 15	20	
Подготовка пояснительной записки проекта	VI, 16	10	

5. Курсовой проект/работа закончен \_\_\_\_\_

6. Оценка проекта/работы \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

### 8.3.2. Перечень примерных вопросов для устных информационных сообщений

*«не предусмотрено»*

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

*«не предусмотрено»*

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

*«не предусмотрено»*

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Основные направления развития турбостроения.
2. Классификация турбин по различным признакам. Основные типы стационарных паровых турбин.
3. Перечислите основные элементы турбины.
4. Что такое ступень турбины.
5. Перечислите основные геометрические характеристики турбинных решеток. Расшифруйте профили С-90-12А; Р-27-17Б.
6. Как образуется сопло с косым срезом?
7. Что такое хорда профиля решетки? Расшифруйте профили С-90-12А; Р-27-17Б.
8. Что такое шаг решетки?
9. Что такое средняя линия профиля решетки?
10. Что такое угол установки профиля решетки?
11. Процессы преобразования энергии в турбинной ступени.
12. Что такое треугольники скоростей ступени?
13. Как треугольники скоростей ступени связаны с углами профилей решетки?
14. Реальное течение пара в турбинной ступени. Потери энергии в ступени паровой турбины (основные и дополнительные).
15. Понятие относительного лопаточного и относительного внутреннего К.П.Д.
16. Основная характеристика турбинной ступени ( $X_{\phi}$ ). Зависимость относительного лопаточного К.П.Д. от  $X_{\phi}$ .

17. Основная характеристика турбинной ступени ( $X_{\phi}$ ). Зависимость относительного лопаточного К.П.Д. от  $X_{\phi}$ .
18. Рассмотрите условия максимума относительного лопаточного К.П.Д. в активной и реактивной ступенях.
19. Двухвенечные турбинные ступени. Основные преимущества и недостатки.
20. Турбинные ступени с длинными лопатками. Законы закрутки.
21. Многоступенчатые турбины (преимущества и недостатки многоступенчатой конструкции).
22. Предельная мощность однопоточной паровой турбины (основные пути увеличения).
23. Тепловой процесс в многоступенчатой турбине; преимущества и недостатки.
24. Коэффициент возврата теплоты.
25. Эрозия деталей паровых турбин; защитные мероприятия.
26. Осевые усилия, действующие на ротор турбины; их снижение.
27. Влияние изменения расхода пара на распределение давлений и теплоперепадов по ступеням турбины; формула Стодола-Флюгеля.
28. Работа ступени в переменном режиме; изменение степени реактивности и КПД ступени при изменении нагрузки.
29. Работа ступени и турбины в переменном режиме. Треугольники скоростей при расчетных и нерасчетных режимах стационарных паровых турбин
30. Выбор системы парораспределения. Парораспределение дроссельное, сопловое, обводное.
31. Выбор системы парораспределения. Парораспределение сопловое.
32. Выбор системы парораспределения. Парораспределение обводное.
33. Регулирование мощности турбины способом скользящего давления.
34. Расчет проточной части многоступенчатых турбин; особенности расчета.
35. Приближенная оценка процесса течения пара в проточной части турбины.
36. Оценка диаметров, числа ступеней и распределение теплоперепадов по ступеням турбины.
37. Система уплотнений паровой турбины.
38. Задачи, решаемые системой концевых уплотнений паровой турбины.
39. Осевые усилия в паровой турбине. Основные способы снижения осевых усилий.
40. Понятие парциальности турбинной ступени. Степень парциальности.
41. Понятие реактивности турбинной ступени. Степень реактивности.
42. Основные факторы, определяющие давление в конденсаторе.
43. Турбины для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.
44. Показатели экономичности теплофикационных турбин. Особенности конструкции.
45. Турбины с противодавлением.
46. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара.
47. Турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара. Что обозначает турбина типа Р-100-130 ТМЗ
48. Турбины с двумя регулируемыми отборами пара. Что обозначает турбина типа ПТ-135/165-130 ТМЗ?
49. Турбины с двумя отопительными отборами пара. Что обозначает турбина типа Т-110/120-130 ТМЗ?
50. Встроенные пучки в конденсаторах теплофикационных турбин.
51. Диаграммы режимов турбин с противодавлением.
52. Диаграммы режимов турбин с одним регулируемым отбором пара.
53. Диаграммы режимов турбин с двумя регулируемыми отборами пара.
54. Диаграммы режимов турбин с двумя отопительными отборами пара.
55. Сетевая подогревательная установка.
56. Особенности тепловых схем и конструкции турбин АЭС.
57. Особенности ступеней влажного пара турбин атомных электрических станций.
58. Преимущества в использовании сверхкритических параметров водяного пара
59. Экономическая эффективность от использования промперегрева в турбоустановке
60. Назначение конденсатора, его принцип действия и роль в формировании тепловой экономичности турбоустановки
61. Оптимальный профиль ТЭС будущего. Особенности проектирования и конструкции паровых турбин на суперсверхкритические и ультрасверхкритические параметры пара.
62. Выбор способа парораспределения для проектируемой турбины, его конструктивные признаки, преимущества и недостатки в сравнении с другими.
63. Схема проточной части ЦВД турбины, причины выбора петлевой схемы организации проточной части
64. Конструкция и место расположения регулирующих клапанов, стопорных клапанов
65. Назначение регулирующей ступени. Условия выбора одно и двухвенечных ступеней.
66. Система концевых уплотнений паровой турбины.
67. Конденсационная установка
68. Система смазки, регулирования и защиты паровых турбин.
69. Турбины с противодавлением.
70. Турбины с одним промежуточным регулируемым отбором пара.

71. Турбины с регулируемым отбором пара и противодавлением.
72. Особенности конструкции теплофикационных паровых турбин утилизационных ПГУ.
73. Особенности конструкции турбин АЭС и факторы их определяющие
74. Особенности использования влажного пара в турбинах АЭС. Внутренняя и внешняя сепарация.
75. Влияние аккумулированной в турбине влаги на разгонные характеристики турбоагрегата. Надежность и биологическая защита.
76. Энергетические газотурбинные установки ГТУ и примеры их исполнения;
77. Термодинамический цикл и схемы ГТУ; показатели экономичности ГТУ и способы их повышения.
78. Газовые турбины: процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней; особенности турбинных ступеней газовой турбины; методика расчета проточной части;
79. Системы охлаждения газовых турбин
80. Особенности конструкции паровых турбин утилизационных ПГУ.
81. Комбинирование схем АЭС и пиковых ГТУ

### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*«не используются»*

### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*«не используются»*

### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*«не используются»*