

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  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Электрические станции	<b>Код модуля 1122716</b>  Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 5420 (версия 2) Учебный план в ЕИСУ № 5650 (версия 2)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП2 «Тепловые электрические станции»
<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, 2017

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	Богатова Татьяна Феоктистовна	к.т.н., доцент	Зав.кафедрой	Тепловых электрических станций	

**Руководитель модуля**

Т.Ф. Богатова

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

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

Е.В. Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль

Е.В. Черепанова

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

### Электрические станции

#### 1.1. Объем модуля – 15 з.е.

#### 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ВУЗа образовательной программы и направлен на формирование результатов обучения в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской, организационно-управленческой, монтажно-наладочной деятельности. В модуле изучаются тепловые схемы ТЭС и их фрагменты, компоновка оборудования, водное, топливное и золошлаковое хозяйство тепловых электростанций. Подробно изучаются и выполняются расчеты элементов тепловых схем и принципиальных тепловых схем. Рассматриваются перспективы развития ТЭС. Отдельно углубленно изучаются принципы работы и схемы газотурбинных и парогазовых установок, факторы, влияющих на их режимы и показатели работы.

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

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

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) Методы расчета тепловых схем электростанций	8	10	20	-	30	74	4	108	3
2.	(ВВ) Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций	7	51	51	-	102	110	4	216	6
3.	(ВВ) Тепловые и атомные электрические станции	7,8	52	27	8	88	106	22	216	6
<b>Всего на освоение модуля</b>			114	98	8	220	290	30	540	15

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

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) Методы расчета тепловых схем электростанций	9	2	8	-	10	94	4	108	3
2.	(ВВ) Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций	9	12	12	-	24	188	4	216	6
3.	(ВВ) Тепловые и атомные электрические станции	8,9	16	10	4	30	164	22	216	6
<b>Всего на освоение модуля</b>			30	30	4	64	446	30	540	15

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

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) Методы расчета тепловых схем электростанций	6	2	4	-	6	98 (в т.ч. 36 переаттестация)	4	108	3
2.	(ВВ) Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций	7	10	14	-	24	188 (в т.ч. 36 переаттестация)	4	216	6
3.	(ВВ) Тепловые и атомные электрические станции	6,7	12	8	4	24	170 (в т.ч. 36 переаттестация)	22	216	6
<b>Всего на освоение модуля</b>			24	26	4	54	456	30	540	15

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	
3.2.	Корреквизиты	(ВВ) Методы расчета тепловых схем электростанций; (ВВ) Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций; (ВВ) Тепловые и атомные электрические станции

### 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-04. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	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; ПК-2 – способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; ДПК-2.8 – способность выполнять расчеты и осуществлять разработку генерального плана ТЭС, её тепловой схемы и компоновки главного корпуса с использованием современных средств автоматизации проектирования;	

		ДПК-2.14 – способность оценивать энергетическую эффективность и оптимизировать тепловые схемы газотурбинных и парогазовых установок;	
	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	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-06. Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию	ДПК-2.6 – готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования;	
	РО-(ТОП 2)-1. Способность в рамках монтажно-наладочной деятельности выполнять работы по монтажу, наладке, ремонту, испытаниям, обслуживанию, проверке технического состояния и подготовке технологического	ПК-11 – готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах; ДПК-2.1 – готовность участвовать в испытаниях котлов, турбин, вспомогательного	

оборудования для приемки в эксплуатацию и освидетельствования органами государственного надзора	оборудования по заданным программам.	
---	--------------------------------------	--

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

Дисциплины модуля		ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-11	ДПК-2.1	ДПК-2.6	ДПК-2.7	ДПК-2.8	ДПК-2.14
1	<b>(ВВ)</b> Методы расчета тепловых схем электростанций		*	*					*	
2	<b>(ВВ)</b> Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций	*			*	*	*			*
3	<b>(ВВ)</b> Тепловые и атомные электрические станции	*	*	*	*		*	*		

### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

#### 5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 6

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**  
**МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Электрические станции	<b>Код модуля 1122716</b> Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 5420 (версия 2) Учебный план в ЕИСУ № 5650 (версия 2)
<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, 2017

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	Гордеев Сергей Иванович		Преподаватель	Тепловые электрические станции	

**Руководитель модуля**

Т.Ф. Богатова

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

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

Е.В.Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Методы расчета тепловых схем электростанций» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Электрические станции» и совместно с другими дисциплинами, изучаемыми «Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций» и параллельно – «Тепловые и атомные электрические станции», формирует теоретические знания о методике расчета тепловой схем ТЭС. Задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами расчета различных тепловых схем ТЭС (ПТУ, ПГУ), проектирования, проектной документацией. В курсе формируются требования к тепловым и иным схемам электростанции. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знание схемы и принципа работы тепловой электрической станции (ТЭС), этапов проектирования, требований к основным и вспомогательным сооружениям ТЭС; умение проводить расчеты по типовым методикам, использовать нормативные документы при выполнении расчетов или при анализе полученной информации, владение навыками самостоятельной работы, самоорганизации, основными теплотехническими понятиями и терминами. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчётом тепловых схем ТЭС, являющимися неотъемлемой частью любой тепловой электростанции. Также рассматриваются вопросы применения и внедрения новых технических мероприятий, способствующих повышению эффективности работы оборудования и тепловых схем ТЭС.

## **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-04 и РО-05):

РО-04. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

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.

- способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);
- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);
- способность выполнять расчеты и осуществлять разработку генерального плана ТЭС, её тепловой схемы и компоновки главного корпуса с использованием современных средств автоматизации проектирования (ДПК-2.8).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методику расчета тепловых схем ТЭС;
- стандартные методики расчета основного и вспомогательного оборудования электростанций;
- методы создания и анализа моделей, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов;

Уметь:

анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей;  
 рассчитывать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем;  
 проводить тепловой расчет энергетического оборудования;  
 определять показатели эффективности работы электростанции;  
 сравнивать различные типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства;  
 рассчитывать тепловые схемы энергетических объектов;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ;  
 навыком построения математических моделей различных процессов;  
 владение методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и решения инженерных задач;  
 стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования;  
 опытом выполнения расчетов на современных средствах автоматизированного проектирования;  
 современными методами проектирования и расчета энергетического оборудования.

#### 1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	20	20	20
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>74</b>	<b>4,50</b>	<b>74</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	<b>34,75</b>	<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

**Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
2.	Лекции	2	2	2
3.	Практические занятия	8	8	8
4.	Лабораторные работы			-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>94</b>	<b>1,50</b>	<b>94</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	<b>11,75</b>	<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

**Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)**

№ 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>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
2.	Лекции	2	2	2
3.	Практические занятия	4	4	4
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>62</b>	<b>0,90</b>	<b>62</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	<b>7,15</b>	<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>
9.	<b>Переаттестация, з.е.</b>	<b>1</b>		<b>1</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
P1	Термодинамические основы работы теплосиловых установок	Основные термодинамические циклы тепловых двигателей применительно к теплоэнергетике: цикл Ренкина, цикл Брайтона, комбинированные циклы (Брайтона-Ренкина)
P2	Общий алгоритм поверочного расчета тепловых схем турбоустановок ТЭС	Состав исходных данных для проектных и эксплуатационных расчетов тепловых схем. Блок-схема общего алгоритма поверочного расчета тепловой схемы конденсационных и теплофикационных турбоустановок. Основные режимы работы турбоустановок
P3	Основные этапы расчета тепловой схемы турбоустановки	Методы расчет принципиальных тепловых схем: аналитический, метод последовательных приближений, с помощью математического моделирования. Математическое описание процессов в элементах тепловой схемы. Расчет давлений, энтальпий пара, питательной воды и конденсата, системы регенерации, внутренней и электрической мощности паровой турбины; энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока в целом
P4	Алгоритм конструкторского расчета тепловой схемы турбоустановки и энергоблока.	Блок-схема конструкторского расчета тепловой схемы. Особенности тепловых схем энергоблоков с суперкритическими параметрами пара.
P5	Использование САПР для расчета тепловых схем	Обзор известных САПР для расчета тепловых схем и циклов энергоустановок. Основные понятия и операции в САПР. Основные этапы расчета тепловой схемы с использованием САПР.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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









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

##### 4.1.Лабораторные работы

Не предусмотрено

##### 4.2.Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных термодинамических циклов применительно к теплоэнергетике с использованием систем MS Excel, MathCAD, MatLab.	4
P2	2	Моделирование теплофикационного оборудования ТЭС с целью определения давления в теплофикационных отборах турбин. Моделирование процессов для определения давления пара в проточной части конденсационных и теплофикационных турбин.	4
P3	3	Расчет тепловой схемы турбоустановки в MS Excel и MathCAD, MatLab.	1
	4	Аналитический метод расчета принципиальной тепловой схемы	1
	5	Метод последовательных приближений для расчета принципиальной тепловой схемы	1
	6	Расчет с использованием методом математического моделирования элементов тепловой схемы	1
P4	7	Реализация алгоритма конструкторского расчета тепловой схемы в MS Excel, Mathcad и MatLab.	4
P5	8	Основные этапы моделирования и расчета тепловой схемы в САПР. Пример расчета тепловой схемы.	4
<b>Всего:</b>			<b>20</b>

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных термодинамических циклов применительно к теплоэнергетике с использованием систем MS Excel, MathCAD, MatLab.	1
P2	2	Моделирование теплофикационного оборудования ТЭС с целью определения давления в теплофикационных отборах турбин. Моделирование процессов для определения давления пара в проточной части конденсационных и теплофикационных турбин.	2
P3	3	Расчет тепловой схемы турбоустановки в MS Excel и MathCAD, MatLab.	0,5
	4	Аналитический метод расчета принципиальной тепловой схемы	1
	5	Метод последовательных приближений для расчета принципиальной тепловой схемы	1
	6	Расчет с использованием методом математического моделирования элементов тепловой схемы	0,5
P4	7	Реализация алгоритма конструкторского расчета тепловой схемы в MS Excel, Mathcad и MatLab.	1
P5	8	Основные этапы моделирования и расчета тепловой схемы в САПР. Пример расчета тепловой схемы.	1
<b>Всего:</b>			8

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных термодинамических циклов применительно к теплоэнергетике с использованием систем MS Excel, MathCAD, MatLab.	0,5
P2	2	Моделирование теплофикационного оборудования ТЭС с целью определения давления в теплофикационных отборах турбин. Моделирование процессов для определения давления пара в проточной части конденсационных и теплофикационных турбин.	1
P3	3	Расчет тепловой схемы турбоустановки в MS Excel и MathCAD, MatLab.	0,25
	4	Аналитический метод расчета принципиальной тепловой схемы	0,25
	5	Метод последовательных приближений для расчета принципиальной тепловой схемы	0,25
	6	Расчет с использованием методом математического моделирования элементов тепловой схемы	0,25
P4	7	Реализация алгоритма конструкторского расчета тепловой схемы в MS Excel, Mathcad и MatLab.	1
P5	8	Основные этапы моделирования и расчета тепловой схемы в САПР. Пример расчета тепловой схемы.	0,5
<b>Всего:</b>			4

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет энергетических показателей основных термодинамических циклов (по вариантам)

Расчет тепловой схемы турбоустановки (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)

Расчет тепловой схемы парогазовой установки с теплофикационными отборами (по вариантам)

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

Расчет тепловой схемы турбоустановки с промышленным и теплофикационным отборами (по вариантам)

Расчет тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа (по вариантам)

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

*Не предусмотрено*

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

##### Контрольная работа №1.

Схема и простой цикл Ренкина во влажном паре в « $p-v$ », « $T-s$ » и « $h-s$ » координатах?

Схема и цикл Ренкина с перегретым паром в « $p-v$ », « $T-s$ » и « $h-s$ » координатах?

Как определяется термический КПД цикла Ренкина?

Способы увеличения КПД циклов ПСУ?

Промежуточный перегрев пара (цикл Ренкина): плюсы и минусы?

В чем смысл регенерационного цикла ПСУ?

Объясните особенности термодинамических циклов ГТУ и ПГУ.

Назовите основные показатели энергетических ГТУ, влияющие на их экономичность.

Какой режим работы осевого компрессора и всей ГТУ называют расчетным (базовым)?

##### Контрольная работа №2

Основные этапы поверочного расчета тепловой схемы. Схемы включения пароохладителей в тепловую схему турбоустановки. Тепловой баланс сетевой подогревательной установки. Переменные и режимы частичных нагрузок турбоустановок.

##### Контрольная работа №3

Последовательность расчета тепловой схемы. Аналитический метод расчета. Метод последовательных приближений.

##### Контрольная работа №4

Последовательность конструкторского расчета тепловой схемы. Особенности тепловой схемы энергоблоков различного давления (высокого, сверхкритического, суперсверхкритического).

##### Контрольная работа №5

Основные особенности расчета тепловой схемы с использованием САПР.

Последовательность расчета тепловой схемы с использованием САПР. Составление систем уравнения для расчета тепловой схемы с использованием ЭВМ.

#### 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					*							

## 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. Парогазовые установки электростанций : учебное пособие для вузов по направлениям "Энергетическое машиностроение", "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Д. Трухний . – М. : Изд. дом МЭИ, 2013 . – 648 с.
2. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – М.: Издательство МЭИ, 2005. - 454 с.

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Паровые и газовые турбины для электростанций: Учебник для вузов / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; М.: Издательство МЭИ, 2008 – 556 с.
2. Тепловые и атомные электростанции. Справочник / Под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 4-е изд. М. Издательский дом МЭИ, 2007.

### 9.2.Методические разработки

Не используются

### **9.3. Программное обеспечение**

Microsoft Excel

Matcad

MatLab

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

Зональная научная библиотека – режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

Расчет и графическая иллюстрация основных термодинамических циклов. Интерактивный интернет-справочник – режим доступа: <http://twf.mpei.ac.ru/tthb/2/tdc.html>

### **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, компьютерный класс Т-121.

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

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1.** Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

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

<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>
<i>Контрольная работа №1</i>	8,1	20
<i>Контрольная работа №2</i>	8,2	20
<i>Контрольная работа №3</i>	8,3	20
<i>Контрольная работа №4</i>	8,4	20
<i>Контрольная работа №5</i>	8,5	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Домашняя работа № 1</i>	8,1-2	15
<i>Домашняя работа № 2</i>	8, 2-3	15
<i>Расчетная работа</i>	8,1-4	15
<i>Расчетно-графическая работа № 1</i>	8, 1-3	30
<i>Расчетно-графическая работа № 2</i>	8, 1-5	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**  
**Не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 8	<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.rf](http://www.fepo.rf)); 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, 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

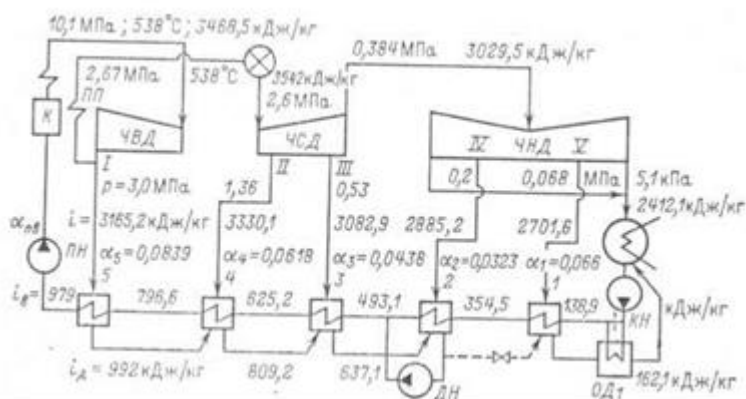
### 8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

### 8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

**Задача 1.** Определить внутренний абсолютный КПД турбоустановки, работающей по циклу Ренкина при начальных параметрах:  $p_0=8,8$  МПа,  $t_0=500^\circ\text{C}$ ,  $p_k=3,4$  кПа. Принять  $\eta_{oi}=0,8$ . Влияние питательного насоса не учитывать.

**Задача 2.** В схеме паротурбинной установка в подогревателе №4 недогрев уменьшился на 2,88 К. Соответственно энтальпия воды за подогревателем возрастает на 12,56 кДж/кг, в вышестоящем подогревателе подогрев воды уменьшится также на 12,56кДж/кг. Требуется найти относительное приращение КПД турбоустановки. Исходные данные: мощность 100 МВт,  $D_0=84,66$  кг/с,  $q_3=2,388$ ,  $\eta_{эм}=0,9835$ . Параметры приведены на рисунке.



**Задача 3.** Определить расходы пара и воды в сетевой установке турбины ПТ-135/165-130/15. Теплофикационная установка включает в себя два сетевых подогревателя и пиковый водогрейный котел. Мощность теплового потребления – 233 МВт. Температурный график сети в нормальном режиме –  $150/48^\circ\text{C}$ . давление регулируемых отборов пара: верхнего – 0,1176 МПа, нижнего – 0,0638 МПа. Недогрев в верхнем подогревателе –  $3,3^\circ\text{C}$ , в нижнем подогревателе –  $5^\circ\text{C}$ .

**Задача 4.** При непрерывной продувке котла (5 т/ч) пар поступает в расширитель, из расширителя отводится в деаэратор ( $p_d=0,585$  МПа). Рассчитать количество пара, образующегося в расширителе, если давление в барабане  $p_6=14,5$  МПа.

**Задача 5.** Определить мощность питательного насоса и расход пара на турбопривод конденсационного типа. Исходные данные:  $D_{пв}=260$  кг/с;  $p_{вых}=33$  МПа;  $p_{вх}=1$  МПа;  $\eta_n=0,85$ ;  $\eta_m=0,99$ ;  $h_0^{тн}=3200$  кДж/кг;  $p_k^{тн}=0,005$  МПа;  $p_0^{тн}=1,5$  МПа;  $\eta_{oi}^{тн}=0,80$ , удельный объем воды –  $0,001$  м<sup>3</sup>/кг

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Как соотносятся комбинированный, бинарный и парогазовый циклы?
2. Почему термический КПД комбинированного цикла больше, чем КПД системы из двух отдельных циклов, его образующих?
3. Степень бинарности цикла. Физический смысл. Пределы изменения
4. Парогазовый цикл. Какой цикл называют утилизирующим?
5. Последовательность определения единичной мощности ГТУ при проектировании ПГУ заданной мощности.
6. Исходные данные для расчета тепловой схемы турбоустановки, ПГУ.
7. Тепловая диаграмма котла-утилизатора.
8. Пинч-точки. Выбор температурных напоров в котле-утилизаторе.
9. Алгоритм поверочного расчета тепловой схемы турбоустановки.
10. Тепловой балансы отдельных узлов тепловой схемы.
11. Принципиальные тепловые схемы энергоблоков КЭС.
12. Принципиальные тепловые схемы энергоблоков ТЭЦ.
13. Принципиальные схемы отпуска теплоты от ТЭЦ.
14. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с поперечными связями.
15. Обобщенная расчетная тепловая схема теплофикационного энергоблока.
16. Графики тепловых нагрузок. Температурные графики.
17. Расчет тепловой схемы. Цель расчета. Построение процессов в T-s диаграмме.
18. Расчет тепловой схемы. Цель расчета. Построение процессов P-h диаграмме.
19. Расчет системы регенерации. Цель расчета. Основные принципы расчета.
20. Развернутая тепловая схема энергоблока.
21. Энергетические показатели ТЭС.
22. Раздельная и комбинированная выработка теплоты. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки теплоты на ТЭЦ.
23. Тепловая экономичность КЭС.
24. Тепловая экономичность ТЭЦ.
25. Аналитический метод расчета тепловых схем ТЭС.
26. Метод последовательных приближений для расчета тепловых схем ТЭС.

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

### 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

### 8.3.9. Примерные задания для выполнения расчетно-графических работ

#### Расчетно-графическая работа № 1

Рассчитать тепловую схему газомазутной ТЭЦ с турбиной ПТ-80-130/13 при следующих исходных данных: Расчетная тепловая нагрузка -  $Q = 130$  МВт, расход пара из промышленного отбора  $D = 40$  кг/с, электрическая мощность  $N = 80$  МВт, Давление промышленного отбора  $P = 1,3$  МПа, доля возврата конденсата  $g = 0,5$ , температурный график сети 130/70 °С. Система теплоснабжения закрытая.

## Расчетно-графическая работа № 2

Рассчитать тепловую схему двухконтурной ПГУ, использующей ГТУ ГТЭ-110 ОАО «Сатурн». В качестве исходных параметров приняты следующие данные:

1. тепловая схема включает в себя ГТУ с КУ, деаэратор и паровую турбину конденсационного типа. Деаэратор питает паром из контура низкого давления КУ. Поток пара низкого давления после перегрева подаются в камеру смешения с расширившимся паром ВД.
2. Химический состав топлива:  $\text{CH}_4=100\%$ .
3. Характеристики ГТУ:

Электрическая мощность	110 МВт
Расход воздуха на входе в компрессор	362 кг/с
Температура выхлопных газов	517 °С
Электрический КПД	36%

4. Температура наружного воздуха 15°С, давление –  $10^5$  Па
5. Давление в конденсаторе – 5 кПа
6. Давление перед стопорным клапаном ЦВД – 6,5 МПа, перед СК НД 0,6 МПа
7. КПД генератора – 0,98, механический КПД – 0,99.

Необходимыми температурными напорами задаться в процессе расчета.

### 8.3.10. Примерный перечень тем домашних работ

#### Домашняя работа № 1

Определить термический КПД цикла Ренкина с учетом работы питательного насоса, если параметры пара на входе в турбину:  $p_1 = (20 + 6n)$  бар и  $t_1 = 400$  о С. Давление пара на выходе из турбины  $p_2 = 0,05$  бар. Для сравнения определить также термический КПД без учета работы насоса и оценить получаемую при этом погрешность  $\delta$  в % . Исследовать зависимость  $\delta = f(p_1)$  при  $t_1 = \text{const}$  и  $p_2 = \text{const}$ .

Определить эффективную мощность  $N$  и эффективный КПД газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты, если дано: степень повышения давления в компрессоре  $\pi_k = 25$  и температура газов перед турбиной  $t_3=1500$  К;  $G_v = 50$  кг/с; температура воздуха на входе в компрессор  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ ; адиабатный КПД компрессора  $\eta_k = 0,82$ ; относительный внутренний КПД турбины  $\eta_{oi} = 0,87$ ; механический КПД  $\eta_m = 0,98$  . Исследовать зависимости  $\eta_i = f(\pi_k)$  при  $t_3 = \text{const}$  , где  $\eta_i$  –внутренний КПД ГТУ.

#### Домашняя работа № 2

Рассчитать тепловую схему ПТУ с турбиной типа К – 11 – 3,6 по следующим данным: номинальная мощность  $N_{\text{ном}}=11$  МВт; начальное давление  $p_0=3,6$  МПа; начальная температура  $T_0=723$  К; давление пара в конденсаторе (конечное давление)  $p_k=4$  кПа; температура питательной воды перед парогенератором  $T_{\text{пв}}=418$  К

### 8.3.11 Примерный перечень тем расчетных работ

Рассчитать тепловую схему двухконтурной ПГУ с теплофикационным отборами, использующей ГТУ типа ГТЭ-160. Определить максимальную тепловую нагрузку ПГУ. В качестве исходных параметров приняты следующие данные:

1. тепловая схема включает в себя ГТУ с КУ, деаэратор и паровую турбину теплофикационного типа. Деаэратор питает паром из контура низкого давления КУ. Поток пара низкого давления после перегрева подаются в камеру смешения с расширившимся паром ВД.
2. Химический состав топлива:  $\text{CH}_4=100\%$ .
3. Температура наружного воздуха 15°С, давление –  $10^5$  Па
4. Давление в конденсаторе – 5 кПа
5. Давление перед стопорным клапаном ЦВД – 6,5 МПа, перед СК НД 0,6 МПа
6. КПД генератора – 0,98, механический КПД – 0,99.
7. Давление в теплофикационных отборах:
  - а. В верхнем 0,5-2,5 МПа
  - б. В нижнем – 0,5-2МПа

Необходимыми температурными напорами задаться в процессе расчета.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПАРОГАЗОВЫЕ И ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ  
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Электрические станции	<b>Код модуля 1122716</b> Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 5420 (версия 2) Учебный план в ЕИСУ № 5650 (версия 2)
<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

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	Богатова Татьяна Феоктистовна	Канд.техн.наук, доцент	Зав.кафедрой	Тепловые электриче ские станции	
2	Шульман Владимир Львович	Доктор техн.наук, профессор	Профессор	Тепловые электриче ские станции	

**Руководитель модуля**

Т.Ф. Богатова

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

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

Е.В.Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ПАРОГАЗОВЫЕ И ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Электрические станции» и совместно с двумя другими дисциплинами, «Тепловые и атомные электрические станции», которая изучается параллельно и «Методы расчета тепловых схем электростанций», которая изучается, направлена на освоение основ теории газотурбинных (ГТУ) и парогазовых установок (ПГУ), особенностей их конструкций и состава тепловых схем. Особое внимание при изучении дисциплины уделяется анализу методов повышения КПД производства электроэнергии и тепловой энергии, классификации тепловых схем различных типов парогазовых установок. Еще одним важнейшим направлением является анализ факторов, влияющих на режимы и показатели работы газотурбинных и парогазовых установок, способам регулирования отпуска электрической и тепловой энергии. Рассматриваются вопросы улучшения экологических показателей.

В результате успешного обучения студенты будут знать термодинамические циклы и характеристики газотурбинных установок; особенности конструкции современных и перспективных газовых турбин и их характеристики; принципы эксплуатации энергетических газотурбинных установок; тепловые схемы и показатели парогазовых установок (ПГУ); парогазовые технологии на твердом топливе. Студенты будут уметь оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий; владеть навыками составления и анализа энергетических балансов; оптимизации тепловых схем ГТУ и ПГУ.

## **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-04, РО-05, РО-06 и РО-(ТОП2)-1):

РО-04. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

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.

РО-(ТОП 2)-1. Способность в рамках монтажно-наладочной деятельности выполнять работы по монтажу, наладке, ремонту, испытаниям, обслуживанию, проверке технического состояния и подготовке технологического оборудования для приемки в эксплуатацию и освидетельствования органами государственного надзора.

– 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);



- готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);
- готовность участвовать в испытаниях котлов, турбин, вспомогательного оборудования по заданным программам (ДПК-2.1);
- готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования (ДПК-2.6);
- способность оценивать энергетическую эффективность и оптимизировать тепловые схемы газотурбинных и парогазовых установок (ДПК-2.14).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорических и переносных свойств веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках;
- законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам;
- технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции;
- режимы работы электростанций;
- знание конструкции и характеристик парогазовых и газотурбинных установок;
- стандартные методики расчета основного и вспомогательного оборудования электростанций.

Уметь:

- проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- анализировать техническое состояние энергетического оборудования;
- определять показатели эффективности работы электростанции;
- сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства;
- рассчитывать тепловые схемы энергетических объектов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности;
- основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования;
- методиками выбора оборудования электростанций;
- стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования;
- навыками определения эффективности и оптимизации режима работы электростанции;
- владение современными методами проектирования и расчета энергетического оборудования.

#### 1.4.Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	51	51	51
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>110</b>	<b>15,30</b>	<b>110</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>117,55</b>	<b>216</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>6</b>

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
2.	Лекции	12	12	12
3.	Практические занятия	12	12	12
4.	Лабораторные работы			-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>188</b>	<b>3,60</b>	<b>188</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>27,85</b>	<b>216</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>6</b>

**Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	14	14	14
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>152</b>	<b>3,60</b>	<b>152</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>4</b> Зачет
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>27,85</b>	<b>216</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>6</b>
9.	<b>Переаттестация, з.е.</b>	<b>1</b>		<b>1</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
<b>Р1</b>	Энергетические ГТУ	Тепловые схемы, термодинамические циклы и характеристики газотурбинных установок. Состав газотурбинных установок. Эксплуатация газотурбинных установок. Режимы работы газотурбинных установок. Особенности конструкций и характеристик газотурбинных установок.
<b>Р2</b>	Типы ПГУ и их основные характеристики	Классификация парогазовых установок. Технологические особенности различных типов схем парогазовых установок. Топливоснабжение. Подготовка воздуха. Тепловые схемы и их расчет.
<b>Р3</b>	Конструкции и расчет основного технологического оборудования ПГУ	Газотурбинные установки ТЭС ПГУ. Котельные установки ПГУ. Паротурбинные установки ПГУ. Компоновки парогазовых установок.
<b>Р4</b>	Основы эксплуатации ПГУ	Режимы работы и энергетические характеристики парогазовых установок. Техническое обслуживание парогазовых установок.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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





Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Переаттестация (час)	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
				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 (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации и по модулю (час.)																					
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/или 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 иностранном языке*	Перевод иностран. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю					
P1	Энергетические ГТУ	51	10	6	2	4		35	35	15	20																							
P2	Типы ПГУ и их основные характеристики	69	10	6	2	4		53	35	15	20		18					1																
P3	Конструкции и расчет основного технологического оборудования ПГУ	74	10	10	4	6		54	54	20	34																							
P4	Основы эксплуатации ПГУ	18	6	2	2			10	10	10																								
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>212</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>14</b>		<b>152</b>	<b>134</b>	<b>60</b>	<b>74</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>24</b>				<b>156</b>	В т.ч. промежуточная аттестация																	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					

\*Суммарный объем в часах на мероприятии 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

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных показателей термодинамического цикла ГТУ.	5
P1	2	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ГТУ.	4
P1	3	Расчет тепловой схемы ГТУ.	10
P2	4	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ПГУ.	10
P2	5	Расчет тепловой схемы ПГУ.	6
P3	6	Принципы расчета камеры сгорания ГТУ.	6
P3	7	Тепловой расчет и особенности работы КУ в схеме ПГУ.	10
<b>Всего:</b>			51

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных показателей термодинамического цикла ГТУ.	1
P1	2	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ГТУ.	1
P1	3	Расчет тепловой схемы ГТУ.	2
P2	4	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ПГУ.	2
P2	5	Расчет тепловой схемы ПГУ.	2
P3	6	Принципы расчета камеры сгорания ГТУ.	2
P3	7	Тепловой расчет и особенности работы КУ в схеме ПГУ.	2
<b>Всего:</b>			12

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет основных показателей термодинамического цикла ГТУ.	1
P1	2	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ГТУ.	1
P1	3	Расчет тепловой схемы ГТУ.	2
P2	4	Изучение особенностей конструкций зарубежных и отечественных ПГУ.	2
P2	5	Расчет тепловой схемы ПГУ.	2
P3	6	Принципы расчета камеры сгорания ГТУ.	2
P3	7	Тепловой расчет и особенности работы КУ в схеме ПГУ.	4
<b>Всего:</b>			14

#### 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

Расчет схемы парогазовой установки (по вариантам)

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

*Не предусмотрено*

##### 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 разработка контента	Другие (указать, какие)
P1			*									
P2					*							
P3			*									
P4			*									

## 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

3. *Парогазовые установки электростанций : учебное пособие для вузов по направлениям "Энергетическое машиностроение", "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Д. Трухний . – М. : Изд. дом МЭИ, 2013 . – 648 с.*
4. *Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов / С.В.Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В.Цанева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 428 с.*
5. *Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов. – 3-е изд., стереот. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 584 с.*

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. *Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок / Ю.С.Елисеев, Э.А. Манушин, В.Е. Михальцев и др. М.: Изд-во МГТУ и. Н.Э. Баумана, 2000.*
2. *Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 1. Современная теплоэнергетика / Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 368 с., ил.*

3. *Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 454 с., ил. (авторы: А.П. Бурман, П.А. Бутырин, В.И. Виссарионов и др.).*

## **9.2.Методические разработки**

1. *Берг Б.В. Тепловые электрические станции. Учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2007 - 55 с.*
2. *Мурманский Б.Е., Богатова Т.Ф., Гофман Ю.М., Брезгин В.И. Трубопроводы тепловых электрических станций. Учебное пособие с грифом УМО. Екатеринбург: Сократ, 2008. – 417 с.*

## **9.3.Программное обеспечение**

Программа для расчета тепловых схем ТЭС ThermoFlow  
WaterSteamPro программа для расчета свойств воды, водяного пара, газов и смесей газов.

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

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека  
[http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/mas/](http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/) - расчетный сервер НИУ МЭИ

## **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

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

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

1. Специализированная аудитория оснащённая компьютерами с установленными компьютерными тренажерами – Т-121.
2. Проектор с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран – аудитории Т-121, Т-1002.

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

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

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

<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	7,1-17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Расчетно-графическая работа № 1	7,14	60
Выполнение практических заданий на занятиях	7, 1-17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**  
**Не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	<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.pf](http://www.fepo.pf)); 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, 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 мини-контрольных в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

- Термодинамические циклы ГТУ
- Характеристики ГТУ
- Состав ГТУ
- Тепловые схемы ГТУ
- Эксплуатация ГТУ
- Режимы работы ГТУ
- Особенности конструкций и характеристик ГТУ
- Классификация ПГУ
- Описание различных типов схем ПГУ
- Топливоснабжение
- Подготовка воздуха
- Тепловые схемы ПГУ и их расчет
- Расчет элементов ПГУ
- Компоновки ПГУ
- Режимы работы и энергетические характеристики ПГУ
- Техническое обслуживание ПГУ

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

### **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

### 8.3.9 Примерные задания для выполнения расчетно-графических работ

ПГУ состоит из двух газовых турбин ГТ-110, 2 котлов-утилизаторов и паровой турбины. Схема комбинированной энергоустановки – двухконтурная. В тепловую схему включен деаэрактор и ГПК (расположен в КУ).

1. Характеристики газового цикла:

ГТ-110

Электрическая мощность  $N_э = 110$  МВт;

Топливо – природный газ месторождения Уренгой-Помары-Ужгород

Расход уходящих газов  $G_Г = 356$  кг/с;

Температура газов на выходе из ГТ  $t_{yx} = 550^\circ\text{C}$ ;

Температура наружного воздуха  $t_{н.в.} = 15^\circ\text{C}$ , давление  $p_{н.в.} = 10^5$  Па;

КПД ГТУ  $\eta_{эл} = 35\%$ .

2. Характеристика парового цикла

Давление в конденсаторе  $p_к = 5$  кПа, допустимая влажность  $y_к = 10\%$ ;

Давление в деаэракторе  $p_д = 0,5$  МПа;

Давление в контурах КУ  $p_0^{ВД} = 5$  МПа,  $p_0^{НД} = 0,5$  МПа.

Выполнить тепловой расчет котла-утилизатора, паровой турбины, расчет КПД ПГУ.

### 8.3. 10 Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Электрические станции	<b>Код модуля 1122716</b> Учебный план в ЕИСУ № 5065 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 5420 (версия 2) Учебный план в ЕИСУ № 5650 (версия 2)
<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, 2017



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	Богатова Татьяна Феоктистовна	Канд.техн.наук, доцент	Зав.кафедрой	Тепловые электрические станции	
2	Чернова Марина Борисовна		Преподаватель-лектор	Тепловые электрические станции	

**Руководитель модуля**

Т.Ф. Богатова

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

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

Е.В.Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Тепловые и атомные электрические станции» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Электрические станции» и совместно с двумя другими дисциплинами, «Методы расчета тепловых схем электростанций» и «Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций», которые изучаются параллельно, направлена на освоение тепловых схем ТЭС и их фрагментов, компоновки оборудования, водного, топливного и золошлакового хозяйства тепловых электростанций. Подробно изучаются и выполняются расчеты элементов тепловых схем и полностью – принципиальных тепловых схем. Рассматриваются проблемы элементов хозяйства ТЭС и перспективы их развития.

Целью изучения дисциплины является систематизация материала, изучавшегося в предшествующих курсах, с целью его обобщения для компоновки схем ТЭС.

## **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-04, РО-05, РО-06 и РО-(ТОП2)-1):

РО-04. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

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.

РО-(ТОП 2)-1. Способность в рамках монтажно-наладочной деятельности выполнять работы по монтажу, наладке, ремонту, испытаниям, обслуживанию, проверке технического состояния и подготовке технологического оборудования для приемки в эксплуатацию и освидетельствования органами государственного надзора.

- 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 участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);
- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);
- готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);
- готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования (ДПК-2.6);
- способность разрабатывать проекты узлов и деталей энергетического оборудования (ДПК-2.7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорических и переносных свойств веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках;
- законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам;
- технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции;
- режимы работы электростанций;
- основы устройства и функционирования ядерных энергетических установок.

Уметь:

- – проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- рассчитывать передаваемые тепловые потоки;
- сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства;
- рассчитывать тепловые схемы энергетических объектов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- – основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности;
- основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования;
- методиками выбора оборудования электростанций;
- стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования.

#### 1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7	8
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>68</b>	<b>20</b>
2.	Лекции	53	53	43	10
3.	Практические занятия	27	27	17	10
4.	Лабораторные работы	8	8	8	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>106</b>	<b>17,20</b>	<b>58</b>	<b>48</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	<b>2,58</b>	<b>18</b> (экзамен)	<b>4</b> (зачет)
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>107,78</b>	<b>144</b>	<b>72</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>2</b>

**Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8	9
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
2.	Лекции	16	16	10	6
3.	Практические занятия	10	10	6	4
4.	Лабораторные работы	4	4	4	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>164</b>	<b>8,50</b>	<b>120</b>	<b>44</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	<b>2,58</b>	<b>4 (зачет)</b>	<b>18 (экзамен)</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>41,08</b>	<b>144</b>	<b>72</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>2</b>

**Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)**

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6	7
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
2.	Лекции	12	12	6	6
3.	Практические занятия	8	8	4	4
4.	Лабораторные работы	4	4	4	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>134</b>	<b>7,60</b>	<b>76</b>	<b>58</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	<b>2,58</b>	<b>18 (экзамен)</b>	<b>4 (зачет)</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>34,18</b>	<b>144</b>	<b>72</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>2</b>
9.	<b>Переаттестация, з.е.</b>	<b>1</b>		<b>1</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	ТЭС и АЭС как технологические системы производства электро-, теплоэнергии	Характеристика энергетики России и мира. Типы электростанций. Энергетические показатели конденсационных ТЭС, АЭС, ПГУ, ГТУ-ТЭС, энергетические показатели, ТЭЦ с паровыми, газовыми турбинами и парогазовыми установками.
Р2	Термодинамические циклы ТЭС. Методы повышения эффективности цикла.	Основные термодинамические циклы. Влияние начальных и конечных параметров цикла на термический КПД цикла. Влияние промежуточного перегрева пара и регенеративного подогрева питательной воды на экономичность цикла
Р3	Технико-экономические показатели ТЭС	Потребление и выработка тепловой и электрической энергии. Графики электрических нагрузок ТЭС. Термодинамические основы работы ТЭС. КПД ТЭС и влияние параметров рабочего тела на экономичность ТЭС. Расходы пара, теплоты и топлива ТЭС. Сравнение комбинированной и отдельной выработки теплоты и электроэнергии
Р4	Технологическая схема ТЭС и ее оборудование	Теплообменные аппараты ТЭС, требования к ним, их конструкции и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов. Питательные и деаэрационные установки. Выбор основного оборудования. Выбор вспомогательного оборудования с учётом связи с энергосистемой, климата региона и других особенностей рассматриваемой ТЭС. Нормы технологического проектирования ТЭС.
Р5	Тепловые схемы электростанций и их расчет	Примеры тепловых схем современных энергоблоков ТЭС и АЭС. Методы расчета принципиальных тепловых схем конденсационных ТЭС и АЭС. Особенности расчета тепловых схем ТЭЦ. Особенности расчета парогазовых энергоблоков.
Р6	Технические системы ТЭС и АЭС. Компоновка ТЭС и АЭС	Техническое водоснабжение. Топливное хозяйство. Газоочистка, золошлакоудаление. Генеральные планы ТЭС и АЭС. Основные требования к компоновке главных зданий ТЭС, АЭС. Типы компоновок.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

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.)																						
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Тренинги, семинары, конференции, 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	ТЭС и АЭС как технологические системы производства электро-теплоэнергии	6	4	4			2	2	2																																						
P2	Термодинамические циклы. Методы повышения эффективности цикла.	20	12	8	4		8	6	4	2																																					
P3	Технико-экономические показатели ТЭС	13	9	5	4		4	4	2	2																																					
P4	Технологическая схема ТЭС и ее оборудование	49	24	14	6	4	25	11	6	3	2		12			1																															
P5	Тепловые схемы электростанций и их расчет	39	19	12	3	4	20	8	5	1	2		12	1																																	
P6	Технические схемы ТЭС и АЭС. Компонировка ТЭС и АЭС.	67	20	10	10		47	9	5	4		36															1	2	1																		
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>194</b>	<b>88</b>	<b>53</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>106</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>216</b>	<b>88</b>				<b>128</b>																																								

В т.ч. промежуточная аттестация

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

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.)		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.)																			
			Лекции					Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	семинар, конференция, коллоквиум	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*				Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Переводы*	Литературный курсовая работа*	Курсовой проект*													
P1	ТЭС и АЭС как технологические системы производства электроэнергетики	10	2	2		8	8	8																															
P2	Термодинамические циклы. Методы повышения эффективности цикла.	20	4	2	2	16	16	8	8																														
P3	Технико-экономические показатели ТЭС	20	4	2	2	16	16	8	8																														
P4	Технологическая схема ТЭС и ее оборудование	48	8	4	2	2	40	32	16	8	8											8	1																
P5	Тепловые схемы электростанций и их расчет	40	8	4	2	2	32	32	16	8	8																												
P6	Технические схемы ТЭС и АЭС. Компоновка ТЭС и АЭС.	56	4	2	2	52	16	8	8			36																											
<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>		<b>194</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>164</b>	<b>120</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Всего по дисциплине (час.):</b>		<b>216</b>	<b>30</b>				<b>186</b>	В т.ч. промежуточная аттестация															<b>4</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>													

\*Суммарный объем в часах на мероприятие 55 указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»





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

##### 4.1.Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Компоновочные решение технологической схемы ТЭС	4
P5	2	Анализ тепловой схемы ТЭС (на примере Ново-Свердловской ТЭЦ)	4
<b>Всего:</b>			8

Для заочной формы с полным сроком обучения и по ускоренной программе(учебные планы № 5420,5650)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Компоновочные решение технологической схемы ТЭС	2
P5	2	Анализ тепловой схемы ТЭС (на примере Ново-Свердловской ТЭЦ)	2
<b>Всего:</b>			4

##### 4.2.Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Расчет термодинамических циклов ТЭС. Анализ влияния параметров рабочего тела на экономичность ТЭС.	4
P3	2	Расходы пара, теплоты и топлива ТЭС. Расчет энергетических показателей ТЭС	4
P4	3	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС (групп ПНД, ПВД, РНП, сетевых подогревателей, деаэратора и т.д.). Выбор оборудования Т.ЭС.	6
P5	4	Расчет тепловых схем ТЭС.	3
P6	5	Расчет основных технических характеристик технических систем ТЭС.	10
<b>Всего:</b>			27

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	21	Расчет термодинамических циклов ТЭС. Анализ влияния параметров рабочего тела на экономичность ТЭС.	2
P3	22	Расходы пара, теплоты и топлива ТЭС. Расчет энергетических показателей ТЭС	2
P4	32	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС (групп ПНД, ПВД, РНП, сетевых подогревателей, деаэрата и т.д.). Выбор оборудования Т.ЭС.	2
P5	42	Расчет тепловых схем ТЭС.	2
P6	52	Расчет основных технических характеристик технических систем ТЭС.	2
<b>Всего:</b>			10

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	21	Расчет термодинамических циклов ТЭС. Анализ влияния параметров рабочего тела на экономичность ТЭС.	1
P3	22	Расходы пара, теплоты и топлива ТЭС. Расчет энергетических показателей ТЭС	1
P4	32	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС (групп ПНД, ПВД, РНП, сетевых подогревателей, деаэрата и т.д.). Выбор оборудования Т.ЭС.	2
P5	42	Расчет тепловых схем ТЭС.	2
P6	52	Расчет основных технических характеристик технических систем ТЭС.	2
<b>Всего:</b>			8

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС (по вариантам)

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*Не предусмотрено*

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

Пути повышения экономичности ТЭС  
Современное развитие атомной энергетики  
Типы сухих градирен и их применение на ТЭС  
Лучшие угольные и газовые ТЭС мира  
Развитие угольной энергетики в мире  
Газотурбинные ТЭС  
Перспективные направления организации хранения и утилизации золошлаковых отходов ТЭС  
Проблемы и перспективы добычи и использования сланцевого газа в энергетике  
Способы и технологии улавливания и утилизации CO<sub>2</sub>  
Современные технологические решения снижения вредных выбросов ТЭС  
Технологии аккумулирования электроэнергии

#### **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)**

Рассчитать отопительную ТЭС с турбинами для города с населением А тыс. человек в районе Б. Топливо – С.

Рассчитать ГРЭС электрической мощностью А МВт, расположенную в районе Б. Топливо – С.

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

**Для очной формы обучения:**

##### **Контрольная работа №1**

1. Термодинамические циклы ТЭС
2. Влияние параметров пара на КПД идеального цикла
3. Влияние давления свежего пара
4. Влияние температуры пара на термический КПД цикла
5. Влияние конечного давления в конденсаторе на КПД идеального цикла
6. Промежуточный перегрев пара
7. Принципиальная тепловая схема конденсационной электростанции
8. Основное оборудование технологической схемы ТЭС.
9. Система регенеративного подогрева питательной воды
10. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения
11. Влияние регенеративного подогрева питательной воды на экономичность

**Для очной и заочной формы обучения:**

##### **Контрольная работа №2**

1. Потеря рабочего тела на паросиловой ТЭС
2. Подготовка добавочной воды и обработка питательной воды
3. Термический метод подготовки воды
4. Деаэрация питательной воды на ТЭС
5. Типы деаэраторов
6. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС
7. Потребители теплоты и тепловые нагрузки
8. Отпуск теплоты промышленным потребителям

9. Отпуск теплоты на отопление
10. Питательные установки ТЭС
11. Приводы питательного насоса
12. Включение турбин питательных насосов в тепловую схему ТЭС

Для очной формы обучения:

### Контрольная работа №3

1. Техническое водоснабжение ТЭС. Воздействие энергетических объектов на водные ресурсы
2. Расход воды на охлаждение пара в конденсаторе
3. Прямоточная система водоснабжения
4. Обратное водоснабжение с прудами охладителями
5. Система обратного водоснабжения с градирнями
6. Генеральный план станции
7. Компоновка главного корпуса ТЭС
8. Условные обозначения трубопроводов различных сред
9. Условные обозначения оборудования

### 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					*							

## 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. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции. М.: Издательство МЭИ, 2010 - 464 с.
2. Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. Тепловые электрические станции: учебник для вузов; под ред. В.М. Лавыгина. А.С. Седлова. С.В. Цанева. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 466 с.
3. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 584 с.
4. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С. Газотурбинные энергетические установки. М.: МЭИ, 2011 г. 428 с.

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

5. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: учебное пособие для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 158 с.
6. Жидких В.Ф., Лавыгин В.М., Тимошенко Н.И. Сборник задач по тепловым и атомным электростанциям: учебное пособие; под ред. Д. П. Елизарова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 36 с.
7. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987- 327 с.
8. Клименко А.В., Зорин В.М. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007 - 632 с.
9. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник: в 2 кн. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 435 с.

### **9.2.Методические разработки**

10. Теплотехника. учебник для инженерно техн. специальностей вузов / Баскаков А. П., Берг Б. В., Витт У. К. и др. ; под ред. А. П. Баскакова.- 2-е изд., перераб. - Москва : Энергоатомиздат, 2010.- 224 с
11. Берг Б.В. Тепловые электрические станции. Учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2007 - 55 с.
12. Мурманский Б.Е., Богатова Т.Ф., Гофман Ю.М., Брезгин В.И. Трубопроводы тепловых электрических станций. Учебное пособие с грифом УМО. Екатеринбург: Сократ, 2008. – 417 с.

### **9.3.Программное обеспечение**

- 1 Программа для расчета и проектирования электростанций ThermoFlow
- 2 Программа для расчета теплоэнергетического оборудования SigmaFurnace
- 3 Компьютерный тренажер котла, турбины, энергоблока

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

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

[http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/mas/](http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/) - расчетный сервер НИУ МЭИ

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

Не используются

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

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

1. Специализированная аудитория оснащенная компьютерами с установленными компьютерными тренажерами – Т-121.
2. Проектор с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран – аудитории Т-121, Т-1002.
3. Лаборатории действующих энергетических предприятий (КТЦ котельной УрФУ, КТЦ Ново-Свердловской ТЭЦ).

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

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

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**7 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	7, 1-17	17
Контрольная работа № 1	7, 5	30
Контрольная работа № 2	7, 13	30
Реферат по разделу 4	7, 15	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	7, 10-17	40
Домашнее задание	7, 16	60
<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	7, 13	50
Выполнение лабораторной работы № 2	7, 16	50

<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**  
**Не предусмотрено**

**8 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	8, 1-5	40
Контрольная работа № 3	8, 5	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4 тек.лек.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</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 – 0,4</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	8, 1-5	100
<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 – не предусмотрено.</b>		

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

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Формирование содержания курсового проекта	8, 1-4	80
Подготовка доклада к защите	8,5	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**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	<b>0,6</b>
Семестр 8	<b>0,4</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.фэпо.рф](http://www.фэпо.рф)); 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, 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 мини-контрольных в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

**Для очной формы обучения:**

#### **Контрольная работа №1**

Определить расход пара и термический КПД паротурбинной электростанции мощностью 100 МВт с начальными параметрами пара  $p_0=14,0$  МПа:  $t_0=545^{\circ}\text{C}$ : давление в конденсаторе  $p_k=4$ кПа; внутренний относительный КПД турбины 0,82; электромеханический КПД 0,92.

**Для очной и заочной формы обучения;**

#### **Контрольная работа №2**

Определить количество пара  $D_{п}$  (т/ч), необходимого для деаэрации  $D_{в} = 80$ т/ч воды с температурой  $t_{в}=85^{\circ}\text{C}$ . Пар на деаэратор подается из отбора турбины с давлением в отборе  $p_{отб}=3$  бар и  $t_{отб}=220^{\circ}\text{C}$ . Потери теплоты в деаэраторе учесть коэффициентом сохранения тепла, равным 0,98. Давление в деаэраторе  $p_{д}=1,2$ бар.

**Для очной формы обучения:**

#### **Контрольная работа № 2**

Определить предельную конденсационную мощность ТЭС с прямоточным водоснабжением конденсаторов турбин. Начальные параметры пара на ТЭС:  $p_0=17$ МПа,  $t_0 = 550^{\circ}\text{C}$ . Давление в конденсаторе  $p_k = 5$  кПа. Внутренний относительный КПД турбины  $\eta_{oi} = 0,85$ ;  $\eta_{эм} = 0,96$ . Температура воды в реке  $t_{исх} = 18^{\circ}\text{C}$ , а на выходе из конденсатора  $t_{вых} = 28^{\circ}\text{C}$ . Расход воды в реке  $Q_p = 50,0$  м<sup>3</sup>/с. Источник водоснабжения является объектом питьевого и культурно-бытового назначения.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

10. Техническое водоснабжение
11. Воздействие энергетических объектов на водные ресурсы
12. Расход воды на охлаждение пара в конденсаторе
13. Система водоснабжения ТЭС
14. Прямоточная система водоснабжения
15. Обратное водоснабжение с прудами охладителями
16. Система обратного водоснабжения с градирнями

17. Техничко-экономические показатели систем водоснабжения
18. Борьба с загрязнениями конденсата и обработка циркуляционной воды
19. Стационарные газотурбинные установки
20. Преимущества и недостатки ГТУ
21. Парогазовые установки. Типы ПГУ
22. Генеральный план станции
23. Компоновка главного корпуса ТЭС

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Характеристика современного электроэнергетического рынка
2. Энергетическая безопасность
3. Топливо-энергетический комплекс России
4. Классификация ТЭС Принцип работы ТЭС
5. Топливо, используемое на ТЭС
6. Свойства воды и водяного пара
7. Термодинамические циклы ТЭС
8. Влияние параметров пара на КПД идеального цикла
9. Влияние давления свежего пара
10. Влияние температуры пара на термический КПД цикла
11. Влияние конечного давления в конденсаторе на КПД идеального цикла
12. Промежуточный перегрев пара
13. Паротурбинные установки.
14. Принципиальная тепловая схема конденсационной электростанции
15. Основное оборудование технологической схемы ТЭС.
16. Котельная установка
17. Паровые турбины
18. Типовые структурные схемы паровых турбин
19. Система регенеративного подогрева
20. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения
21. Расчет тепловой схемы ТЭС
22. Влияние регенеративного подогрева питательной воды на экономичность
23. Потеря рабочего тела на паросиловой ТЭС
24. Учет потерь в КПД станции
25. Подготовка добавочной воды и обработка питательной воды
26. Баковое хозяйство
27. Термический метод подготовки воды
28. Расчет испарителя
29. Конструкция испарителя
30. Подготовка воды в газовом испарителе
31. Присосы сырой воды в конденсаторе и борьба с ними
32. Деаэрация питательной воды на ТЭС.
33. Влияние газов, растворенных в воде на работу оборудования
34. Деаэраторы.
35. Удаление газов из ПВД и ПНД
36. Технология отпуска пара и теплоты от ТЭС
37. Потребители теплоты и тепловые нагрузки

38. Отпуск теплоты промышленным потребителям
39. Отпуск теплоты на отопление
40. Питательные установки
41. Борьба с кавитацией
42. Регулирование производительности питательного насоса
43. (расхода питательной воды)
44. Приводы питательного насоса
45. Включение турбин питательных насосов в тепловую схему ТЭС
46. Напор, производительность и мощность питательного насоса
47. Техническое водоснабжение ТЭС
48. Приводы питательного насоса
49. Включение турбопривода в тепловую схему

### **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

### **88.3.6. Примерные задания для проведения курсового проекта**

**Задание 1 .** Рассчитать отопительную ТЭЦ с турбинами для города с населением 300 тыс. человек в районе Среднего Урала. Топливо –природный газ.

**Задание 2.** Рассчитать ГРЭС электрической мощностью 1200 МВт, расположенную в районе Северного Урала. Топливо –экибастузский уголь.

### **8.3. 10 Примерный перечень тем домашних работ**

Рассчитать тепловую схему ТЭЦ, работающую с турбиной ПТ-135/165-130/15

1. Построить процесс работы пара в турбине в h-s диаграмме (i-s)
2. Определить параметры греющего пара во всех теплообменных аппаратах
3. Определить коэффициенты недовыработки электроэнергии (мощности) потоками пара
4. Определить примерный расход пара на турбину  $D_t$  , задавшись коэффициентом регенерации  $\beta$
5. Составить тепловой баланс всех подогревателей
6. Составить уравнение баланса мощностей турбины и генератора
7. Посчитать мощность, выработанную каждым потоком пара
8. Просуммировать мощности всех потоков пара и получить 135 МВт с поправкой 1%
9. Давление пара перед турбиной  $P_0=12,75$  МПа
10. Температура пара перед турбиной  $t_0=555^{\circ}\text{C}$
11. Потери давления пара на входе в турбину (во все цилиндры) 5%
12. Внутренний относительный КПД турбины  $\eta_{oi1} =0,79$  (ЦВД),  $\eta_{oi2} =0,76$  (ЦСД),  $\eta_{oi3} =0,71$  (ЦНД)
13. Температура питательной воды (за ПВД)  $t_{пв}=230^{\circ}\text{C}$
14. Температура хим.очищенной воды (перед подогревателем ХОВ)  $t_{хов}=300^{\circ}\text{C}$
15. КПД всех подогревателей  $\eta_{подогр} =0,98$
16. Давление пара в регенеративных отборах:

17.  $P_1=3,34$  МПа
18.  $P_2=2,24$  МПа
19.  $P_3=1,47$  МПа
20.  $P_4=0,52$  МПа
21.  $P_5=0,27$  МПа
22.  $P_6=0,12$  МПа
23.  $P_7=0,06$  МПа
24. Давление в конденсаторе  $P_k=0,0029$  МПа
25. Давление в расширителе непрерывной продувки первой и второй ступени  $P_{рпп1}=0,7$  МПа,  $P_{рпп2}=0,2$  МПа
26. Температура возврата конденсата с производства  $t_{вк}=$  0С (по варианту)
27. Возврат конденсата с производства % (по варианту)
28. Расход пара на производство  $D_{пр}=$  кг/сек (по варианту)
29. Количество отпускаемой теплоты с ТЭЦ (тепловая мощность)  $Q_T=$  МВт (по варианту)
30. Температура прямой и обратной сетевой воды  $\tau_{пр} / \tau_{обр} = 150/50$  °С
31. Расход пара на собственные нужды  $D_{сн}=0,012$  Дт
32. Расход пара на уплотнение  $D_{уп}=0,01$  Дт
33. Расход пара на эжектор  $D_э= 0,005$  Дт
34. Расход пара с утечками  $D_{ут}=0,025$  Дт
35. Расход продувочной воды  $D_{прод}=0,015$  Дт
36. Расход добавочной воды  $D_{добав}= D_{ут}+ D_{прод}$
37. Давление в барабане  $P_6= 16$  МПа
38. Давление в деаэраторе  $P_d=0,6$  МПа
39. Пар в деаэратор идет из третьего отбора через РОУ (редукционно-охлаждающая установка), в котором снижается давление
40. Давление пара в подогревателях меньше на 0,8%, чем давление в отборах Подогрев конденсата в эжекторном и сальниковом подогревателях 25°С (их отдельно не рассчитывать)
41. Коэффициент теплофикации  $\alpha_{тэц}=0,5$
42. Механический КПД турбины  $\eta_m=0,99$
43. КПД генератора  $\eta_r=0,99$