

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
«__» _____ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций	Код модуля 1122999 Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6252 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6298 (версия 1)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	Топ 2«Тепловые электрические станции»
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

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

Руководитель модуля

М.П. Фадюшина

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль

Е.В. Черепанова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

1.1. Объем модуля – 24 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. Модуль направлен на формирование теоретических знаний о принципах работы и конструкциях основного и вспомогательного тепломеханического оборудования электростанций. Рассматриваются различные режимы работы оборудования, физико-химическая сущность протекающих в нем процессов, методики расчета оборудования, способы безопасной эксплуатации.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

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	1. Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	5,6	68	51	34	153	149	3, Э (22)	324	9
2.	(ВВ) Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	6	51	34	17	102	132	Э (18)	252	7
3.	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	6,7	68	51	-	119	147	3, Э (22)	288	8
Всего на освоение модуля			187	136	51	374	428	62	864	24

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

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	2. Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
4.	(ВВ) Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	7,8	24	16	8	48	254	3, Э (22)	324	9
5.	(ВВ) Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	8	14	10	6	30	204	Э (18)	252	7
6.	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	8,9	20	20	-	40	226	3, Э (22)	288	8
Всего на освоение модуля			58	46	14	118	684	62	864	24

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

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	3. Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
7.	(ВВ) Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	5,6	12	12	4	28	274	3, Э (22)	324	9
8.	(ВВ) Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	5	8	6	-	14	220	Э (18)	252	7
9.	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	5,6	10	14	-	24	242	3, Э (22)	288	8
Всего на освоение модуля			30	32	4	66	736	62	864	24

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	
3.2.	Кореквизиты	(ВВ) Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций, (ВВ) Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций, (ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуются	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
----------------------------------	--	---	---

модуль			при освоении модуля для нескольких ОП
13.03.01/ 01.01	РО-О5. Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля	ОПК-1 – способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; ПК-1 – способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; ДПК-2.7 – способность разрабатывать проекты узлов и деталей энергетического оборудования;	
	РО-Об. Способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию	ПК-6 – способность участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений; ДПК-2.4 – способность оперативно принимать рациональные решения при возникновении аварийной ситуации на тепловой электрической станции; 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 оборудования для	ПК-11 – готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах; ДПК-2.1 – готовность проводить испытания котлов, турбин, вспомогательного оборудования по заданным программам.	

приемки в эксплуатацию и освидетельствования органами государственного надзора		
--	--	--

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОПК-1	ПК-1	ПК-6	ПК-11	ДПК-2.1	ДПК-2.4	ДПК-2.6	ДПК-2.7
1	(ВВ) Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций	*	*		*	*	*	*	*
2	(ВВ) Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций	*	*	*	*	*	*		*
3	(ВВ) Турбины тепловых и атомных электрических станций	*	*		*	*	*	*	*

Компетенции у дисциплин «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций» и «Турбины тепловых и атомных электрических станций» одинаковы, но данные дисциплины относятся к разным областям знаний.

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 9,5

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.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

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
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций	Код модуля 1122999 Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6252 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6298 (версия 1)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015г., № 1081

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Фадюшина Маргарита Петровна		преподава- тель- лектор	Тепловые электри- ческие станции	

Руководитель модуля

М.П. Фадюшина

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций» и совместно с двумя другими дисциплинами модуля, которые изучаются позднее (параллельно со вторым семестром дисциплины), «Турбины тепловых и атомных электрических станций» и «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций» формирует необходимые теоретические знания о принципах работы, конструкциях основного и вспомогательного тепломеханического оборудования электростанций, сути процессов, протекающих в нем.

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

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-5, РО-6, РО- (ТОП 2)-1):

РО-О5. Способность разрабатывать в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами во взаимодействии со специалистами другого профиля.

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);

готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);

готовность проводить испытания котлов, турбин, вспомогательного оборудования по заданным программам (ДПК-2.1);

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

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:

технологии производства пара на ТЭС, конструкции, характеристики и принцип работы паровых котлов;
 характеристики энергетического топлива и способы его подготовки к сжиганию, основы теории горения, характеристики различных видов топок;
 особенности различных видов поверхностей нагрева, их компоновку, факторы, влияющие на теплообмен;
 стандартные методики расчета котлов;
 факторы, влияющие на эффективность работы котельных установок, способы ее повышения.

Уметь:

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

Владеть:

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

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	153	153	85	68	
2.	Лекции	68	68	34	34	
3.	Практические занятия	51	51	34	17	
4.	Лабораторные работы	34	34	17	17	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	149	26.95	77	72	
6.	Промежуточная аттестация	22	2.58	Экзамен 18	Зачет 4	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	324	182.53	180	144	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	9		5	4	

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7	8	
1.	Аудиторные занятия	48	48	28	20	
2.	Лекции	24	24	12	12	
3.	Практические занятия	16	16	16	-	
4.	Лабораторные работы	8	8	-	8	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	254	11,20	148	106	
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	Зачет 4	Экзамен 18	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	324	61,78	180	144	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	9		5	4	

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	28	28	14	14	
2.	Лекции	12	12	6	6	
3.	Практические занятия	12	12	8	4	
4.	Лабораторные работы	4	4	-	4	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	274	8,20 2,58	148	126	
6.	Промежуточная аттестация	22	38,78	Экзамен 18	Зачет 4	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	324		180	144	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	9		5	4	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Технический анализ твердого топлива: определение влажности, зольности и выхода летучих	17
P11	2	Балансовое испытание котельного агрегата	17

Всего: 34

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Балансовое испытание котельного агрегата	8

Всего: 8

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Балансовое испытание котельного агрегата	4

Всего: 4

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Расчет объемов воздуха, продуктов сгорания и энтальпий	17
P4	2	Расчет потерь теплоты и КПД котла	17
P11	3	Расчет конвективных поверхностей нагрева	17

Всего: 51

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Расчет объемов воздуха, продуктов сгорания и энтальпий	8
P4	2	Расчет потерь теплоты и КПД котла	8

Всего: 16

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Расчет объемов воздуха, продуктов сгорания и энтальпий	2
P4	2	Расчет потерь теплоты и КПД котла	6
P11	3	Расчет конвективных поверхностей нагрева	4

Всего: 12

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

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

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

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

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Тепловой расчет котельного агрегата (по вариантам)

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Очная форма обучения:

Контрольная работа № 1. Изобразить схему котельной установки.

Перечислить элементы котельной установки и их назначение.

Описать технологические потоки: «топливо – продукты сгорания», «воздух», «пароводяной тракт».

Контрольная работа № 2.

Дать определение энергетического топлива.

Перечислить виды топлив, используемых в котлах тепловых электрических станций.

Объяснить, как задается состав твердого и газового топлива.

Что такое теплота сгорания топлива, высшая и низшая? Что такое условное топливо и приведенные характеристики топлива.

Контрольная работа № 3.

Дать определение полного и неполного горения топлива.

Дать определение коэффициента избытка воздуха.

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

Записать уравнения для расчета объемов и энтальпий продуктов сгорания при сжигании твердого и газового топлив.

Контрольная работа № 4.

Записать уравнение теплового баланса котельного агрегата.

Записать выражения для определения располагаемой теплоты рабочей массы топлива, использованной теплоты и коэффициента полезного действия котельного агрегата.

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

Контрольная работа № 5.

Дать понятия о свойствах и характеристиках угольной пыли и оптимальной тонкости помола.

Классификация, конструкция и принцип действия углеразмельняющих мельниц.

Системы пылеприготовления и их элементы.

Контрольная работа № 6

Записать уравнения теплового баланса змеевиковых поверхностей нагрева котельного агрегата (водяного экономайзера и пароперегревателя) и трубчатого воздухоподогревателя.

Записать уравнение лучистого теплообмена для топочной камеры и уравнение теплопередачи для конвективных поверхностей нагрева котельного агрегата.

Дать понятие температурного напора и методику его определения.

Заочная форма обучения:

Контрольная работа № 1.

Записать уравнение теплового баланса котельного агрегата.

Записать выражения для определения располагаемой теплоты рабочей массы топлива, использованной теплоты и коэффициента полезного действия котельного агрегата.

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

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Топочные процессы.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

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

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

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

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006 - 592 с.
2. Липов Ю.М. Тепловой расчет парового котла (учебное пособие для вузов). Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001- 176 с.

3. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание третье, переработанное и дополненное. Санкт-Петербург: ВТИ, НПО ЦКТИ, 2008 – 258 с.

9.1.2.Дополнительная литература

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

9.2.Методические разработки

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

9.3.Программное обеспечение

Программа по расчету топочных процессов SigmaFlow

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

http://twm.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/ - база данных по котельным установкам и парогенераторам

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием
Лекционные аудитории Т-1002, Т-1003, аудитория практических работ Т-010, аудитория лабораторных работ Т-036. Действующее оборудование ТЭС ТГК-9 и ОГК-5

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 3,75. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016г., в том числе, **коэффициент значимости курсового проекта – 0,75.**

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине
5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-17	9
Контрольная работа № 1	5, 2	5
Контрольная работа № 2	5, 4	5
Контрольная работа № 3	5, 6	5
Контрольная работа № 4	5, 8	5
Контрольная работа № 5	5, 10	5
Коллоквиум	5, 14	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4 тек.лек.		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6 пром.лек.		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	5, 1-17	40
Домашнее задание	5, 8	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0 тек.практ.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Выполнение лабораторной работы № 1	5, 3	50
Защита отчета по лабораторной работе № 1	5, 4	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0 тек.лаб.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы
Не предусмотрено

6 семестр

1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	6, 1-17	70
Контрольная работа № 6	6, 7	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4 тек.лек.		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6 пром.лек.		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,1		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	6, 1-9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0 тек.практ.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 1	6, 12	30
Отчет по лабораторной работе № 1	6, 13	30
Защита отчета по лабораторной работе № 1	6, 14	40

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0 тек.лаб.

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Формирование содержания курсового проекта	6, 2-14	80
Подготовка доклада к защите	6, 15	20
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,6		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,6
Семестр 6	0,4

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.фэпо.рф); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины

6. 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://trfaining.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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины

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.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	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.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции,	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, опера-	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с

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

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

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

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

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения курсового проекта

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

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

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

Особые дополнительные сведения: топливо – природный газ Бухара-Урал, температура уходящих газов 130⁰С.

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

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

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

Особые дополнительные сведения: топливо – Богословский уголь, температура уходящих газов 150⁰С.

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

Расчетно-пояснительная записка: тепловой расчет котельного агрегата.

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

Особые дополнительные сведения: топливо – Экибастузский уголь, температура уходящих газов 140⁰С.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Контрольная работа № 1. Рассчитать теоретически необходимый объем воздуха V^0 для сжигания донецкого угля марки ДР.

Контрольная работа № 2. Рассчитать минимальный объем сухих продуктов сгорания $V_{сг}^0$ при сжигании карагандинского угля марки КР.

Контрольная работа № 3. Определить минимальный объем продуктов сгорания $V_{г}^0$ при сжигании кузнецкого угля марки ТР.

Контрольная работа № 4. Определить теоретическое значение энтальпии продуктов сгорания $\Gamma_{г}^0$ при температуре уходящих газов 130°C для подмосковного угля марки Б2Р.

Контрольная работа № 5. При лабораторных исследованиях был получен элементный состав кузнецкого угля марки СС на горючую массу:

$\text{C}^{\Gamma} = 84\%$, $\text{H}^{\Gamma} = 4,5\%$, $\text{N}^{\Gamma} = 2,0\%$, $\text{O}^{\Gamma} = 9\%$, $\text{S}^{\Gamma} = 0,5\%$.

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

Определить состав рабочей массы топлива.

Контрольная работа № 6. При балансовом испытании котельного агрегата, работающего на экибастузском угле, были измерены величины:

паропроизводительность $D = 420$ т/ч

давление перегретого пара $p_{\text{пп}} = 140$ кгс/см²

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

давление питательной воды $p_{\text{пв}} = 170$ кгс/см²

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

присосы воздуха в конвективных поверхностях нагрева - 0,45

температура уходящих газов - 140°C .

Рассчитать КПД котельного агрегата по обратному тепловому балансу и определить расчетный расход топлива $B_{\text{р}}$.

8.3.3. Примерные задания для проведения домашней работы

Задание № 1. Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 320 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара 140 кг/см², температура перегретого пара 570°C , температура питательной воды 230°C , температура уходящих газов 140°C . Топливо – Челябинский БЗР.

Задание № 2. Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 480 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара 140 кг/см², температура перегретого пара 570°C , температура питательной воды 230°C , температура уходящих газов 130°C . Топливо – Кузнецкий ГР.

Задание № 3. Определить КПД и часовой расход топлива для котельного агрегата, проектируемого на паропроизводительность 210 т/ч и оборудованного камерной топкой с сухим шлакоудалением. Давление перегретого пара 100 кг/см², температура перегретого пара 510°C , температура питательной воды 215°C , температура уходящих газов 150°C . Топливо – Карагандинский КР.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Экраны барабанных паровых котлов с естественной циркуляцией

Конструктивная схема экранов прямоточных котлов

Типы пароперегревателей

Способы регулирования температуры перегретого пара

Назначение и конструктивное выполнение водяных экономайзеров

Конструкции трубчатого и регенеративного вращающегося воздухоподогревателей

Двухступенчатая компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Схема современной котельной установки

Тепловой баланс котельного агрегата. Потери теплоты

Потеря теплоты с уходящими газами, ее зависимость от конструктивных и эксплуатационных факторов

Параметры пара современных паровых котлов. Условные обозначения паровых котлов по ГОСТу

Разновидности паровых котлов по организации циркуляции воды

Определение КПД котельного агрегата по прямому и обратному балансу

Элементный состав твердого и жидкого топлива. Рабочая, сухая и горючая масса

Определение теоретически необходимого объема воздуха для сжигания 1 кг твердого или жидкого топлива

Расчет объемов продуктов сгорания по элементному составу твердого и жидкого топлива

Теплота сгорания топлива, высшая и низшая

Условное топливо, приведенные характеристики топлива

Зерновая характеристика угольной пыли, способы ее получения. Уравнение зерновой характеристики. Определение остатка на любом сите

Конструктивная схема и работа шаровой барабанной и молотковой мельниц

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 вопросы для проведения коллоквиума

Скорости химических реакций

Воспламенение топливно-окислительной смеси

Скорость нормального распространения пламени

Скорость распространения пламени при турбулентном режиме

Кинетическое и диффузионное горение газового топлива

Горение твердого топлива

Кинетический и диффузионный режимы горения твердого топлива

Теория турбулентных струй

Свободная затопленная неизотермическая струя; поле скоростей, концентраций и темпера-

тур

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций	Код модуля 1122999 Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6252 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6298 (версия 1)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.03/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.03
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Вульфов Евгений Элиазарович	доцент	доцент	Турбины и двигатели	

Руководитель модуля

М.П. Фадюшина

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» относится к вариативному модулю ВУЗа «Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций», часть разделов данной дисциплины изучается совместно с дисциплинами «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций» формирует теоретические знания о принципах работы, конструкциях паровых турбин тепловых и атомных электрических станций и описывает суть процессов, протекающих в них. Также изучаются режимы работы паровой турбины в различных условиях эксплуатации оборудования, схемы и циклы газотурбинных установок и особенности конструкции газовых турбин.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-05, РО-06, РО-(ТОП 2)-1) :

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);
- готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);
- готовность проводить испытания котлов, турбин, вспомогательного оборудования по заданным программам (ДПК-2.1);
- способность оперативно принимать рациональные решения при возникновении аварийной ситуации на тепловой электрической станции (ДПК-2.4);
- 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:

- конструкции и характеристики турбин ТЭС и АЭС;
- конструкции и характеристики парогазовых и газотурбинных установок;
- технологии производства электрической и тепловой энергии на электростанциях, места различного оборудования в схеме станции;
- режимы работы электростанций;
- основы централизованного энерго- и теплоснабжения потребителей, методов определения оптимальной схемы снабжения;
- основы устройства и функционирования ядерных энергетических установок;
- методики расчета тепловых схем ТЭС, характеристик;
- нормативную документацию, регламентирующую эксплуатацию оборудования электростанций.

Уметь:

- проводить тепловой расчет энергетического оборудования;
- оценивать КПД энергетического оборудования;
- определять приблизительную стоимость установки и модернизации энергетического оборудования;
- составлять отдельные разделы инструкций по эксплуатации оборудования ТЭС.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методиками выбора оборудования электростанций;
- стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования;
- методами опытной проверки оборудования.

1.4.Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6	7	
1.	Аудиторные занятия	119	119	68	51	
2.	Лекции	68	68	34	34	
3.	Практические занятия	51	51	34	17	
4.	Лабораторные работы					
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	147	21,85	108	39	
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	4 (З)	18 (Э)	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288	143,43	180	108	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		5	3	

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8	9	
1.	Аудиторные занятия	40	40	24	16	
2.	Лекции	20	20	12	8	
3.	Практические занятия	20	20	12	8	
4.	Лабораторные работы					
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	226	10,00	152	74	
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	4 (З)	18 (Э)	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288	52,58	180	108	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		5	3	

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	24	24	14	10	
2.	Лекции	10	10	6	4	
3.	Практические занятия	14	14	8	6	
4.	Лабораторные работы					
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	242	7,60	162	80	
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	4 (З)	18 (Э)	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288	34,18	180	108	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		5	3	

*Контактная работа составляет:

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

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

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

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Введение	Предмет, задачи, содержание и структура дисциплины. Учебная литература по дисциплине. Турбины в энергетике и на транспорте. Краткая история развития турбостроения Принцип действия турбины. Основные элементы конструкции турбины. Классификация турбин.
Р2	Турбинная ступень	Истечение водяного пара из сопл. Турбинные решетки. Принцип работы турбинной ступени. Процесс преобразования энергии в турбинной ступени. Потери энергии в турбинных решетках. Ступени активного и реактивного типов. Треугольники скоростей. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени и его зависимости от $U/C_{ф}$. Дополнительные потери энергии в турбинной ступени. Относительный внутренний КПД ступени. Двухвенечные ступени. Парциальные ступени. Ступени большой верности. Определение основных размеров сопловых и рабочих решеток. Выбор профилей турбинных решеток.
Р3	Многоступенчатые турбины	Рабочий процесс многоступенчатой паровой турбины. Общее устройство и основные системы паровой турбины. Предельная мощность однопоточной паровой турбины и пропускная способность последней ступени: основные факторы и их определяющие; способы увеличения предельной мощности турбины. Осевые усилия и способы их уравнивания. Уплотнения в паровых турбинах. Классификация уплотнений по месту установки в турбине. Теория процесса в лабиринтовых уплотнениях. Расчет утечек пара через диафрагменные и концевые уплотнения. Система концевых уплотнений паровых турбин и ее включение в тепловую схему ПТУ. Парораспределение турбины. Назначение системы парораспределения и ее состав. Основные типы парораспределения, применяемые в паровых турбинах. Основные конструкции стопорных и регулирующих клапанов паровых турбин. Расчет и проектирование паровой турбины. Последовательность расчета одноцилиндровой паровой турбины. Определение числа ступеней и распределение теплоперепада между ступенями. Установка паровой турбины на фундаменте. Организация тепловых расширений турбины.
Р4	Система смазки, регулирова-	Назначение системы маслоснабжения и основные требо-

	<p>ния и защиты паровых турбин</p>	<p>вания к ней. Принципиальные схемы маслоснабжения паровых турбин. Совмещенные системы маслоснабжения смазки и регулирования.</p> <p>Автономная система маслоснабжения смазки. Основные элементы систем маслоснабжения.</p> <p>Задачи системы автоматического регулирования (АСР) паровой турбины. Структурная схема АСР прямого действия. Схемы с промежуточным усилием. Ввод в АСР команд от оператора; механизм управления турбиной (МУТ). Понятие неравномерности и нечувствительности АСР. Статическая характеристика АСР. Заброс частоты вращения.</p> <p>Назначение системы защиты паровой турбины. Защита турбины от недопустимого повышения частоты вращения. Автомат безопасности. Защиты турбины: от недопустимого осевого сдвига, от недопустимого снижения давления в системе смазки, от недопустимого повышения давления в конденсаторе, от недопустимого снижения температуры свежего пара, от недопустимого повышения уровня в ПВД.</p>
<p>P5</p>	<p>Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии</p>	<p>Основные потребители тепловой энергии. График потребления тепловой энергии.</p> <p>Турбина с противодавлением. Особенности ее режимов работы. Характеристики экономичности. Маркировка турбин с противодавлением. Турбина с одним и двумя регулируемы отборами. Особенности режимов работы. Маркировка турбин с регулируемы отборами.</p> <p>Турбины со ступенчатым подогревом воды для целей теплофикации. Особенности работы ЦНД теплофикационных турбин.</p> <p>Характеристики экономичности и диаграммы режимов теплофикационной турбины. Конструктивные особенности турбин с противодавлением, с регулируемым отбором пара. Регулирующие органы и их конструкции.</p>
<p>P6</p>	<p>Паровые турбины АЭС</p>	<p>Основные тепловые схемы АЭС и требования к ним. Особенности конструкции турбин АЭС и факторы их определяющие. Единичная мощность турбин и влияние пропускной способности выхлопа, давления в конденсаторе, частоты вращения.</p> <p>Особенности использования влажного пара в турбинах АЭС. Внутренняя и внешняя сепарация. Раздельное давление. Выбор оптимального значения разделительного давления.</p> <p>Влияние аккумулированной в турбине влаги на разгонные характеристики турбоагрегата. Надежность и биологическая защита.</p>
<p>P7</p>	<p>Вибрация турбоагрегата</p>	<p>Понятие вибрации. Частота собственных колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс. Вибрация турбоагрегата. Основные показатели вибрации турбин (виброперемещение, виброскорость).</p> <p>Вибрация оборотной частоты. Критические частоты. Жесткие и гибкие валопроводы. Низкочастотная и высокочастотная вибрация.</p> <p>Нормы вибрационной надежности.</p>
<p>P8</p>	<p>Переменный режим работы турбин</p>	<p>Классификация режимов работы турбины. Работа сопла при переменном режиме.</p> <p>Сетка относительных расходов пара. Работа ступени при переменном режиме. Изменение КПД и реактивности.</p>

		<p>Работа отсека при переменном режиме. Взаимосвязь расходов и давлений. Формула Флюгеля. Изменение теплотерпадов по ступеням (отсекам).</p> <p>Расширение в косом срезе соплового и рабочего каналов; предельные давления. Работа последней ступени конденсационной турбины при переменном режиме. Предельный вакуум. Универсальная кривая поправка на мощность при изменении давления в конденсаторе.</p> <p>Режимная диаграмма «расход-давление» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. КПД отсеков и мощность в условиях переменного режима.</p> <p>Режимная диаграмма «мощность-расход» турбин с дроссельным и сопловым парораспределением. Влияние изменения начального давления и температуры, конечного давления турбины на режимную диаграмму «мощность-расход» конденсационной турбины и турбины с противодавлением.</p> <p>Влияние изменения параметров пара на мощность и экономичность в зависимости от системы парораспределения.</p>
P9	Конденсационная установка	<p>Назначение конденсационной установки. схема и основные элементы. Взаимодействие основных потоков. Основные факторы, влияющие на изменение давления в конденсаторе. Температурный напор конденсатора. Переохлаждение конденсата. Воздухоудаляющие устройства конденсатора. Пароструйные и водоструйные эжекторы. Принцип действия и характеристики эжекторов. Включение эжекторов в систему ПТУ.</p> <p>Водяная и воздушная плотность конденсатора; эксплуатационный контроль.</p> <p>Основные способы чистки конденсатора.</p>
P10	Газотурбинные установки	<p>Схемы и циклы простейших ГТУ со сгоранием топлива при постоянном давлении. Основные показатели, характеризующие работу ГТУ. Особенности конструкции газовых турбин.</p> <p>Основные направления повышения экономичности ГТУ.</p> <p>Технико-экономическое и конструктивное сопоставление ГТУ и ПТУ; преимущества и недостатки.</p>

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 № 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Тепловой расчет турбинной ступени	16
P3	2	Общее устройство и основные системы паровой турбины	2
P3	3	Расчет предельной мощности однопоточной паровой турбины	2
P3	4	Расчет осевых усилий, действующих на ротор турбины	2
P3	5	Изучение конструкции уплотнений турбины и их расчет	2
P3	6	Изучение систем парораспределения	2
P3	7	Определение числа нерегулируемых ступеней ЦВД паровой турбины и распределение теплоперепада между ними	7
P4	8	Изучение различных схем систем маслоснабжения турбины	2
P5	9	Построение тепловых характеристик турбоустановок различных типов	4
P6	10	Изучение тепловых схем и конструкций турбоустановок АЭС	2
P7	11	Расчет критической частоты вращения валопровода паровой турбины	2
P8	12	Расчеты переменного режима сопла, ступени, отсека паровой турбины	4
P9	13	Изучение конструкций конденсаторов паровой турбины	2
P10	14	Циклы простейших ГТУ и изучение конструкций газовых турбин	2

Всего: 51

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Технологическая схема паротурбинной электростанции, работающей на органическом топливе.	3
P3	2	Условные обозначения оборудования и трубопроводов. Типовые схемы энергоустановок.	1
P4	3	Выбор числа ступеней подогрева питательной воды и типов подогревателей.	4
P5	4	Расширение действующей электростанции как способ одновременного решения задачи модернизации и улучшения ее общих энергетических показателей.	2
P6	5	Выбор основного котлотурбинного и паротурбинного оборудования электростанций.	2
P7	6	Выбор и составление схемы станционных трубопроводов блочных электростанций и ЭС с поперечными связями. Схемы восполнения потерь воды в цикле, обеспечения паром деаэраторов, эжекторов, концевых уплотнений турбин в пусковых режимах.	2
P8	7	Примеры компоновок главного корпуса с энергоблоками мощностью 500, 800 и 1200 МВт.	2
P9	8	Генеральный план тепловой и атомной электростанции.	2
P10	9	Пуск основного оборудования ТЭС и АЭС.	2

Всего: 20

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Технологическая схема паротурбинной электростанции, работающей на органическом топливе.	3
P3	2	Условные обозначения оборудования и трубопроводов. Типовые схемы энергоустановок.	1
P4	3	Выбор числа ступеней подогрева питательной воды и типов подогревателей.	4
P5	4	Расширение действующей электростанции как способ одновременного решения задачи модернизации и улучшения ее общих энергетических показателей.	1

P6	5	Выбор основного котлотурбинного и паротурбинного оборудования электростанций.	1
P7	6	Выбор и составление схемы стационарных трубопроводов блочных электростанций и ЭС с поперечными связями. Схемы восполнения потерь воды в цикле, обеспечения паром деаэраторов, эжекторов, концевых уплотнений турбин в пусковых режимах.	1
P8	7	Примеры компоновок главного корпуса с энергоблоками мощностью 500, 800 и 1200 МВт.	1
P9	8	Генеральный план тепловой и атомной электростанции.	1
P10	9	Пуск основного оборудования ТЭС и АЭС.	1

Всего: 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)

Описание конструкции паровой турбины заданной мощности .

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)

ЦВД паровой турбины, заданной мощности и типа.

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	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				+								
P2				+	+							
P3				+	+							
P4				+	+							
P5				+	+							
P6	+			+	+							
P7				+	+							
P8				+	+							
P9				+	+							
P10				+	+							

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. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкция турбин: Учебник для вузов. Кн. 1, 2 60-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1993.
2. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1990. 640 с.
3. Паровые и газовые турбины. Сборник задач: Учебное пособие для вузов/под ред. В.М. Трояновского, Г.С. Самойловича. М.: Энергоатомиздат, 1987. 240 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Паровые и газовые турбины/под ред. А.Г. Костюка и В.В. Фролова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 352 с.
2. Леонков А.М. Паровые и газовые турбины. Курсовое проектирование. Минск: Высшая школа. 182 с.
3. Трухний А.Д., Лосев С.И. Стационарные паровые турбины. М.: Энергоиздат, 1981. 456 с.
4. Самойлович Г.С. Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. М.: Энергоатомиздат, 1982. 494 с.

9.2. Методические разработки

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

9.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Корпоративная. Операционная система рабочих станций.
2. Microsoft Windows 7 Professional. Операционная система рабочих станций.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Материально-техническое обеспечение должно способствовать изучению дисциплины, наглядно и в доступной форме иллюстрировать лекционный и практический материал.

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

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 3,25. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г. В том числе коэффициент значимости курсового проекта – 1,25.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине
VI семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VI, 1-17	70
<i>Реферат</i>	VI, 1-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям - зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	VI, 1-17	60
<i>Участие в практических занятиях</i>	VII, 1-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

VII семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям - экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – се-	Макси-

тиях	местр, учебная неде- ля	мальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VII, 10-17	60
Участие в практических занятиях	VII, 10-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение графической части	VII, 1-17	30
Выполнение расчетных работ	VII, 1-17	50
Оформление пояснительной записки	VII, 1-17	20
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,6		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,4		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр VI	0,4
Семестр VII	0,6

*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.rp); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к рабочей программе дисциплины

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

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

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

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

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

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

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

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

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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. Примерные задания для проведения курсовой работы

- 1) Прототип ЦВД турбины, заданной мощности $N_{Э}=200$ МВт;
- 2) $P_0 = 13,0$ МПа (начальное давление);
- 3) $t_0 = 550^{\circ}\text{C}$ (начальная температура);
- 4) $P_k = 2,0$ МПа (давление за ЦВД);
- 5) $G_0 = 165$ кг/с (расход пара).

8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Что такое турбина?
2. Классификация турбин по различным признакам.
3. Что такое турбинная ступень.
4. Процессы преобразования энергии в турбинной ступени.
5. Внутренние тепловые потери в ступени паровой турбины (основные и дополнительные).
6. Понятие относительного лопаточного и относительного внутреннего К.П.Д.
7. Основная характеристика турбинной ступени (X_{ϕ}). Зависимость относительного лопаточного К.П.Д. от X_{ϕ} .
8. Двухвенечные турбинные ступени. Основные преимущества и недостатки.
9. Турбинные ступени с длинными лопатками. Законы закрутки.
10. Многоступенчатые турбины (преимущества и недостатки многоступенчатой конструкции).
11. Предельная мощность однопоточной паровой турбины (основные пути увеличения).
12. Система уплотнений паровой турбины.
13. Задачи, решаемые системой концевых уплотнений паровой турбины.
14. Осевые усилия в паровой турбине. Основные способы снижения осевых усилий.
15. Понятие парциальности? турбинной ступени. Степень парциальности.
16. Понятие реактивности турбинной ступени. Степень реактивности.
17. Переменный режим работы отсека паровой турбины. Формула Флюгеля для отсека.
- 18.

8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Конденсационная установка. Назначение, состав, принцип работы.

2. Основные факторы, определяющие давление в конденсаторе.
3. Воздухоудаляющие устройства конденсатора.
4. Эксплуатационный контроль работы конденсационной установки.
5. Турбины для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.
6. Показатели экономичности теплофикационных турбин. Особенности конструкции.
7. Сетевая подогривательная установка.
8. Особенности тепловых схем и конструкции турбин АЭС.
9. ГТУ в электроэнергетике. Особенности направления повышения тепловой экономичности.
10. Система автоматического регулирования паровой турбины (общие положения, структура, системы регулирования прямого действия и с одним звеном усиления).
11. Основные характеристики и показатели системы регулирования паровой турбины.
12. Система маслоснабжения турбины (общие положения, основные требования к системе).
13. Схемы и принцип действия систем маслоснабжения с центробежным масляным насосом и для турбин сверхкритического давления.
14. Система технологических защит паровой турбины (общие положения, принцип действия, перечень основных защит).
15. Защита турбины от недопустимого повышения частоты вращения. Автомат безопасности.
16. Защита от недопустимого повышения уровня в ПВД.
17. Вибрация турбоагрегата. Основные виды вибрации. Показатели виброндежности.
18. Классификация режимов работы паровой турбины.

8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации
не используются

8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля
не используются

8.3.9. Интернет-тренажеры
не используются

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТРУБОПРОВОДЫ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ОСНОВНОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	Код модуля 1122999 Учебный план в ЕИСУ № 6009 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6252 (версия 1) Учебный план в ЕИСУ № 6298 (версия 1)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015г., № 1081

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Чернова Марина Борисовна		преподава- тель- лектор	Тепловые электри- ческие станции	

Руководитель модуля

М.П. Фадюшина

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТРУБОПРОВОДЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы тепловых электрических станций» входит в модуль вариативной части вуза «Основное и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций» и совместно с двумя другими дисциплинами модуля, одна из которых «Котельные установки и парогенераторы тепловых электрических станций» изучается до нее и параллельно, и вторая «Турбины тепловых и атомных электрических станций», изучаемая параллельно и после нее, формирует теоретические знания о принципах работы, конструкциях вспомогательного и тепломеханического оборудования и трубопроводов электростанций и описывает суть процессов, протекающих в них. Изучение дисциплины направлено на освоение принципов работы, устройства и эксплуатации вспомогательного и тепломеханического оборудования (регенеративных и сетевых подогревателей, испарителей, деаэраторов, насосов, вентиляторов, компрессоров и др.), их конструктивных особенностей.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-05, РО-06, РО-(ТОП2)-1):

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 участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений (ПК-6);

– готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);

– готовность проводить испытания котлов, турбин, вспомогательного оборудования по заданным программам (ДПК-2.1);

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

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим установкам и системам;

основы теории работы, особенности конструкции и характеристики насосного, тягодутьевого и тепломеханического оборудования электростанции;

стандартные методики расчета вспомогательного оборудования электростанций.

Уметь:

проводить тепловой расчет энергетического оборудования;

анализировать техническое состояние энергетического оборудования;

сравнивать различное типовое энергетическое оборудование и выбирать наиболее соответствующее требованиям и условиям производства.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

методиками выбора оборудования электростанций;

стандартными методиками теплового расчета энергетического оборудования.

1.4.Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	102	102	102
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	132	15,30	132
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	119,63	252
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		7

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	Аудиторные занятия	30	30	30
2.	Лекции	14	14	14
3.	Практические занятия	10	10	10
4.	Лабораторные работы	6	6	6
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	204	4,50	204
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	36,83	252
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		7

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	14	14	14
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	220	2,10	220
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	18,43	252
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		7

*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	Классификация вспомогательного оборудования ТЭС	Технологическая схема ТЭС и место вспомогательного оборудования в ней Классификация вспомогательного оборудования ТЭС по назначению и принципу действия.
P2	Регенеративные и сетевые подогреватели	<p>Назначение и типы регенеративных подогревателей. Конструктивные особенности подогревателей высокого и низкого давления. Схемы включения подогревателей в систему регенерации турбины. Основы теплового расчета регенеративных подогревателей. Определение основных геометрических характеристик регенеративных подогревателей. Основы гидравлического расчета регенеративных подогревателей.</p> <p>Назначение сетевых подогревателей. Конструкции сетевых подогревателей. Схемы включения сетевых подогревателей. Тепловой расчет сетевых подогревателей.</p>
P3	Испарители и деаэраторы	<p>Назначение и типы испарителей. Конструкции испарителей. Водный режим испарителей. Схемы включения испарителей в тепловую схему ТЭС. Тепловой и гидравлический расчет испарителей.</p> <p>Назначение и типы деаэраторов. Теоретические основы процесса термической деаэрации. Конструкции деаэраторов. Расчет теплообмена в деаэраторах.</p>
P4	Водогрейные котлы	<p>Назначение и принцип действия водогрейных котлов. Конструкции водогрейных котлов. Основы теплового расчета водогрейных котлов.</p>
P5	Насосное и тягодутьевое оборудование ТЭС	<p>Назначение и область применения насосов и тягодутьевых машин. Параметры работы машин. Характеристики насосов и тягодутьевых машин. Определение характеристики сети. Рабочий режим при работе машины на сеть. Совместная работа нескольких машин на общую сеть. Определение оптимального режима совместной работы машин на сеть. Устойчивая работа насосов и вентиляторов в сети. Помпаж и меры его предупреждения. Кавитация и меры предупреждения кавитации.</p> <p>Основы теории подобия процессов в насосах и тяго-</p>

		дутьевых машинах. Регулирование параметров работы насосов и тягодутьевых машин. Способы регулирования. Сравнение различных способов регулирования по затрачиваемой мощности. Конструкции тягодутьевых машин и насосов. Испытания и эксплуатация насосов и тягодутьевых машин.
P6	Станционные трубопроводы	Классификация станционных трубопроводов по назначению. Категории трубопроводов. Факторы, влияющие на работу трубопроводов. Компенсация тепловых удлинений трубопроводов. Крепление трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Арматура для трубопроводов. Основы расчета конструктивных элементов и гидравлического сопротивления трубопроводов. Особенности эксплуатации трубопроводов ТЭС.
P7	Расчет теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	Условия работы металла теплообменного оборудования и трубопроводов. Изменения структуры и свойств сталей в процессе изготовления, эксплуатации, монтажа и ремонта. Контроль состояния паропроводов. Расчет на прочность элементов теплообменников и трубопроводов.
P8	Золоуловители	Назначение и типы золоуловителей. Конструкции золоулавливающих устройств. Показатели эффективности работы золоулавливающих устройств.

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

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Ознакомление со вспомогательным оборудованием ТЭС	3
P5	2	Изучение конструкций и принципа действия насосов по натурным образцам и действующим моделям (с расчетом основных параметров)	4
P5	3	Снятие характеристик насоса и сети	2
P5	4	Исследование совместной работы насосов при параллельном и последовательном включении их в общую сеть.	4
P5	5	Изучение различных способов регулирования производительности вентилятора. Сравнение экономичности различных способов регулирования.	4
Всего:			17

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Ознакомление со вспомогательным оборудованием ТЭС	2
P5	2	Изучение конструкций и принципа действия насосов по натурным образцам и действующим моделям (с расчетом основных параметров)	2
P5	3	Снятие характеристик насоса и сети	2
Всего:			6

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Выбор вспомогательного оборудования ТЭС	4
P2	2	Конструктивный расчет подогревателей	4
P3	3	Расчет испарителей	4
P3	4	Расчет деаэрата	4
P5	5	Анализ энергоэффективности различных способов регулирования	10
P6	6	Расчет конструктивных элементов трубопроводов	4
P7	7	Расчет элементов теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	4
Всего:			34

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Выбор вспомогательного оборудования ТЭС	1
P2	2	Конструктивный расчет подогревателей	1
P3	3	Расчет деаэрата	1
P5	4	Анализ энергоэффективности различных способов регулирования	5
P6	5	Расчет конструктивных элементов трубопроводов	1
P7	6	Расчет элементов теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	1
Всего:			10

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Выбор вспомогательного оборудования ТЭС	1
P2	2	Конструктивный расчет подогревателей	1
P3	3	Расчет деаэрата	1
P5	4	Анализ энергоэффективности различных способов регулирования	1
P6	5	Расчет конструктивных элементов трубопроводов	1
P7	6	Расчет элементов теплообменного оборудования и трубопроводов на прочность	1
Всего:			6

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Очная форма обучения

Анализ экономической эффективности различных способов регулирования работы насосного и тягодутьевого оборудования (по вариантам)

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

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

Очная форма обучения:

По разделу 1:

Тепловая схема конденсационной электростанции.

Тепловая схема теплофикационной электростанции.

Вспомогательное оборудование конденсационной электростанции.

Вспомогательное оборудование теплофикационной электростанции.

По разделу 3:

Типы испарителей.

Схемы включения испарителей в тепловую схему ТЭС.

Основы процесса термической деаэрации.

Типы деаэраторов.

Конструкция и принцип действия деаэрата струйного атмосферного деаэрата.

Конструкция и принцип действия деаэрата пленочного типа.

Конструкция и принцип действия деаэрата струйно-барботажного типа.

По разделу 6:

Назначение и типы компенсаторов трубопроводов тепловых электрических станций.

Компенсация тепловых расширений трубопроводов.

Опоры и подвески трубопроводов.

Окраска и надписи на трубопроводах.

Условные обозначения трубопроводов.

Пуск и останов трубопровода.

Тепловая изоляция трубопроводов.

Назначение и классификация арматуры.

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)

Не предусмотрено

4.4.1 Примерная тематика контрольных работ

Очная форма обучения:

Контрольная работа № 1.

Перечислить типы регенеративных подогревателей.

Изобразить схемы включения подогревателей в систему регенерации турбины.

Записать уравнение теплового баланса регенеративного подогревателя.

Описать назначение сетевых подогревателей.

Изобразить схемы включения сетевых подогревателей.

Записать уравнение теплового баланса сетевого подогревателя.

Контрольная работа № 2.

Дать классификацию насосов и тягодутьевых машин по назначению и принципу действия.

Перечислить параметры работы машин.

Изобразить теоретические и действительные характеристики насосов и тягодутьевых машин.

Дать определение помпажа, перечислить меры его предупреждения.

Дать определение кавитации, указать меры ее предупреждения.

Дать определение геометрическому, кинематическому и динамическому подобию.

Записать формулы подобию.

Перечислить основные способы регулирования параметров работы насосов и тягодутьевых машин.

Контрольная работа № 3.

Основные типы трубопроводов (по назначению).

Категории трубопроводов.

Условный проход трубопроводов.

Условные, рабочие и пробные давления для арматуры и соединительных частей трубопроводов.

Трассировка и крепление стационарных трубопроводов.

Заочная форма обучения:

Контрольная работа № 1.

Дать классификацию насосов и тягодутьевых машин по назначению и принципу действия.

Перечислить параметры работы машин.

Изобразить теоретические и действительные характеристики насосов и тягодутьевых машин.

Дать определение кавитации, указать меры ее предупреждения.

Перечислить основные способы регулирования параметров работы насосов и тягодутьевых машин.

4.3.9 Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Рихтер Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учеб. Пособие для вузов/ Л.А.Рихтер, Д.П.Елизаров, В.М.Лавыгин.-М.: Энергоатомиздат, 1995.

Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. Пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика»/ Ю.Г.Назмеев, В.М.Лавыгин.- 2-е изд., перераб.-М.:МЭИ, 2002.

Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учеб. для теплоэнерг. специальностей втузов/ В.М.Черкасский.-2-е изд., перераб. и доп.- М.:Энергоатомиздат, 1984.

9.1.2.Дополнительная литература

Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: Учеб. Пособие для вузов.-М. Энергоатомиздат, 1998.
Черкасский В.М.
Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для студентов вузов/Л.С.Стерман, В.М.Лавыгин, С.Г.Тишин.-М.:Энергоатомиздат, 1995.

9.2.Методические разработки

Т.Ф. Богатова Анализ экономической эффективности различных способов регулирования работы насосного и тягодутьевого оборудования: методические указания к домашнему заданию по дисциплине «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС» / Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008.

9.3.Программное обеспечение

Не используется

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/ - база данных по тепломеханическому и вспомогательному оборудованию электростанций.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные аудитории Т-1002, Т-1003 аудитория практических работ Т-010, аудитория лабораторных работ И-235. Лаборатории действующих энергетических предприятий (котло-турбинный цех котельной УрФУ, котло-турбинный цех Ново-Свердловской ТЭЦ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	6, 1-17	17
Контрольная работа № 1	6, 4	14
Контрольная работа № 2	6, 9	14
Контрольная работа № 3	6, 15	14
Реферат по разделу 1	6, 2	15
Реферат по разделу 3	6, 8	15
Реферат по разделу 6	6, 13	11
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	6, 1-17	17
Домашняя работа № 1	6, 15	83
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 1	6, 2	15
Выполнение лабораторной работы № 2	6, 3	25
Выполнение лабораторной работы № 3	6, 4	10
Выполнение лабораторной работы № 4	6, 6	25
Выполнение лабораторной работы № 5	6, 9	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным за-		

нениям – 1,0

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

*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); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к рабочей программе дисциплины

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

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

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

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

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

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

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

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

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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 домашней работы

Очная форма обучения:

Сравнить экономическую эффективность двух параллельно включенных вентиляторов марки (по вариантам) при их параллельном и последовательном регулировании. Регулирование каждого вентилятора производится направляющим аппаратом на входе в рабочее колесо. Характеристика сети представлена уравнением $H=a+bQ^2$ (Коэффициенты a и b заданы по вариантам).

Сравнить экономическую эффективность трех параллельно включенных насосов марки (по вариантам), если каждый насос регулируется изменением частоты вращения двигателя. Совместная работа насосов регулируется двумя способами: последовательно и параллельно. Характеристика сети представлена уравнением $H=a+bQ^2$ (Коэффициенты a и b заданы по вариантам).

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Очная форма обучения:

Контрольная работа 1. Воздух в количестве 30т/ч, проходя через подогреватель, подогревается от 20⁰С до 160⁰С. Определить необходимую производительность, напор и мощность при установке вентилятора в одном случае до подогревателя, в другом-после подогревателя, если полное сопротивление воздушного тракта составляет 1200 мм вод.ст. КПД вентилятора 70%.

Контрольная работа 2. На откачке воды из колодца в реку работает осевой насос типа ВП-60, характеристика которого приведена на рисунке. С какой производительностью будет работать насос и какой потребует мощности, если разность уровней реки и колодца составляет 2,8м, диаметр трубопровода $d=600$ мм, его длина $l=25$ м, а эквивалентная длина местных сопротивлений составляет 8м. Коэффициент трения принять 0,03. Коэффициент полезного действия насоса 74%.

Контрольная работа 3. Проверить прочность труб 219x16 мм паропровода условным диаметром 200 мм на давление пара 115 кгс/см² при температуре 210⁰С. Материал – сталь 12Х1МФ. Радиус гиба $R=3,5D_n$, овальность 8%. Допускаемое напряжение 1010 кгс/см².

Заочная форма обучения:

Контрольная работа 1. Определить полный напор, который должен создавать насос при питании горячей водой ($t=100^0$) парового котла с избыточным давлением $P_k=20$ ати, если уровень воды в барабане котла на $H=10$ м выше уровня воды в закрытом питательном баке с избыточным давлением $P_6=0,2$ ати. Полную потерю напора в трубопроводе принять равной $H_{пот}=1,6$ м вод.ст.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация вспомогательного оборудования ТЭС по назначению и принципу действия.
2. Технологическая схема ТЭС и место вспомогательного оборудования в ней.
3. Назначение и типы регенеративных подогревателей.
4. Конструктивные особенности подогревателей высокого и низкого давления.
5. Схемы включения подогревателей в систему регенерации турбины.
6. Тепловой расчет регенеративных подогревателей.
7. Назначение и конструкция сетевых подогревателей.
8. Схемы включения сетевых подогревателей.
9. Тепловой расчет сетевых подогревателей.
10. Назначение и типы испарителей.
11. Особенности водных режимов испарителей.
12. Конструкции испарителей.
13. Схемы включения испарителей в тепловую схему ТЭС.
14. Назначение и типы деаэраторов.
15. Теоретические основы процесса термической деаэрации.
16. Конструкции деаэраторов.
17. Конструкции водогрейных котлов.
18. Эксплуатационные показатели работы водогрейных котлов.
19. Назначение и область применения насосов и тягодутьевых машин.
20. Параметры работы машин.
21. Характеристики насосов и тягодутьевых машин.
22. Характеристика сети.
23. Совместная работа нескольких машин на общую сеть.
24. Устойчивая работа насосов и вентиляторов в сети.
25. Помпаж и меры его предупреждения.
26. Кавитация и меры предупреждения кавитации
27. Основы теории подобия процессов в насосах и тягодутьевых машинах.
28. Способы регулирования параметров работы насосов и тягодутьевых машин.
29. Сравнение различных способов регулирования по затрачиваемой мощности.
30. Конструкции тягодутьевых машин и насосов.
31. Классификация трубопроводов ТЭС.
32. Условный проход трубопроводов.
33. Условные, рабочие и пробные давления.
34. Компенсация тепловых расширений трубопроводов.
35. Назначение и классификация компенсаторов.
36. Тепловая изоляция трубопроводов.
37. Методы контроля металла трубопроводов.
38. Классификация арматуры.
39. Требования, предъявляемые к арматуре.

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