

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-32-ТТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П.Б. Акмаров

" 17 " 12 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Котельные установки и парогенераторы

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2015

Оглавление

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ	5
В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма).....	7
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма)	12
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	17
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ.....	22
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	26

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Котельные установки и парогенераторы»

Целью изучения дисциплины является подготовка бакалавров, специализирующихся в области теплоэнергетики и теплотехники, к решению вопросов проектирования, эксплуатации и совершенствования систем обеспечения предприятий теплотой пара и горячей воды.

Задачи изучения дисциплины:

В результате изучения дисциплины слушатели должны:

- знать общие закономерности изменения потребления теплоты предприятиями при изменениях параметров наружного воздуха и по часам рабочей смены; методы определения величин расходов топливно-энергетических ресурсов разными типами теплогенерирующих установок; общие принципы регулирования параметров и количество теплоты, отпускаемой потребителям, а также допустимые границы изменений параметров;
- уметь составлять и рассчитывать схемы тепловых сетей и источников теплоты; выявлять расчетные режимы работы каждого из звеньев системы; выбирать типоразмеры и параметры необходимого оборудования; использовать справочную и нормативную литературу;
- иметь навыки проектирования систем теплоснабжения и ее элементов с использованием компьютерных технологий.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, включает исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения промышленных и коммунальных предприятий, объекты малой энергетики, установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, паровые и водогрейные котлы различного назначения, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, паровые и газовые турбины, газопоршневые двигатели (двигатели внутреннего и внешнего сгорания), энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки, установки по производству сжатых и сжиженных газов, компрессорные, холодильные установки, установки систем кондиционирования воздуха, тепловые насосы, химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки, установки водородной энергетики, вспомогательное теплотехническое оборудование, тепло - и массообменные аппараты различного назначения, тепловые и электрические сети, теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий, установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел, технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок, топливо и масла, нормативно-техническая документация и системы стандартизации, системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «Котельные установки и парогенераторы»

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» включена в цикл Б1 вариативная часть.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, выполнение курсовой работы.

Для изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» необходимы следующие знания, умения и навыки:

Знания: *Вычислительной техники:* основные понятия об операционной системе. Алгоритмы. Средства для организации данных. Блок-схемы программы. Структура программ. Синтаксис языка программирования. Команды, процедуры и функции языка программирования. Встроенные средства структурного программирования. Условные операторы. Циклы с параметром. Средства машинной графики. Умение разрабатывать и отлаживать несложные программы.

Высшей математики: математический анализ, дифференцирование и интегрирование, потенциальные поля и вероятностные задачи; теория векторного поля, векторный анализ, линейная алгебра, численные методы решения уравнений.

Технической термодинамики: газовые законы, циклы тепловых машин, термодинамика потока.

Тепломассообмена: теплопроводность, закон Фурье; конвективный теплообмен, закон Ньютона – Рихмана; теплопередача, нестационарная теплопроводность.

Умение: выбирать способы и методики решения энергетических и теплотехнических задач.

Навыки: отыскивать причины явлений в энергетике и теплотехнике; классифицировать и систематизировать объекты энергетике и теплотехники.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)

Котельные установки и парогенераторы

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.0 6	Б1 Математика Б1 Информатика Б1 Техническая термодинамика Б1 Тепломассообмен	Б1 Проектирование энергосистем Б1 Газовые системы и сети Б1 Подготовка выпускной квалификационной работы

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИ- РУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

«Котельные установки и парогенераторы»

3.1 Перечень общепрофессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК)

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	естественно научную сущность проблемы	применять основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретически и экспериментально исследовать поставленную задачу	математическим аппаратом для решения практических задач, связанных с поставленной задачей
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	нормативную документацию для проектирования энергообъектов	применять собирать и анализировать исходные данные для проектирования	методами проектирования энергообъектов

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения промышленных и коммунальных предприятий, объекты малой энергетики, установки, системы и комплексы высокотемпературной и низко температурной теплотехнологии, паровые и водогрейные котлы различного назначения, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, паровые и газовые турбины, газопоршневые двигатели (двигатели внутреннего и внешнего сгорания), энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки, установки по производству сжатых и сжиженных газов, компрессорные, холодильные установки, установки систем кондиционирования воздуха, тепловые насосы, химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки, установки водородной энергетики, вспомогательное теплотехническое оборудование, тепло- и массообменные аппараты различного назначения, тепловые и электрические сети, теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий, установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел, технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок, топливо и масла, нормативно-техническая документация и системы стандартизации, системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- участие в сборе и анализе информационных данных для проектирования;
- расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений;
- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- планирование работы персонала;
- участие в разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- выполнение работ по одной или нескольким должностям служащих;
- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования тепловой энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц тепловой техники;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов тепловых машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Се- мestr	Все- го ча- сов	Аудитор- ных	Са- мост. работа	Лек- ций	Лаборатор- ных	Практиче- ских	Промежуточ- ная аттестация
6	180	58	95	20	12	26	Курсовая ра- бота, 27 - эк- замен

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (мо- дуля), темы раздела	Виды учебной работы, вклю- чая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего кон- троля успеваемо- сти, СРС (по неделям семест- ра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	6	1	Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива. Роль котельных установок в теплоэнергетике	7	2				5	Устный или письменный опрос
2	6	2-3	Энергетическое топливо. Топочные процессы	11	2	4			5	Устный или письменный опрос
3	6	4-5	Тепловой баланс котла	11	2	2	2		5	Устный или письменный опрос
4	6	6-8	Подготовка топлива к сжиганию Организация сжигания угольной пыли Организация сжигания жидкого топлива Организация сжигания природного газа	11	4	2			5	Устный или письменный опрос
5	6	9-10	Модуль 2. Паровые котлы. Общие характеристики паровых котлов Компоновка и тепловая схема парового котла Гидродинамика паровых котлов	13	2	4	2		5	Устный или письменный опрос
6	6	11-12	Модуль 3. Водоподготовка	11	2	4			5	Устный или письменный опрос
7	6	13-14	Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов Безнакипный режим ра-	15	4	4	2		5	Устный или письменный опрос

			боты барабанных котлов Парообразующие поверхности нагрева							
8	6	14-15	Модуль 4. Теплообменники в котловой технике Типы перегревателей Водяные экономайзеры Воздухоподогреватели	15	2	4	4		5	Устный или письменный опрос
9	6	16-17	Модуль 5. Водогрейные котлы	11	2	2	2		5	Устный или письменный опрос
10	6	18-20	Защита и работа над курсовой работой	45					45	Устный или письменный опрос
11		21	Промежуточная аттестация	27						Экзамен
			Итого	180	20	26	12		95	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОПК-2	ПК-1	общее количество компетенций
Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива. Роль котельных установок в теплоэнергетике. Энергетическое топливо. Топочные процессы. Тепловой баланс котла. Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.	38	+	+	2
Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов. Компоновка и тепловая схема парового котла. Гидродинамика паровых котлов.	13	+	+	2
Модуль 3. Водоподготовка. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабанных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.	22	+	+	2
Модуль 4. Теплообменники в котловой технике Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.	15	+	+	2
Модуль 5. Водогрейные котлы.	11	+	+	2

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
1	Модуль 1	Организация процесса сжигания топлива. Роль котельных установок в теплоэнергетике. Энергетическое топливо. Топочные процессы. Тепловой баланс котла. Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.
2	Модуль 2	Общие характеристики паровых котлов. Компоновка и тепловая схема парового котла. Гидродинамика паровых котлов.
3	Модуль 3	Водоподготовка. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабанных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.
4	Модуль 4	Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.
5	Модуль 5	Водогрейные котлы. Классификация. Особенности конструкции.
6	Модуль 6	Правила устройства, безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Применение программы Маткад для решения тепло-энергетических задач	2
2.	2	Изучение работы тепловой схемы котельной	2
3.	3	Изучение циркуляционного контура котлас естественной циркуляцией	2
4.	3	Изучение циркуляционного контура котлас принудительной циркуляцией	2
5.	4	Изучение распределения температурного поля в теплообменных поверхностях котельного агрегата	4
		Итого	12

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Расчет характеристик энергетических топлив. Расчеты продуктов сгорания топлива.	4
2.	1	Тепловой баланс и КПД парового котла. Тепловой баланс парового котла. Определение КПД парового котла.	2
3.	2	Расчет тепловой схемы котельной, на примере водогрейной котельной	2
4.	3	Расчеты топочной камеры и радиационных поверхностей нагрева. Геометрические и оптические характеристики топочной камеры. Теплообмен излучением в топочной камере. Расчет тепловосприятия радиационных поверхностей в топке.	3
5.	4	Расчет змеевиковых конвективных поверхностей нагрева. Геометрические характеристики.	3
6.	4	Расчет коэффициента теплопередачи в змеевиковых конвективных поверхностях нагрева. Расчет температурного напора в змеевиковых поверхностях нагрева Тепловой и конструктивный расчеты змеевиковых конвективных поверхностей нагрева. Расчеты трубчатых и регенеративных воздухоподогревателей. Тепловые расчеты воздухоподогревателей	4
7.	4	Расчет радиационно-конвективных поверхностей нагрева. Геометрические характеристики радиационно-конвективных поверхностей нагрева. Тепловосприятие радиационно-конвективных поверхностей нагрева. Тепловой расчет радиационно-конвективных поверхностей нагрева	4
8.	5	Водогрейные котлы. Расчет элементов котла	2
9.	6	Правила устройства, безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Решение ситуационных задач	2
		Итого	26

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Модуль 1	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабора-	Устный или письменный опрос

			торным занятиям, практическим занятиям	
2	Модуль 2	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, практическим занятиям	Устный или письменный опрос
3	Модуль 3	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям практическим занятиям	Устный или письменный опрос
4	Модуль 4	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям практическим занятиям	Устный или письменный опрос
5	Модуль 5	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции практическим занятиям	Устный или письменный опрос
		45	Выполнение и защита курсовой работы	Устный или письменный опрос
	Итого	95		

4.7 Курсовая работа

Целью курсовой работы является:

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Котельные установки и парогенераторы»;
- развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по применению различных видов топлива и энергоносителей для обеспечения нужд потребителей.

Тематика курсовой работы. Тема работы – расчет схемы котельной. Исходные данные расчета тепловой схемы выбираются в соответствии с номером зачетной книжки.

Оформление курсовой работы.

Пояснительная записка курсового проекта должна содержать 30-35 страниц рукописного текста или 20-25 страниц печатного текста и двух листов графического материала формата А3.

Текст пояснительной записки оформляется согласно методических указаний по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ на факультете энергетики и электрификации.

Графическая часть проекта должна пояснять материал, приведенный в записке, выявлять способность студента выполнять конструкторские разработки и правильно оформлять техническую документацию. При выполнении чертежей необходимо строго соблюдать требования ГОСТ 2 ЕСКД и ГОСТ 21 СПС.

К пояснительной записке должно быть приложено задание на проектирование.

Графическая часть проекта состоит из двух листов формата А3 с указанием:

- плана тепловой схемы;
- план компоновки котельной.

Структура курсовой работы

- 1 Расчет тепловой нагрузки котельной.
 - 1.1 Расход теплоты на отопление и вентиляцию
 - 1.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение
 - 1.3 Расход теплоты на технологические нужды
- 2 Построение годового графика тепловой нагрузки
- 3 Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной
 - 3.1 Определение параметров воды и пара
 - 3.2 Расчёт редуционно-охладительной установки (РОУ)

- 3.3 Расчёт сепаратора непрерывной продувки
 - 3.4 Расчёт расхода химически очищенной воды
 - 3.5 Расчёт водяного подогревателя сырой воды
 - 3.6 Расчёт пароводяного подогревателя сырой воды
 - 3.7 Расчёт конденсатного бака
 - 3.8 Расчёт охладителя выпара
 - 4 Составление теплового баланса котельной
 - 5 Выбор типоразмера и определение количества котлоагрегатов
 - 6 Расчет теоретических и действительных объемов продуктов сгорания
 - 7 Определение энтальпий продуктов сгорания и воздуха
 - 8 Тепловой баланс котельного агрегата
 - 9 Определение годового расхода топлива в одном котельном агрегате
 - 10 Тепловой и конструкционный расчет экономайзера
 - 11 Расчет и подбор вспомогательного оборудования котельной
 - 12 Компоновка котельной
 - 11 Индивидуальное задание
- Графическая часть.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.

Курс	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Промежуточная аттестация
3	72	8	64	4		4	
4	108	6	93		4	2	Курсовая работа, 9 - экзамен
	180	14	157	4	4	6	

Структура дисциплины

№ п/п	Курс	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1			Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива. Энергетическое топливо. Топочные процессы. Тепловой баланс котла. Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.		1	2	2		20	Устный или письменный опрос
5			Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов. Компонировка и тепловая схема парового котла. Гидродинамика паровых котлов		0,5	2	2		20	Устный или письменный опрос
6			Модуль 3. Водоподготовка. Контур естественной циркуляции (КЕЦ). Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабанных котлов. Парообразующие поверхности нагрева		1,0				20	Устный или письменный опрос
8			Модуль 4. Типы перегревателей Водяные экономайзеры Воздухоподогреватели		1,0				21	Устный или письменный опрос

9		Модуль 5. Водогрейные котлы		0,5	2			20	Устный или письменный опрос
11		Защита и работа над курсовой работой	56					56	Устный или письменный опрос
12		Промежуточная аттестация	9						Экзамен
Итого			180	4	6	4		157	

Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОПК-2	ПК-1	общее количество компетенций
Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива. Энергетическое топливо. Топочные процессы. Тепловой баланс котла. Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.	38	+	+	2
Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов. Компоновка и тепловая схема парового котла. Гидродинамика паровых котлов.	17	+	+	2
Модуль 3. Водоподготовка. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабанных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.	22	+	+	2
Модуль 4. Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.	15	+	+	2
Модуль 5. Водогрейные котлы.	15	+	+	2

Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
1	Модуль 1	Организация процесса сжигания топлива. Энергетическое топливо. Топочные процессы. Тепловой баланс котла. Подготовка топлива к сжиганию. Организация сжигания угольной пыли. Организация сжигания жидкого топлива. Организация сжигания природного газа.
2	Модуль 2	Общие характеристики паровых котлов. Компоновка и тепловая схема парового котла. Гидродинамика паровых котлов.
3	Модуль 3	Водоподготовка. Контур естественной циркуляции (КЕЦ) Водный режим работы паровых котлов. Безнакипный режим работы барабанных котлов. Парообразующие поверхности нагрева.
4	Модуль 4	Типы перегревателей. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели.
5	Модуль 5	Водогрейные котлы. Классификация. Особенности конструкции.
6	Модуль 6	Правила устройства, безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

9.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
6.	1	Применение программы Маткад для решения теплоэнергетических задач	2
7.	2	Изучение работы тепловой схемы котельной	2
Итого			4

Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Расчет характеристик энергетических топлив. Расчеты продуктов сгорания топлива.	2
2.	1	Тепловой баланс и КПД парового котла. Тепловой баланс парового котла. Определение КПД парового котла.	2
3.	2	Расчет тепловой схемы котельной, на примере водогрейной котельной	2
		Итого	6

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Модуль 1	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, практическим занятиям	Устный или письменный опрос
2	Модуль 2	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, практическим занятиям	Устный или письменный опрос
3	Модуль 3	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям практическим занятиям	Устный или письменный опрос
4	Модуль 4	21	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям практическим занятиям	Устный или письменный опрос
5	Модуль 5	20	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции практическим занятиям	Устный или письменный опрос
		56	Выполнение и защита курсовой работы	Устный или письменный опрос
	Итого	157		

Курсовая работа

Целью курсовой работы является:

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Котельные установки и парогенераторы»;
- развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по применению различных видов топлива и энергоносителей для обеспечения нужд потребителей.

Тематика курсовой работы. Тема работы – расчет схемы котельной. Исходные данные расчета тепловой схемы выбираются в соответствии с номером зачетной книжки.

Оформление курсовой работы.

Пояснительная записка курсового проекта должна содержать 30-35 страниц рукописного текста или 20-25 страниц печатного текста и двух листов графического материала формата А3.

Текст пояснительной записки оформляется согласно методических указаний по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ на факультете энергетики и электрификации.

Графическая часть работы должна пояснять материал, приведенный в записке, выявлять способность студента выполнять конструкторские разработки и правильно оформлять техническую документацию. При выполнении чертежей необходимо строго соблюдать требования ГОСТ 2 ЕСКД и ГОСТ 21 СПС.

К пояснительной записке должно быть приложено задание на проектирование.

Графическая часть работы состоит из двух листов формата А3 с указанием:

- плана тепловой схемы;
- план компоновки котельной.

Структура курсовой работы

- 1 Расчет тепловой нагрузки котельной.
 - 1.1 Расход теплоты на отопление и вентиляцию
 - 1.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение
 - 1.3 Расход теплоты на технологические нужды
 - 2 Построение годового графика тепловой нагрузки
 - 3 Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной
 - 3.1 Определение параметров воды и пара
 - 3.2 Расчёт редуционно-охладительной установки (РОУ)
 - 3.3 Расчёт сепаратора непрерывной продувки
 - 3.4 Расчёт расхода химически очищенной воды
 - 3.5 Расчёт водяного подогревателя сырой воды
 - 3.6 Расчёт пароводяного подогревателя сырой воды
 - 3.7 Расчёт конденсатного бака
 - 3.8 Расчёт охладителя выпара
 - 4 Составление теплового баланса котельной
 - 5 Выбор типоразмера и определение количества котлоагрегатов
 - 6 Расчет теоретических и действительных объемов продуктов сгорания
 - 7 Определение энтальпий продуктов сгорания и воздуха
 - 8 Тепловой баланс котельного агрегата
 - 9 Определение годового расхода топлива в одном котельном агрегате
 - 10 Тепловой и конструкционный расчет экономайзера
 - 11 Расчет и подбор вспомогательного оборудования котельной
 - 12 Компоновка котельной
 - 11 Индивидуальное задание
- Графическая часть.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата) профиль «Энергообеспечение предприятий» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Л	Лекция с использованием кооперативного обучения	2
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	14
	ПР	Решение ситуационных задач	14
			30

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите курсовой работы и экзамену.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет с оценкой по курсовой работе, экзамен).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - защита курсовой работы и экзамен.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1.	6	ВК, ТАт	ОПК-2, ПК-1	Модуль 1	Устный или тестовый контроль
3.	6	ТАт	ОПК-2, ПК-1	Модуль 2,3,4,5,6	Устный или тестовый контроль
4.	6	ПрАт	ОПК-2, ПК-1	Модуль 1-6	Защита курсовой работы
5	6	ПрАт	ОПК-2, ПК-1	Модуль 1-6	Экзамен

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

¹ Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры оценочных средств

а) для входного контроля (ВК):

1. Приведите классификацию систем отопления.
2. Как рассчитывают поверхность нагрева отопительных приборов?
3. Какое оборудование используют для нагрева воздуха?
4. Тепловые насосы и кондиционеры воздуха - назначение и область применения.
5. Электрооборудование местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.
6. Назовите типовые электронагревательные приборы, применяемые в быту. В чем их отличие от нагревателей производственного назначения?
7. Что такое котельная установка?
8. Какие виды топлива используются для получения тепловой энергии?
9. Как оценить количество теплоты необходимой для обогрева помещения?
10. Какие теплогенерирующие предприятия нашего города вы знаете?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

Модуль 1. 1. Определение котельной установки. Назначение. Отопительные; отопительно-производственные; производственные.

2. Основное и вспомогательное оборудование Т.Г.У.

3. Принципиальная схема котельной установки.

4. Паровые и водогрейные котлы. Назначение, устройство, теплоносители.

5. Топливо. Виды топлива. Состав. Низшая теплота сгорания Q_n^p .

6. Способы сжигания топлива.

7. Топочные устройства: для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива.
8. Элементы котлов. Барабаны котлов и внутри барабанное устройство.
9. Циркуляция воды в котлах с естественной и принудительной циркуляцией.
10. Сепарационные устройства барабанов паровых котлов.
11. Пароперегреватели. Назначение. Схема включения.
12. Водяные экономайзеры. Назначение. Схема включения.
13. Воздухоподогреватели. Назначение. Устройство.
14. Каркас и обмуровка котельного агрегата.
15. Арматура и гарнитура котлов.
16. Тепловой баланс котельного агрегата.
17. Коэффициент полезного действия (КПД) котлоагрегата.
18. Питательные установки котлов (инжекторы, поршневые паровые насосы, центробежные насосы с электроприводом). Определение производительности, напора.
19. Докотловая обработка питательной и подпиточной воды. Осветление. Умягчение. Деаэрация.
20. Периодическая и непрерывная продувка паровых котлов.
21. Трубопроводы котельной. Разновидности, назначение, компенсация теплового удлинения.
22. Тяга в котельной агрегате. Естественная и искусственная.
23. Дымовые трубы. Материал. Конструкция. Расчет диаметра и высоты.
24. Вентиляторное дутье. Оборудование. Объем воздуха для дутья.
25. Схема и принцип работы отопительной котельной.
26. Газовое оборудование котельной.
27. Газовые и газо-мазутные горелки и принцип работы.
28. Взрывные клапаны для топок котлов и боровов.
29. Топливное хозяйство котельной. Хранение и подача в котельной твердого топлива.
30. Хранение и подача в котельную жидкого топлива.
31. Газовое хозяйство котельной установки.

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

Полный комплект тестированных заданий представлен в базе дистанционного обучения ИжГСХАmoodle.izhgsha.ru.

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной населенного пункта на 400 жителей
2. Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной населенного пункта на 1000 жителей
3. Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной населенного пункта на 2000 жителей

Структура курсовой работы

- 1 Расчет тепловой нагрузки котельной.
 - 1.1 Расход теплоты на отопление и вентиляцию
 - 1.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение
 - 1.3 Расход теплоты на технологические нужды
- 2 Построение годового графика тепловой нагрузки
- 3 Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной
 - 3.1 Определение параметров воды и пара
 - 3.2 Расчёт редуционно-охладительной установки (РОУ)
 - 3.3 Расчёт сепаратора непрерывной продувки
 - 3.4 Расчёт расхода химически очищенной воды

- 3.5 Расчёт водяного подогревателя сырой воды
 - 3.6 Расчёт пароводяного подогревателя сырой воды
 - 3.7 Расчёт конденсатного бака
 - 3.8 Расчёт охладителя пара
 - 4 Составление теплового баланса котельной
 - 5 Выбор типоразмера и определение количества котлоагрегатов
 - 6 Расчет теоретических и действительных объемов продуктов сгорания
 - 7 Определение энтальпий продуктов сгорания и воздуха
 - 8 Тепловой баланс котельного агрегата
 - 9 Определение годового расхода топлива в одном котельном агрегате
 - 10 Тепловой и конструкционный расчет экономайзера
 - 11 Расчет и подбор вспомогательного оборудования котельной
 - 12 Компоновка котельной
 11. Индивидуальное задание
- Графическая часть.

Примеры вопросов для курсовой работы

1. Что является исходными данными для расчета котельной.
2. Определение требуемых параметров котельной. Влияние параметров среды.
3. Назовите факторы влияющие на выбор котельного агрегата.
4. Выбор деаэратора
5. Выбор воздухоподогревателя.
6. Выбор насосов
7. Назначение деаэратора

Вопросы к экзамену

1. Источники тепловой энергии. Энергетические ресурсы.
2. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
3. Теплота сгорания топлива. Состав топлива. Зольность, влажность, сернистость топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива.
4. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
6. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
7. Состав продуктов сгорания.
8. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. Энтальпия продуктов сгорания.
10. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
11. Действительный объем продуктов сгорания.
12. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-t диаграмма продуктов сгорания.
13. Методы и способы получения тепловой энергии.
14. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.
15. Классификация котельных установок.
16. Классификация котельных агрегатов.
17. Тепловой баланс котельного агрегата.
18. Топочные и горелочные устройства.
19. Топливное хозяйство котельных.
20. Основы методики расчета основных характеристик топочных устройств и располагаемой теплоты топлива
21. Испарительная поверхность котельного агрегата.

22. Организация процесса циркуляции.
23. Естественная циркуляция, принудительная циркуляция, прямоточные котлы.
24. Сепарационные устройства.
25. Назначение пароперегревателей. Прямоточные, противоточные и смешанные пароперегреватели.
26. Поддержание требуемого перегрева пара.
27. Основы методики расчета пароперегревателей.
28. Назначение экономайзеров.
29. Кипящие и не кипящие экономайзеры.
30. Основы расчета экономайзеров.
31. Назначение воздухоподогревателей.
32. Компоновка воздухоподогревателя.
33. Рекуперативные воздухоподогреватели.
34. Регенеративные воздухоподогреватели.
35. Основы методики расчета экономайзеров.
36. Процессы, происходящие в пароперегревателях.
37. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева.
38. Износ поверхностей нагрева под действием золы.
39. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
40. Основы методики расчета низкотемпературной коррозии и износа поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
41. Каркас паровых и водогрейных котлов.
42. Назначение и конструкция обмуровок. Обмуровочные материалы. Тепловая изоляция.
43. Условия работы элементов котла.
44. Условия работы металла в котле.
45. Основные материалы, применяемые в котлостроении, их механические характеристики.
46. Контрольно-измерительные приборы и арматура.
47. Вспомогательное оборудование котельных. Подбор вспомогательного оборудования.
48. Тягодутьевые устройства. Вентиляторы. Дымососы. Дымовые трубы
49. Химическая очистка воды. Осветление воды. Умягчение воды.
50. Деаэрация. Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы.
51. Тепловая мощность, затрачиваемая на собственные нужды котельных.
52. Выбор основного оборудования котельной.
53. Тепловая схема паровой котельной.
54. Основы методики расчета тепловой схемы паровой котельной. Подбор вспомогательного оборудования.
55. Тепловая схема водогрейной котельной.
56. Основы методики расчета тепловой схемы водогрейной котельной.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Котельные установки и парогенераторы».
2. Курсовое проектирование по КУиПГ: мет указ. / Е.В.Дресвянникова; ИжГСХА. - Ижевск: РИО ИжГСХА, 2016. - 76 с.
3. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Котельные установки и парогенераторы»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Маряхина, В. С. Теплогенерирующие установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Маряхина, Р. Ш. Мансуров ; ФГБОУ ВПО Оренбургский гос ун-т. - Электрон. дан. - Оренбург : [б. и.], 2014. - on-line : рис., табл. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; AdobeAcrobatReader. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . - Библиогр.: с. 93-94. - Б. ц.	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/280304	
2	Коршиков, В.Д. Теория и практика теплогенерации: учеб. пособие / В.Д. Коршиков.—Липецк: ЛГТУ, 2013.	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/336156	
3	Стерлигов, В.А. Курсовое и дипломное проектирование. Централизованное теплоснабжение предприятий, поселений и городских округов : учеб. пособие / Т.Г. Мануковская, Е.М. Крамченков, В.А. Стерлигов .— Липецк : ЛГТУ, 2013 .	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/302169	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Кондратьев А.П Курс паровых котлов. – Новгород, 2010.	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/167247?cldren=0	
2	Депп Г.Ф. Паровые котлы. – СПб. 2010	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/167297?cldren=0	
3	Мансуров Р. Ш. Тепловой расчет теплогенератора (водогрейного котла). – ГОУ ОГУ, 2006	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/efd/193208?cldren=0	
4	Дресвянникова Е.В. Расчет тепловой схемы котельной. Методические указания для выполнения курсовой работы ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016.	1-6	6	http://portal.izhgsha.ru/	
5	Н.П. Мишуоров, Т.Н. Кузьмина. Автономные источники энергоснабже-	1-6	6	ЭБС «Ру-конт»: http://rucont.ru/	

	ния малых форм хозяйствования: каталог. – М.: ФГБНУ "Росинформгротех", 2010			efd/213358?cldren=0	
6	Расчет горения топлива: методические указания к практическим занятиям по курсам «Теория горения», «Теплоэнергетика металлургического производства», «Физико-химические процессы в теплоэнергетике» / В.Д. Коршиков, Т.Г. Мануковская, А.Г. Арзамасцев.— Липецк: ЛГТУ, 2014	1-6	6	http://rucont.ru/efd/357330	

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Техническая термодинамика», «Тепломассобмен», «Физика», «Математика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию теплоэнергетических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике

7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- Поиск информации в глобальной сети Интернет
- Работа в электронно-библиотечных системах
- Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)
- Мультимедийные лекции
- Работа в компьютерном классе
- Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант-Плюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: компьютеры с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: стенд "Блочный индивидуальный тепловой пункт"; стенд "Паровой мини котел"; стенд "Комплект оборудования котельной".

Помещение для самостоятельной работы.

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения
промежуточной аттестации студентов
по итогам освоения дисциплины

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль подготовки *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и расчетно-графической работе.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний	Оценочные средства для проверки умений	Оценочные средства для проверки владений (навыков)
			(1-й этап)	(2-й этап)	(3-й этап)
1.	Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива.	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Модуль 3. Водоподготовка	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
4.	Модуль 4. Теплообменники в котловой технике	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
5.	Модуль 5. Водогрейные котлы	ОПК-2, ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Но-мер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы есте-	естественно научную сущность проблемы	применять основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретически и экспериментально исследовать поставленную задачу	математическим аппаратом для решения практических задач, связанных с поставленной задачей

	ствознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования			
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	нормативную документацию для проектирования энергообъектов	применять собирать и анализировать исходные данные для проектирования	методами проектирования энергообъектов

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- участие в сборе и анализе информационных данных для проектирования;
- расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений;
- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- планирование работы персонала;
- участие в разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- выполнение работ по одной или нескольким должностям служащих;
- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования тепловой энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;

методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

оценивать и прогнозировать состояние материалов;

выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;

применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц тепловой техники;

методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов тепловых машин и механизмов;

средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Содержание компетенции (или ее части)	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)

	освоения дисциплины			
способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)	Знать (1-й этап): естественно научную сущность проблемы	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
	Уметь (2-й этап): применять основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретически и экспериментально исследовать поставленную задачу	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
	Владеть (3-й этап): математическим аппаратом для решения практических задач, связанных с поставленной задачей	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы. Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Знать (1-й этап): нормативную документацию для проектирования энергообъектов	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
	Уметь (2-й этап):	Содержание курса освоено ча-	Содержание курса освоено пол-	Обучающийся глубоко и прочно

ей (ПК-1)	применять собирать и анализировать исходные данные для проектирования	стично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета котельного оборудования.	ностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета объектов проектирования.	усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания по расчету котельной техники
	Владеть (3-й этап): методами проектирования энергообъектов	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы. Обучающийся твердо знает методы расчета энергообъектов.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

3.1.1 Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива.

1. Источники тепловой энергии. Энергетические ресурсы.
2. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
3. Теплота сгорания топлива. Состав топлива. Зольность, влажность, сернистость топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива.
4. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
6. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
7. Состав продуктов сгорания.
8. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. Энтальпия продуктов сгорания.
10. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.

11. Действительный объем продуктов сгорания.
12. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-t диаграмма продуктов сгорания.
13. Методы и способы получения тепловой энергии.
14. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.

3.1.2 Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов

1. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
2. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
3. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
4. Состав продуктов сгорания.
5. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
6. Энтальпия продуктов сгорания.
7. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
8. Действительный объем продуктов сгорания.
9. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-t диаграмма продуктов сгорания.
10. Методы и способы получения тепловой энергии.
11. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.
12. Классификация котельных установок.
13. Классификация котельных агрегатов.

3.1.3 Модуль 3. Водоподготовка

1. Химическая очистка воды. Осветление воды. Умягчение воды.
2. Деаэрация. Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы.
3. Тепловая мощность, затрачиваемая на собственные нужды котельных.
4. Выбор основного оборудования котельной.
5. Тепловая схема паровой котельной.
6. Основы методики расчета тепловой схемы паровой котельной. Подбор вспомогательного оборудования.

3.1.4 Модуль 4. Теплообменники в котловой технике

1. Топочные и горелочные устройства.
2. Топливное хозяйство котельных.
3. Основы методики расчета основных характеристик топочных устройств и располагаемой теплоты топлива
4. Испарительная поверхность котельного агрегата.
5. Организация процесса циркуляции.
6. Естественная циркуляция, принудительная циркуляция, прямоточные котлы.
7. Сепарационные устройства.
8. Назначение пароперегревателей. Прямоточные, противоточные и смешанные пароперегреватели.
9. Поддержание требуемого перегрева пара.
10. Основы методики расчета пароперегревателей.
11. Назначение экономайзеров.
12. Кипящие и не кипящие экономайзеры.
13. Основы расчета экономайзеров.
14. Назначение воздухоподогревателей.
15. Компоновка воздухоподогревателя.
16. Рекуперативные воздухоподогреватели.
17. Регенеративные воздухоподогреватели.
18. Основы методики расчета экономайзеров.
19. Процессы, происходящие в пароперегревателях.

3.1.5 Модуль 5. Водогрейные котлы

1. Классификация водогрейных котлов.
2. Тепловая схема водогрейной котельной.

3. Основы методики расчета тепловой схемы водогрейной котельной.

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

3.2.1 Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива.

1. При размоле испытуемого топлива в лабораторной мельнице получена пыль с $R_{190}=53\%$. Найти значение коэффициента $k_{л.о}$.
2. Расчет объемов и энтальпии воздуха и продуктов сгорания.
3. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания.
4. Определение энтальпии воздуха и продуктов сгорания.

3.2.2 Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов

1. Тепловой баланс котла
2. Тепловой расчет топки
3. Расчет принципиальной тепловой схемы котельной с паровыми котлами
4. Тепловой расчет котлоагрегата.
5. Аэродинамический расчет тягодутьевого тракта.
6. Разработка блочной системы подогревателей.

3.1.3 Модуль 3. Водоподготовка

1. Водоподготовительная установка котельной.
2. Выбор схемы приготовления воды.
3. Расчет оборудования водоподогревательной установки.
4. Расчет сетевой установки.

3.2.4 Модуль 4. Теплообменники в котловой технике

1. Проверочный тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева
2. Расчет пароперегревателя
3. Расчет водяного экономайзера
4. Конструктивный тепловой расчет трубчатого воздухоподогревателя
5. Расчет газоходов водогрейных котлов
6. Аэродинамический расчет теплогенерирующей установки

3.2.5 Модуль 5. Водогрейные котлы

1. Разработка тепловой схемы водогрейной котельной.
2. Подбор элементов водогрейной котельной
3. Особенности расположения узлов водогрейной котельной установки
4. Расчет тепловой схемы отопительной котельной
5. Подбор котлов
6. Гидравлический расчет трубопроводов котельной
7. Выбор способа водоподготовки
8. Подбор теплообменников
9. Расчет и выбор насосного оборудования.
10. Подбор дополнительного оборудования
11. Аэродинамический расчет газоздушного тракта котельной
12. Расчет температурного удлинения
13. Расчет взрывных клапанов

3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

3.3.1 Модуль 1. Организация процесса сжигания топлива.

1. При лабораторных исследованиях получен элементный состав кузнецкого угля марки СС на горючую массу $C^Г = 84,0\%$, $H^Г = 4,5\%$, $N^Г = 2,0\%$, $O^Г = 9\%$, $S^Г = 0,5\%$. Влажность и зольность топлива при его анализе составили: $W^P = 12\%$, $A^P = 11,4\%$. Определить состав рабочей массы топлива.

2. Для того же состава угля известно $Q_{Н}^Г = 7332,2$ ккал/кг в технической системе единиц. Определить теплоту сгорания рабочей массы $Q_{Н}^P$ в международной системе единиц (СИ).

3. На сколько увеличится теплота сгорания $Q_{Н}^P$ бурого угля Назаровского месторождения при переходе на электростанции от замкнутой к разомкнутой схеме сушки топлива с получени-

ем подсушенного топлива (сушонки) с окончательной влажностью пыли $W^{Пл} = 10,0\%$. Исходная рабочая масса топлива $Q^P_H = 13,02$ МДж/кг, $W^P = 39,0\%$.

4. Определить, насколько возрастает скорость горения коксовой частицы по уравнению $C + O_2 = CO_2$ при увеличении температуры горения с $t_1 = 1230^\circ C$ до $t_2 = 1730^\circ C$ при значении энергии активации $E = 125$ МДж/моль.

3.3.2 Модуль 2. Общие характеристики паровых котлов

1. Два паровых котла - прямоточный и барабанный с естественной циркуляцией (ЕЦ) - имеют одинаковую тепловую мощность и давление перегретого пара $P_{п.п} = 13,8$ МПа. Будет ли одинаковым давление питательной воды на входе в указанные котлы, если принять одинаковыми потери давления в экономайзерах и пароперегревателях этих котлов?

2. Для котла с принудительной циркуляцией, работающего при давлении $p_{п.п} = 13,8$ МПа, сравнить затраты электрической мощности на привод питательного насоса и насоса принудительной циркуляции (НПЦ) при кратности циркуляции $k_{ц} = 6$.

3. На электростанции сжигается экибастузский каменный уголь, имеющий коэффициент $k_{л.о} = 1,29$ и выход летучих $V^G_{л} = 24,0\%$. На электростанции установлены валковые среднеходные мельницы. Определить оптимальную тонкость размола топлива $R^{ОПТ}_{90}$ и максимальный размер частиц пыли $x_{МАКС}$.

3.3.3 Модуль 3. Водоподготовка

1. Скорость фильтрования в фильтре, загруженном кварцевым песком (диаметр зерен 0,5-1,2 мм), при нормальной работе $W = 10$ м/ч. Определить необходимую площадь фильтрования осветительного фильтра.

2. Для фильтра ФОВ-2,5-0,6, площадью фильтрования 3,14 м² и высотой слоя загрузки 1 м. ограничитель мощности на 1000 Вт. Интенсивность взрыхления фильтра, загруженного кварцевым песком: $i = 15$ л/(с·м²). Продолжительность взрыхляющей промывки: $t_{взр} = 6$ мин. Определить расход воды на взрыхление фильтра.

3. Для фильтра ФОВ-2,5-0,6, площадью фильтрования 3,14 м² и высотой слоя загрузки 1 м. ограничитель мощности на 1000 Вт. Интенсивность взрыхления фильтра, загруженного кварцевым песком: $i = 15$ л/(с·м²). Продолжительность взрыхляющей промывки: $t_{взр} = 6$ мин. фильтра. Скорость спуска в дренаж первого мутного фильтрата $W_{отм} = 4$ м/ч. Продолжительность отмывки $t_{отм} = 10$ мин. Определить расход воды на отмывку фильтра.

4. Для фильтра ФОВ-2,5-0,6, площадью фильтрования 3,14 м² и высотой слоя загрузки 1 м. ограничитель мощности на 1000 Вт. Интенсивность взрыхления фильтра, загруженного кварцевым песком: $i = 15$ л/(с·м²). Продолжительность взрыхляющей промывки: $t_{взр} = 6$ мин. фильтра. Скорость спуска в дренаж первого мутного фильтрата $W_{отм} = 4$ м/ч. Продолжительность отмывки $t_{отм} = 10$ мин. Определить расход воды на отмывку фильтра. Скорость фильтрования в фильтре, загруженном кварцевым песком (диаметр зерен 0,5-1,2 мм), при нормальной работе $W = 10$ м/ч. Определить часовой расход воды на собственные нужды всех фильтров.

5. Определить суточное число отмывок каждого фильтра, если известно, что концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей на механические фильтры после осветлителя $G_v = 10$ г/м³. Время промывки фильтра: $t_{пр} = 16$ мин. Продолжительность полезной работы фильтра между промывками: $T = 13$ час. Продолжительность операций, связанных с промывкой фильтров: $t = 0,5$ ч.

3.3.4 Модуль 4. Теплообменники в котловой технике

1. Котельный агрегат с уравновешенной тягой оборудован дымососом, который преодолевает сопротивление $\Delta r_{ка} = 1500$ Па при расходе дымовых газов $V_d = 40$ м³/с. При реконструкции в конвективной шахте котла установлена дополнительная поверхность нагрева воздухоподогревателя, которая увеличивает полное сопротивление котла на 400 Па. Как возрастет требуемая мощность дымососа?

2. Оценить длину экономайзерного участка для условий: диаметр трубы $d_{вн} = 30$ мм; тепловой поток $q_l = 20$ кВт/м; $\Delta h_{нед}^{BX} = 100$ кДж/кг; давление $p = 16$ МПа. Справочные данные: $\lambda/d = 0,8$ м⁻¹; $v' = 0,001693$ м³/кг; $\rho' = 590,5$ кг/м³; $h' / p = 4,06 \cdot 10^{-5} \Delta h' / \Delta p = 4,06 \cdot 10^{-5}$.

3.3.5 Модуль 5. Водогрейные котлы

1. Подобрать количество котельных агрегатов при известной отопительной нагрузке и нагрузке на ГВС, используя каталожные данные заводов-изготовителей котельных агрегатов.

Примерный перечень тем курсовых работ

- 1 Проектирование производственно-отопительной котельной жилого поселка на 2000 человек.
- 2 Проектирование производственно-отопительной котельной жилого поселка на 4000 человек.
- 3 Проектирование производственно-отопительной котельной жилого поселка на 500 человек.

Структура курсовой работы

1. Расчет тепловой нагрузки котельной
 - 1.1 Расход теплоты на отопление и вентиляцию
 - 1.2 Расход теплоты на горячее водоснабжение
 - 1.3 Расход теплоты на технологические нужды
 - 2 Построение годового графика тепловой нагрузки
 - 3 Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной
 - 3.1 Определение параметров воды и пара
 - 3.2 Расчет редукционно-охладительной установки (РОУ)
 - 3.3 Расчет сепаратора непрерывной продувки
 - 3.4 Расчет расхода химически очищенной воды
 - 3.5 Расчет водяного подогревателя сырой воды
 - 3.6 Расчет пароводяного подогревателя сырой воды
 - 3.7 Расчет конденсатного бака
 - 3.8 Расчет охладителя выпара
 - 4 Составление теплового баланса котельной
 - 5 Выбор типоразмера и определение количества котлоагрегатов
 - 6 Расчет теоретических и действительных объемов продуктов сгорания
 - 7 Определение энтальпий продуктов сгорания и воздуха
 - 8 Тепловой баланс котельного агрегата
 - 9 Определение годового расхода топлива в одном котельном агрегате
 - 10 Тепловой и конструкционный расчет экономайзера
 - 11 Расчет и подбор вспомогательного оборудования котельной
 - 12 Компоновка котельной
 - 11 Индивидуальное задание
- Графическая часть.

Примеры вопросов для курсовой работы

- 1 Как рассчитать редукционно-охладительную установку (РОУ)?
- 2 Как рассчитать сепаратор непрерывной продувки?
- 3 Как рассчитать расход химически очищенной воды?
- 4 Как рассчитать водяной подогреватель сырой воды?
- 5 Как рассчитать пароводяной подогреватель сырой воды?
- 6 Как рассчитать объем конденсатного бака?
- 7 Выбор аппаратуры управления и защиты.
- 8 Эксплуатация и техника безопасности.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Источники тепловой энергии. Энергетические ресурсы.
2. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
3. Теплота сгорания топлива. Состав топлива. Зольность, влажность, сернистость топлива. Рабочая, сухая, горючая масса топлива.
4. Пересчет массы топлива, правила пересчета. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
5. Основы теории горения. Тепловой баланс. Материальный баланс
6. Определение теоретически необходимого количества воздуха.
7. Состав продуктов сгорания.
8. Теоретический объем водяных паров в продуктах сгорания. Теоретический объем продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. Энтальпия продуктов сгорания.

10. Понятие коэффициента избытка воздуха. Методика определения коэффициента избытка воздуха.
11. Действительный объем продуктов сгорания.
12. Энтальпия воздуха. Энтальпия продуктов сгорания. H-d диаграмма продуктов сгорания.
13. Методы и способы получения тепловой энергии.
14. Принципиальные схемы получения тепловой энергии из органического топлива.
15. Классификация котельных установок.
16. Классификация котельных агрегатов.
17. Тепловой баланс котельного агрегата.
18. Топочные и горелочные устройства.
19. Топливное хозяйство котельных.
20. Основы методики расчета основных характеристик топочных устройств и располагаемой теплоты топлива
21. Испарительная поверхность котельного агрегата.
22. Организация процесса циркуляции.
23. Естественная циркуляция, принудительная циркуляция, прямоточные котлы.
24. Сепарационные устройства.
25. Назначение пароперегревателей. Прямоточные, противоточные и смешанные пароперегреватели.
26. Поддержание требуемого перегрева пара.
27. Основы методики расчета пароперегревателей.
28. Назначение экономайзеров.
29. Кипящие и не кипящие экономайзеры.
30. Основы расчета экономайзеров.
31. Назначение воздухоподогревателей.
32. Компоновка воздухоподогревателя.
33. Рекуперативные воздухоподогреватели.
34. Регенеративные воздухоподогреватели.
35. Основы методики расчета экономайзеров.
36. Процессы, происходящие в пароперегревателях.
37. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлив. Способы борьбы с загрязнениями поверхностей нагрева.
38. Износ поверхностей нагрева под действием золы.
39. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
40. Основы методики расчета низкотемпературной коррозии и износа поверхностей нагрева со стороны греющих газов.
41. Каркас паровых и водогрейных котлов.
42. Назначение и конструкция обмуровок. Обмуровочные материалы. Тепловая изоляция.
43. Условия работы элементов котла.
44. Условия работы металла в котле.
45. Основные материалы, применяемые в котлостроении, их механические характеристики.
46. Контрольно-измерительные приборы и арматура.
47. Вспомогательное оборудование котельных. Подбор вспомогательного оборудования.
48. Тягодутьевые устройства. Вентиляторы. Дымососы. Дымовые трубы
49. Химическая очистка воды. Осветление воды. Умягчение воды.
50. Деаэрация. Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы.
51. Тепловая мощность, затрачиваемая на собственные нужды котельных.
52. Выбор основного оборудования котельной.
53. Тепловая схема паровой котельной.
54. Основы методики расчета тепловой схемы паровой котельной. Подбор вспомогательного оборудования.
55. Тепловая схема водогрейной котельной.
56. Основы методики расчета тепловой схемы водогрейной котельной.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): естественно научную сущность проблемы	ОПК-2	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): применять основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретически и экспериментально исследовать поставленную задачу	ОПК-2	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап): математическим аппаратом для решения практических задач, связанных с поставленной задачей	ОПК-2	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): нормативную документацию для проектирования энергообъектов	ПК-1	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допус-	Обучающийся твердо знает нормативную документацию, грамотно и по существу изла-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последо-

		кает неточности, недостаточно правильные формулировки	гает, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	вательно, четко и логически стройно его излагает
Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): применять собирать и анализировать исходные данные для проектирования	ПК-1	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап): методами проектирования энергообъектов	ПК-1	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы проектирования	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, пра-

вильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры экзаменационных билетов

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
“Ижевская государственная сельскохозяйственная академия”
Кафедра “Энергетика и электротехнологии”**

Экзаменационный билет № 1

*по дисциплине “Котельные установки и парогенераторы”
профиль подготовки – Энергообеспечение предприятий*

1. Топливо. Основные определения, классификация. Органическое топливо. Общие положения, физические свойства. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
2. Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.
3. На сколько увеличится теплота сгорания Q^P_H бурого угля Назаровского месторождения при переходе на электростанции от замкнутой к разомкнутой схеме сушки топлива с получением подсушенного топлива (сушонки) с окончательной влажностью пыли $W^{пл} = 10,0\%$. Исходная рабочая масса топлива $Q^P_H = 13,02$ МДж/кг, $W^P = 39,0\%$.

Билет
рассмотрен и утверждён на заседании кафедры «___» _____ 2016 года
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
“Ижевская государственная сельскохозяйственная академия”
Кафедра “Энергетика и электротехнологии”**

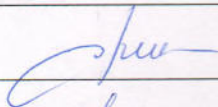



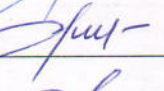

Экзаменационный билет № 2

*по дисциплине “Котельные установки и парогенераторы”
профиль подготовки – Энергообеспечение предприятий*

1. Тепловой баланс котельного агрегата.
2. Тепловая схема водогрейной котельной.
3. Определить, насколько возрастает скорость горения коксовой частицы по уравнению $C + O_2 = CO_2$ при увеличении температуры горения с $t_1 = 1230^\circ C$ до $t_2 = 1730^\circ C$ при значении энергии активации $E = 125$ МДж/моль.

Билет
рассмотрен и утверждён на заседании кафедры «___» _____ 2016 года
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ²

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	24, 25, 26, 28	N2 от 14.09.2016	
2	22, 25, 28, 33-38	N2 от 22.09.2017	
3	5, 16, 22-28	N3 от 23.04.2018	
4	24, 39	N9 от 26.06.2019	
5	24-28	N11 от 26.06.2020	
6	19-28	N15 от 20.11.2020	
7	19-28	от 31.08.21 N1	