

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.06.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 7; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 252 часа |
| Лекции | 5 семестр - 48 часа; |
| Практические занятия | 5 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 5 семестр - 18 часов; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 133,2 часа; |
| в том числе на КП/КР | 5 семестр - 15,7 часов; |
| Иная контактная работа | 5 семестр - 4 часа; |
| включая: Тестирование Лабораторная работа Отчет Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Защита курсовой работы | 5 семестр - 0,3 часа; |
| Экзамен | 5 семестр - 0,5 часа; |
| | всего - 0,8 часа |

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|---|---|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Чугунков Д.В. |
| | Идентификатор | R6b276b1a-ChugunkovDV-9bcd7a1 |

Д.В. Чугунков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Очков В.Ф. |
| | Идентификатор | Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff |

В.Ф. Очков

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шацких Ю.В. |
| | Идентификатор | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

Ю.В. Шацких

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Состоит в изучении различных типов, конструктивных особенностей и условий надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых котлов, а также структуры и элементов систем централизованного теплоснабжения, принципов управления их тепловыми и гидравлическими режимами, методов оценки эффективности и направлений ее повышения..

Задачи дисциплины

- Изучение современных конструкций и компоновок паровых котлов и котельных установок.;
- Освоение основных технологических процессов при эксплуатации паровых котлов.;
- Приобретение способности выполнять тепловые расчеты паровых котлов электростанций.;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных решений при конструировании энергетических котлов.;
- Формирование представления о перспективах развития котлостроения и применения паровых котлов в российской и зарубежной энергетике.;
- Изучение структуры, основных элементов и эффективности современных систем централизованного теплоснабжения, в том числе теплофикационных.;
- Изучение методов определения расчётных и текущих величин основных нагрузок систем теплоснабжения.;
- Изучение методов регулирования потребления теплоты, возможностей и путей энергосбережения в системах централизованного теплоснабжения.;
- Изучение методов гидравлических расчётов и подходов к разработке гидравлических режимов в системах теплоснабжения.;
- Изучение методов тепловых расчётов в системах теплоснабжения..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-2 Способен участвовать в организации работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования | ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства | знать: - методы определения тепловых нагрузок отопления, вентиляции, горячего водоснабжения; - основы технологических процессов при эксплуатации паровых котлов; - условия надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых котлов; - современные конструкции и компоновки паровых котлов и котельных установок; - материалы, применяемые в котлостроении, их классификацию, маркировку, технические характеристики и области применения. уметь: - рассчитывать потребление тепла районом теплоснабжения и расходы топлива на ТЭЦ и в котельных; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать режимы центрального, группового и местного регулирования разнородной тепловой нагрузки в водяных системах централизованного теплоснабжения; - определять тепловые потери в тепловых сетях; - выполнять гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Модуль энергетические котлы. Раздел 1 | 11 | 5 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение части ЛР № 1 по [2], стр. 4-7, 39-49, 61-65, 68-76</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 12-17</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 12-17 [2], 4-7</p> | |
| 1.1 | Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС | 11 | | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 4 | | - |
| 2 | Модуль энергетические котлы. Раздел 2 | 19 | | 4 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 2.1 | Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла | 19 | | 4 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 3 | Модуль энергетические котлы. Раздел 3 | 13 | | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 5 | | - |
| 3.1 | Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов | 13 | | 2 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 5 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|--|
| | различных типов. Ступенчатое испарение | | | | | | | | | | | | [1], 24-31, 376-380, 386-398, 465-475, 516-525 [3], 7-8 |
| 4 | Модуль энергетические котлы. Раздел 4 | 12 | 5 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 31-38, 84-104; |
| 4.1 | Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики | 12 | 5 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение части ЛР № 1 по [2], стр. 9-13 и по [3], стр. 8-10; [4], стр. 30-35 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 31-38, 84-104 [2], 9-13 [3], 8-10 [4], 30-35 [11], 5-15 |
| 5 | Модуль энергетические котлы. Раздел 5 | 15.5 | 2 | - | 3 | - | - | - | - | - | 10.5 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 138- 144; |
| 5.1 | Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив | 15.5 | 2 | - | 3 | - | - | - | - | - | 10.5 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> выполнение РЗ по [5] <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 138-144 [5], 1-16 |
| 6 | Модуль энергетические котлы. Раздел 6 | 7 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение части ЛР № 1 по [3], стр. 10-13; [4], стр. 86-104; [6], определение теплофизических свойств рабочей среды |
| 6.1 | Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива | 7 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 126- 132; <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 126-132 [4], 86-104 [6], 1-168 |
| 7 | Модуль | 14 | 2 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|--|
| | энергетические котлы. Раздел 7 | | | | | | | | | | | | <u>теоретического материала:</u> [1], стр. 166-182; |
| 7.1 | Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла | 14 | 2 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение ЛР № 2 по [3], стр. 13-26; [4], стр. 48-52 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 166-182 [3], 13-26 [4], 48-52 |
| 8 | Модуль энергетические котлы. Раздел 8 | 2.5 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 178-180 |
| 8.1 | Каркас и обмуровка котла | 2.5 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 0.5 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 178-180 |
| 9 | Модуль энергетические котлы. Раздел 9 | 4 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 222-232 |
| 9.1 | Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева | 4 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 222-232 |
| 10 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1 | 16 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр. 19-34 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 10.1 | Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснаб-жения и теплофикации | 16 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | [7], 19-34 [13], 4-18 |
| 11 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2 | 9 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.58-77 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 11.1 | Тепловое потребление | 9 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | [7], 58-77 |
| 12 | Модуль системы теплоснабжения. | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.78-115, |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|--|
| | Раздел 3 | | | | | | | | | | | | [7] стр.3-53 |
| 12.1 | Системы теплоснабжения и их элементы | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 78-115 [9], 3-53 |
| 13 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4 | 16 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.116-146 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 13.1 | Режимы регулирования тепловой нагрузки | 16 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | [7], 116-146 |
| 14 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5 | 12 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.182-235 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 14.1 | Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей | 12 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | [7], 182-235 [10], 140-163 |
| 15 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6 | 10 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.305-341 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 15.1 | Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей | 10 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | [7], 305-341 [12], 56-70 |
| 16 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7 | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.341-352 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 16.1 | Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей | 9 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | [7], 341-352 [8], 43-50 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовая работа (КР) | 36.0 | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 15.7 | - | |
| | Всего за семестр | 252.0 | 48 | 16 | 32 | 16 | 2 | 4 | - | 0.8 | 99.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 252.0 | 48 | 16 | 32 | 18 | | 4 | | 0.8 | 133.2 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Модуль энергетические котлы. Раздел 1

1.1. Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС

Виды ТЭС, связи основного оборудования. Основные агрегаты ТЭС (паровой котел, паровая турбина, конденсатор, электрогенератор). Цикл Ренкина (с промпрегревом и без), цикл Брайтона-Ренкина..

2. Модуль энергетические котлы. Раздел 2

2.1. Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла

Обзор развития паровых котлов. Простейший котел с колосниковой решеткой, котлы дымогарные и водотрубные. Механизация топок, появление перегрева пара. Переход на факельное сжигание топлива. Системы единиц и рабочее давление. Конструкция современного барабанного котла. Виды поверхностей нагрева, их конструктивные характеристики. Газовоздушный тракт котла, тягодутьевые машины..

3. Модуль энергетические котлы. Раздел 3

3.1. Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов различных типов. Ступенчатое испарение

Водопаровой тракт, типы паровых котлов по виду движения рабочей среды. Конструкция топочных экранов (барабанных и прямоточных котлов). Водопаровой тракт барабанного котла с естественной циркуляцией. Контур естественной циркуляции барабанного котла. Водопаровой тракт барабанного котла с принудительной циркуляцией. Водопаровой тракт прямоточного котла СКД. Переход примесей из воды в насыщенный пар, коэффициент распределения. Ступенчатое испарение..

4. Модуль энергетические котлы. Раздел 4

4.1. Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики

Котельная установка, основное оборудование. Подготовка топлив к сжиганию, схемы и оборудование. Состав топлив, расчетные массы, горючие элементы. Теплота сгорания топлива. Технические характеристики по видам топлив..

5. Модуль энергетические котлы. Раздел 5

5.1. Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив

Топочные камеры для факельного сжигания топлива и их характеристики (геометрические и тепловые). Тепловые напряжения объема и сечения топки. Температуры газов в топке, адиабатная температура. Выбор температуры газов на выходе из топки. Компоновка поверхностей нагрева котла. Конструкция топок для различных видов топлив. Организация твердого и жидкого шлакоудаления..

6. Модуль энергетические котлы. Раздел 6

6.1. Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива

Состав продуктов сгорания, теоретические объемы газов и воздуха, избытки воздуха в газовом тракте. Расчет объемов газов и воздуха. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Радиационный и конвективный теплообмен, определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Горелки для сжигания топлив. Вихревые и прямоточные горелки, их размещение на стенах топки. Газомазутная горелка..

7. Модуль энергетические котлы. Раздел 7

7.1. Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла

Тепловой баланс котла, определение полезного тепловосприятия и расхода топлива. Расчеты КПД котла методами прямого и обратного балансов. Тепловые потери при работе котла и их анализ..

8. Модуль энергетические котлы. Раздел 8

8.1. Каркас и обмуровка котла

Каркас и обмуровка котла. Виды каркасов (самостоятельный и совмещенный), элементы каркаса. Обмуровка и тепловая изоляция (накаркасная и натрубная)..

9. Модуль энергетические котлы. Раздел 9

9.1. Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева

Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева. Шлакование, золовые загрязнения, абразивный износ труб. Высокотемпературная коррозия металла (экранных труб и пакетов пароперегревателей). Низкотемпературная коррозия..

10. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1

10.1. Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснабжения и теплофикации

Системы теплоснабжения: централизованные, децентрализованные, автономные, индивидуальные. Их элементы. Теплофикация. Достоинства, недостатки, область применения. Определение экономии топлива при совместной выработке теплоты и электроэнергии по сравнению с отдельной. Упрощенный метод определения выработки электроэнергии теплофикационным и конденсационным способами и расхода топлива на ТЭЦ..

11. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2

11.1. Тепловое потребление

Методы определения расчетных и текущих часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Часовые и годовые графики расхода теплоты жилыми районами. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации. Понятие об оптимальном часовом коэффициенте теплофикации..

12. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 3

12.1. Системы теплоснабжения и их элементы

Водяные и паровые, открытые и закрытые системы теплоснабжения. Схемы тепловых сетей и тепловых пунктов в открытых и закрытых водяных системах..

13. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4

13.1. Режимы регулирования тепловой нагрузки

Методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Достоинства, недостатки и область применения различных методов центрального регулирования тепловой нагрузки. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения. Сочетание центрального, группового, местного и индивидуального регулирования в системах потребления теплоты. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки. Учёт расхода теплоты теплопотребляющими установками, его роль в повышении эффективности потребления теплоты..

14. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5

14.1. Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей

Задачи, основные уравнения и последовательность гидравлического расчёта водяной тепловой сети. Распределение давления и напора теплоносителя по длине сети. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний. Гидравлическая характеристика водяной системы теплоснабжения. Пьезометрический график водяной тепловой сети. Требования к распределению напора и давления по длине тепловой сети в статическом и динамическом режимах. Гидравлический режим водяных закрытых и открытых систем теплоснабжения с насосными и дроссельными станциями. Гидравлическая устойчивость водяных тепловых сетей..

15. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6

15.1. Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей

Надземная и подземная канальная и бесканальная прокладка теплопроводов, изоляционные конструкции. Температурные деформации теплопроводов, их компенсация. Неподвижные и подвижные опоры. Повреждаемость тепловых сетей: показатели, причины, основные пути её снижения..

16. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7

16.1. Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей

Метод расчёта тепловых потерь через изоляцию тепловых сетей надземной, подземной канальной и бесканальной прокладок. Метод расчёта охлаждения теплоносителя при его течении в трубопроводе..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт режимов функционирования теплофикационных установок ТЭЦ в водяных системах теплоснабжения (2 часа);
2. Определение расчётных и текущих часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение с применением действующих нормативных документов (2 часа);
3. Расчёт энергетического эффекта теплофикации и энергосберегающих мероприятий в теплофикационных системах. Оценочные расчёты изменения расхода топлива на ТЭЦ

- при изменении режимов работы системы теплоснабжения (4 часа).;
4. Переход примесей из воды в насыщенный пар, коэффициент распределения. Ступенчатое испарение (2 часа);
 5. Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС (2 часа);
 6. Определение тепловых потерь через изоляцию теплопроводов разных типов прокладки с различными изоляционными конструкциями; расчёт снижения температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях. Расчёт тепловых потерь участков трубопроводов тепловых сетей с использованием нормативных документов (4 часа);
 7. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики (2 часа);
 8. Контур естественной циркуляции барабанного котла (2 часа).;
 9. Горелки для сжигания топлив. Вихревые и прямоточные горелки, их размещение на стенах топки (2 часа);
 10. Конструкция топок для различных видов топлив. Организация твердого и жидкого шлакоудаления (3 часа);
 11. Определение диаметров трубопроводов и пропускной способности участков тепловых сетей. Расчёт гидравлического режима водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями (2 часа);
 12. Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла (3 часа);
 13. Расчёт температурных графиков и расходов теплоносителей в водяных закрытых и открытых системах теплоснабжения (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева (6 часов);
2. Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения (10 часов).

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Определение расхода топлива
2. Тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата
3. Определение КПД котла
4. Построение плана района теплоснабжения
5. Определение тепловых нагрузок и построение графика тепловой нагрузки жилого района
6. Изучение схемы принципиальной схемы системы теплоснабжения
7. Расчёт и построение температурных и расходных графиков
8. Гидравлический расчёт согласно плана района теплоснабжения и построение пьезометрического графика
9. Расчёты тепловых потерь от трубопроводов тепловой сети через тепловую изоляцию и технологическими утечками теплоносителя

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

5 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ

- Оформление расчетно-пояснительной записки

- Подготовка графического материала и таблиц

График выполнения курсового проекта

| | | | | |
|---|--------|----|-----|--------------------------|
| Неделя | 1 - 14 | 15 | 16 | Зачетная |
| Раздел курсового проекта | 1 | 2 | 3 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 60 | 20 | 20 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 60 | 80 | 100 | - |

| | |
|---------------|--|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
| 1 | Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ |
| 2 | Оформление расчетно-пояснительной записки |
| 3 | Подготовка графического материала и таблиц |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | | | | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| Знать: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| материалы, применяемые в котлостроении, их классификацию, маркировку, технические характеристики и области применения | ИД-1пк-2 | | | | | + | + | | + | + | | | | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» |
| современные конструкции и компоновки паровых котлов и котельных установок | ИД-1пк-2 | | + | + | + | + | | | + | | | | | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» |
| условия надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых | ИД-1пк-2 | | | + | + | + | + | | | | | | | | | | | Отчет/Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла» |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| КОТЛОВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| основы технологических процессов при эксплуатации паровых котлов | ИД-1ПК-2 | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева» |
| методы определения тепловых нагрузок отопления, вентиляции, горячего водоснабжения | ИД-1ПК-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Тестирование/Тест «Методы определения тепловых нагрузок» |
| Уметь: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| выполнять гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей | ИД-1ПК-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения» |
| определять тепловые потери в тепловых сетях | ИД-1ПК-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения» |
| рассчитывать режимы центрального, группового и местного регулирования разнородной тепловой нагрузки в водяных системах централизованного теплоснабжения | ИД-1ПК-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения» |
| рассчитывать потребление тепла районом теплоснабжения и расходы топлива на ТЭЦ и в котельных | ИД-1ПК-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Системы теплоснабжения» (Контрольная работа)
2. Тест «Методы определения тепловых нагрузок» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятностей поверхностей нагрева» (Лабораторная работа)
3. Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла» (Отчет)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Курсовая работа (КР) (Семестр №5)

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Липов, Ю. М. Котельные установки и парогенераторы : Учебник для вузов по специальности: 1005 - Тепловые и электрические станции / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. – Ижевск : РХД, 2003. – 592 с. – (Науки о Земле). – ISBN 5-939722-27-X.;
2. Тепловые схемы и теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ МЭИ : Учебное пособие по курсу "ТЭС и АЭС" по специальностям 100100,100200,100500,100600 / Б. В. Богомолов, В. Д. Буров, А. В. Клевцов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Л. А. Федорович. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 80 с. – ISBN 5-7046-0733-0.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4316>;
3. Испытания оборудования котельного отделения ТЭЦ МЭИ : Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу "Котельные установки и парогенераторы" для направления "Теплоэнергетика" / Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, Ю. М. Третьяков, О. К. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2000. – 80 с. – ISBN 5-7046-0488-9 : 5.00.;

4. Липов, Ю. М. Тепловой расчет парового котла : учебное пособие для вузов / Ю. М. Липов. – Ижевск : РХД, 2001. – 176 с. – (Науки о Земле). – ISBN 5-939720-46-3.;
5. Липов, Ю. М. Расчет топочной камеры парового котла : методическое пособие к расчетному заданию по курсу "Котельные установки и парогенераторы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Ю. М. Липов, С. А. Семин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Издательский дом МЭИ, 2012. – 16 с.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4434>;
6. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник : Рек. Гос. службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – 2-е изд., стер. – М. : Изд-во МЭИ, 2006. – 168 с. – К 100-летию со дня рождения М.П. Вукаловича. – ISBN 5-903072-43-7.;
7. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов. – 9-е изд., стер. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 472 с. – ISBN 978-5-383-00337-4.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5312>;
8. Извеков, А. В. Теплоснабжение жилого района города от ТЭЦ : методическое пособие к расчетному заданию по курсу "Основы централизованного теплоснабжения" по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Извеков, С. А. Семин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 56 с.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=2145>;
9. Извеков, А. В. Энергоснабжение городов и промышленных предприятий : учебное пособие по курсу "Энергоснабжение" по направлению "Электроэнергетика" / А. В. Извеков, Ф. А. Поливода, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 144 с. – ISBN 978-5-383-00074-8.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=293>;
10. Соколов Е.Я.- "Теплофикация и тепловые сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>;
11. Б. В. Яковлев- "Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения", Издательство: "Новости теплоснабжения", Москва, 2008 - (448 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217>;
12. Л. А. Мелентьев- "Теплофикация", Издательство: "Изд-во Акад. наук СССР", Москва, Ленинград, 1944 - (247 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241678>;
13. "100 лет теплофикации и централизованному теплоснабжению в России", Издательство: "Новости теплоснабжения", Москва, 2003 - (247 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56221>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|----------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Б-205, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | А-404, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| | Т-520, Учебная аудитория | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Т-520, Учебная аудитория | стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | А-404, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Т-513, ЦППОЭ и ТЭС | стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Т-507, Архив, библиотека кафедры | стеллаж для хранения книг, стол, шкаф |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетические котлы и системы теплоснабжения

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Методы определения тепловых нагрузок» (Тестирование)
 КМ-2 Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» (Лабораторная работа)
 КМ-3 Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла» (Отчет)
 КМ-4 Контрольная работа «Системы теплоснабжения» (Контрольная работа)
 КМ-5 Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 6 | 8 | 12 | 15 | 16 |
| 1 | Модуль энергетические котлы. Раздел 1 | | | | | | |
| 1.1 | Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС | | | | | | + |
| 2 | Модуль энергетические котлы. Раздел 2 | | | | | | |
| 2.1 | Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла | | | + | | | + |
| 3 | Модуль энергетические котлы. Раздел 3 | | | | | | |
| 3.1 | Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов различных типов. Ступенчатое испарение | | | + | + | | + |
| 4 | Модуль энергетические котлы. Раздел 4 | | | | | | |
| 4.1 | Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики | | | + | + | | |
| 5 | Модуль энергетические котлы. Раздел 5 | | | | | | |
| 5.1 | Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив | | | + | + | | |
| 6 | Модуль энергетические котлы. Раздел 6 | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------|---|---|----|----|----|----|
| 6.1 | Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива | | + | + | | |
| 7 | Модуль энергетические котлы. Раздел 7 | | | | | |
| 7.1 | Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла | | | | | + |
| 8 | Модуль энергетические котлы. Раздел 8 | | | | | |
| 8.1 | Каркас и обмуровка котла | | + | | | |
| 9 | Модуль энергетические котлы. Раздел 9 | | | | | |
| 9.1 | Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева | | + | | | |
| 10 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1 | | | | | |
| 10.1 | Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснабжения и теплофикации | + | | | + | |
| 11 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2 | | | | | |
| 11.1 | Тепловое потребление | + | | | + | |
| 12 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 3 | | | | | |
| 12.1 | Системы теплоснабжения и их элементы | | | | + | |
| 13 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4 | | | | | |
| 13.1 | Режимы регулирования тепловой нагрузки | | | | + | |
| 14 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5 | | | | | |
| 14.1 | Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей | | | | + | |
| 15 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6 | | | | | |
| 15.1 | Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей | | | | + | |
| 16 | Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7 | | | | | |
| 16.1 | Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей | | | | + | |
| Вес КМ, %: | | 5 | 20 | 25 | 25 | 25 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Энергетические котлы и системы теплоснабжения

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ
- КМ-2 Оформление расчетно-пояснительной записки
- КМ-3 Подготовка графического материала и таблиц

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|--|------------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 14 | 15 | 16 |
| 1 | Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ | | + | | |
| 2 | Оформление расчетно-пояснительной записки | | | + | |
| 3 | Подготовка графического материала и таблиц | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 60 | 20 | 20 |