**Автономная некоммерческая организация высшего образования**

**"Современный технический университет"**

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____А.Г. Ширяев
_____ 2023 г.

# Котельные установки и парогенераторы

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Энергетики и сервиса**

Учебный план v13.03.01 2023 набор 2023.plx
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288
в том числе:
аудиторные занятия 120
самостоятельная работа 132
часов на контроль 14

Виды контроля в семестрах:
экзамены 6
зачеты 5
курсовые проекты 6

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **5 (3.1)** | | **6 (3.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Недель | 17 2/6 | | 16 2/6 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 36 | 36 | 16 | 16 | 52 | 52 |
| Практические | 36 | 36 | 32 | 32 | 68 | 68 |
| Курсовое проектирование | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Консультации | | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 72 | 72 | 48 | 48 | 120 | 120 |
| Контактная работа | 72 | 72 | 50 | 50 | 122 | 122 |
| Сам. работа | 58 | 58 | 74 | 74 | 132 | 132 |
| Часы на контроль | 4 | 4 | 10 | 10 | 14 | 14 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 | 288 | 288 |

Программу составил(и):
*к.т.н., доц., Паршков А.В.*

Рабочая программа дисциплины
**Котельные установки и парогенераторы**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Энергетики и сервиса**

Протокол от 29.08.2023г. № 8
Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.
Зав. кафедрой к.т.н., доц. Лопатин Е.И.

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 1.1 | Целью изучения дисциплины является приобретение знаний о типах и конструкциях энергетических котлов ТЭС и парогенераторов АЭС, об организации сжигания органических топлив в топках котлов, о теплофизических и гидрогазодинамических процессах, протекающих в газовоздушном и пароводяном трактах котельной установки, об условиях работы поверхностей нагрева. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.О |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Тепломассообмен |
| 2.1.2 | Техническая термодинамика |
| 2.1.3 | Водоподготовка на ТЭС |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Основы организации, планирования и управления на ТЭС |
| 2.2.2 | Производственная практика: эксплуатационная практика |
| 2.2.3 | Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |
|---|
| **ОПК-3 : Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач** |
| **Индикатор достижения компетенции** |
| **ОПК-3 .2: Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем** |
| **ОПК-3 .3: Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем** |
| **ОПК-3 .6: Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы** |
| **ОПК-3 .7: Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках** |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

| **3.1** | **Знать:** |
|---|---|
| 3.1.1 | основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем ОПК-3.2 |
| 3.1.2 | теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем ОПК-3.3 |
| 3.1.3 | основные законыи способы переноса теплоты и массы ОПК-3.6 |
| **3.2** | **Уметь:** |
| 3.2.1 | применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках ОПК-3.7 |
| | |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Код занятия** | **Наименование разделов и тем /вид занятия/** | **Семестр / Курс** | **Часов** | **Компетен-ции** | **Литература** | **Инте ракт.** | **Примечание** |
| | **Раздел 1.** | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | Тема 1 Конструкции паровых котлов<br><br>Развитие процессов сжигания топлив (слоевое, факельное, в кипящем слое) и конструкций поверхностей нагрева котла, конструктивная схема современного парового котла, характеристики процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного котла, характеристика процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного и прямоточного котлов. Работа котла под разряжением и под наддувом (газовоздушный тракт). Паровой котёл в комбинированных схемах: парогазовые установки, котёл-утилизатор, водогрейный котёл.<br>/Лек/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.2 | Тема 1 Конструкции паровых котлов<br><br>Развитие процессов сжигания топлив (слоевое, факельное, в кипящем слое) и конструкций поверхностей нагрева котла, конструктивная схема современного парового котла, характеристики процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного котла, характеристика процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного и прямоточного котлов. Работа котла под разряжением и под наддувом (газовоздушный тракт). Паровой котёл в комбинированных схемах: парогазовые установки, котёл-утилизатор, водогрейный котёл.<br>/Пр/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.3 | Тема 1 Конструкции паровых котлов<br><br>Развитие процессов сжигания топлив (слоевое, факельное, в кипящем слое) и конструкций поверхностей нагрева котла, конструктивная схема современного парового котла, характеристики процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного котла, характеристика процессов, происходящих в котле. Водопаровые схемы барабанного и прямоточного котлов. Работа котла под разряжением и под наддувом (газовоздушный тракт). Паровой котёл в комбинированных схемах: парогазовые установки, котёл-утилизатор, водогрейный котёл.<br>/Ср/ | 5 | 16 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.4 | Тема 2 Топливо и процессы сжигания в котлах, тепловая эффек-тивность котла<br><br>Виды топлив, расчеты массы, теплота сгорания топлив. Важнейшие характеристики топлив, их воздействие на условия сжигания топлива и работу поверхностей котла. Тепловой баланс парового котла, определение КПД, характеристики тепловых потерь. /Лек/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.5 | Тема 2 Топливо и процессы сжигания в котлах, тепловая эффек-тивность котла<br><br>Виды топлив, расчеты массы, теплота сгорания топлив. Важнейшие характеристики топлив, их воздействие на условия сжигания топлива и работу поверхностей котла. Тепловой баланс парового котла, определение КПД, характеристики тепловых потерь. /Пр/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.6 | Тема 2 Топливо и процессы сжигания в котлах, тепловая эффек-тивность котла<br><br>Виды топлив, расчеты массы, теплота сгорания топлив. Важнейшие характеристики топлив, их воздействие на условия сжигания топлива и работу поверхностей котла. Тепловой баланс парового котла, определение КПД, характеристики тепловых потерь. /Ср/ | 5 | 24 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.7 | Тема 3 Методы теплового расчёта поверхностей нагрева котлов и условия теплообмена от газового потока<br><br>Особенности расчёта радиационного теплообмена в топочных камерах. Коэффициент тепловой эффективности, степень черноты факела и топки, расчёт поверхности стен топочной камеры. Температурный режим топочной камеры. Основные характеристики топки. Организация твёрдого и жидкого шлакоудаления, обоснование конструктивных размеров топок. Тепловые характеристики и выбор размеров топок для газа и мазута. Особенности теплообмена в конвективных поверхностях нагрева. Основные управления. Последовательность размещения поверхностей вдоль газового тракта. Опорные расчётные температуры газового тракта. Тепловая схема котла. /Лек/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.8 | Тема 3 Методы теплового расчёта поверхностей нагрева котлов и условия теплообмена от газового потока<br><br>Особенности расчёта радиационного теплообмена в топочных камерах. Коэффициент тепловой эффективности, степень черноты факела и топки, расчёт поверхности стен топочной камеры. Температурный режим топочной камеры. Основные характеристики топки. Организация твёрдого и жидкого шлакоудаления, обоснование конструктивных размеров топок. Тепловые характеристики и выбор размеров топок для газа и мазута. Особенности теплообмена в конвективных поверхностях нагрева. Основные управления. Последовательность размещения поверхностей вдоль газового тракта. Опорные расчётные температуры газового тракта. Тепловая схема котла. /Пр/ | 5 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.9 | Тема 3 Методы теплового расчёта поверхностей нагрева котлов и условия теплообмена от газового потока<br><br>Особенности расчёта радиационного теплообмена в топочных камерах. Коэффициент тепловой эффективности, степень черноты факела и топки, расчёт поверхности стен топочной камеры. Температурный режим топочной камеры. Основные характеристики топки. Организация твёрдого и жидкого шлакоудаления, обоснование конструктивных размеров топок. Тепловые характеристики и выбор размеров топок для газа и мазута. Особенности теплообмена в конвективных поверхностях нагрева. Основные управления. Последовательность размещения поверхностей вдоль газового тракта. Опорные расчётные температуры газового тракта. Тепловая схема котла. /Ср/ | 5 | 18 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.10 | /Зачёт/ | 5 | 4 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2Л3.1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.11 | Тема 4 Режимы движения рабочей среды и теплообмен в поверхностях нагрева котла<br><br>Параметры течения однофазного и двухфазного потоков. Гомогенная и гетерогенная модели. Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке. Изменение температуры рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении. Изменение теплофизических характеристик среды в зоне максимальной теплоёмкости при СКД. Области ухудшенного теплообмена. Обеспечение надёжного температурного режима поверхностей нагрева паровых котлов.<br>/Лек/ | 6 | 8 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.12 | Тема 4 Режимы движения рабочей среды и теплообмен в поверхностях нагрева котла<br><br>Параметры течения однофазного и двухфазного потоков. Гомогенная и гетерогенная модели. Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке. Изменение температуры рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении. Изменение теплофизических характеристик среды в зоне максимальной теплоёмкости при СКД. Области ухудшенного теплообмена. Обеспечение надёжного температурного режима поверхностей нагрева паровых котлов.<br>/Пр/ | 6 | 8 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.13 | Тема 4 Режимы движения рабочей среды и теплообмен в поверхностях нагрева котла<br><br>Параметры течения однофазного и двухфазного потоков. Гомогенная и гетерогенная модели. Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке. Изменение температуры рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении. Изменение теплофизических характеристик среды в зоне максимальной теплоёмкости при СКД. Области ухудшенного теплообмена. Обеспечение надёжного температурного режима поверхностей нагрева паровых котлов.<br>/Ср/ | 6 | 16 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.14 | Выполнение КП /Курс пр/ | 5 | 10 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.15 | Тема 5 Гидрогазодинамика рабочей среды в системах<br>с принудительном и естественным движением<br><br>Гидродинамика рабочей среды в системах с принудительным движением. Гидравлическая характеристика горизонтальных и вертикальных труб. анализ условий нестабильности характеристики, пульсация потока. Гидродинамика контура естественной циркуляции, методы расчёта контуров циркуляции. Анализ надёжности циркуляции, ограничения надёжности работы контура в переходных режимах работы котла. Влияние гидродинамики на конструктивное выполнение поверхностей нагрева в барабанных и прямоточных паровых котлах. Тепловая и гидравлическая разверка в трубной секции, расчётные показатели разверок. Теплогидравлическая разверка и разверочные характеристики поверхностей нагрева. /Лек/ | 6 | 6 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.16 | Тема 5 Гидрогазодинамика рабочей среды в системах<br>с принудительном и естественным движением<br><br>Гидродинамика рабочей среды в системах с принудительным движением. Гидравлическая характеристика горизонтальных и вертикальных труб. анализ условий нестабильности характеристики, пульсация потока. Гидродинамика контура естественной циркуляции, методы расчёта контуров циркуляции. Анализ надёжности циркуляции, ограничения надёжности работы контура в переходных режимах работы котла. Влияние гидродинамики на конструктивное выполнение поверхностей нагрева в барабанных и прямоточных паровых котлах. Тепловая и гидравлическая разверка в трубной секции, расчётные показатели разверок. Теплогидравлическая разверка и разверочные характеристики поверхностей нагрева. /Пр/ | 6 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.17 | Тема 6 Водный режим парового котла. Распределение минераль-ных примесей в водопаровом тракте<br><br>Материальный баланс примеси водного теплоносителя в пароводяном тракте блока и задачи водно-химического режима. Поведение примеси в паровом котле: растворимость веществ в воде и паре, переход примеси в пар, унос с влагой, отложение примеси в барабанном котле и прямоточном котле ДКД и СКД. Нормирование качеств водяного теплоносителя. Методы получения чистого пара в барабанных котлах: сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами.<br>/Лек/ | 6 | 2 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.18 | Тема 5 Гидрогазодинамика рабочей среды в системах с принудительном и естественным движением<br><br>Гидродинамика рабочей среды в системах с принудительным движением. Гидравлическая характеристика горизонтальных и вертикальных труб. анализ условий нестабильности характеристики, пульсация потока. Гидродинамика контура естественной циркуляции, методы расчёта контуров циркуляции. Анализ надёжности циркуляции, ограничения надёжности работы контура в переходных режимах работы котла. Влияние гидродинамики на конструктивное выполнение поверхностей нагрева в барабанных и прямоточных паровых котлах. Тепловая и гидравлическая разверка в трубной секции, расчётные показатели разверок. Теплогидравлическая разверка и разверочные характеристики поверхностей нагрева.<br>/Ср/ | 6 | 8 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.19 | Тема 6 Водный режим парового котла. Распределение минеральных примесей в водопаровом тракте<br><br>Материальный баланс примеси водного теплоносителя в пароводяном тракте блока и задачи водно-химического режима. Поведение примеси в паровом котле: растворимость веществ в воде и паре, переход примеси в пар, унос с влагой, отложение примеси в барабанном котле и прямоточном котле ДКД и СКД. Нормирование качеств водяного теплоносителя. Методы получения чистого пара в барабанных котлах: сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами.<br>/Пр/ | 6 | 12 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.20 | Тема 6 Водный режим парового котла. Распределение минеральных примесей в водопаровом тракте<br><br>Материальный баланс примеси водного теплоносителя в пароводяном тракте блока и задачи водно-химического режима. Поведение примеси в паровом котле: растворимость веществ в воде и паре, переход примеси в пар, унос с влагой, отложение примеси в барабанном котле и прямоточном котле ДКД и СКД. Нормирование качеств водяного теплоносителя. Методы получения чистого пара в барабанных котлах: сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами.<br>/Ср/ | 6 | 24 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.21 | Тема 7 Основы эксплуатации котлов. Методы поддержания стабильных параметров пара<br><br>Допустимые пределы рабочих нагрузок котла по условиям горения и надёжности охлаждения металла топки. Изменение экономичности котла (КПД) с нагрузкой, характер изменения температур газов по тракту. Зависимость тепловосприятия рабочей среды от нагрузки для радиационных и конвективных поверхностей котла. Влияние рециркуляции газов на тепловой режим поверхностей котла. Принцип регулирования температуры пара. Впрыскивающие пароохладители и места их установки. Паровые теплообменники, байпасирование пара. Обеспечение заданного давления перегретого пара. Характеристики металлов для поверхностей нагрева. Коррозия поверхностей нагрева. Износ и занос летучей золой поверхностей нагрева. Методы снижения вредных выбросов. Основные профили паровых котлов, принцип выбора профиля в зависимости от тепловой мощности котла и сжигаемого топлива.<br>/Ср/ | 6 | 26 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.22 | Выполнение КП /Курс пр/ | 6 | 10 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.23 | Консультация и защита КП /Консульт./ | 6 | 2 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |
| 1.24 | /Экзамен/ | 6 | 10 | ОПК-3 .2<br>ОПК-3 .3<br>ОПК-3 .6<br>ОПК-3 .7 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 | 0 | |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Вопросы к промежуточной аттестации

1. Принципиальная технологическая схема котельной установки. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
2. Общая схема котла, его элементы и их назначение. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
3. Источники теплоты для котельных установок. Органическое топливо. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
4. Пересчеты состава с одной массы на другую. Низшая и высшая теплота сгорания. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
5. Условное топливо. Приведенные характеристики топлива. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
6. Продукты полного и неполного сгорания топлив. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
7. Методика определения расхода окислителя и выхода продуктов сгорания. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
8. Коэффициент избытка (расхода) воздуха и способы его определения. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
9. Основное уравнение горения (баланс кислорода) и его использование для практических целей. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
10. Общее уравнение теплового баланса котла. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
11. Допустимые пределы рабочих нагрузок котла по условиям горения и надёжности охлаждения металла топки. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
12. Изменение экономичности котла (КПД) с нагрузкой, характер изменения температур газов по тракту. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
13. Зависимость тепловосприятия рабочей среды от нагрузки для радиационных и конвективных поверхностей котла. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7

14. Влияние рециркуляции газов на тепловой режим поверхностей котла. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
15. Принцип регулирования температуры пара. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
16. Впрыскивающие пароохладители и места их установки. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
17. Паровые теплообменники, байпасирование пара. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
18. Обеспечение заданного давления перегретого пара. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
19. Характеристики металлов для поверхностей нагрева. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
20. Коррозия поверхностей нагрева. Износ и занос летучей золой поверхностей нагрева. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
21. Методы снижения вредных выбросов. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7
22. Основные профили паровых котлов, принцип выбора профиля в зависимости от тепловой мощности котла и сжигаемого топлива. ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.6, ОПК-3.7

**5.2. Текущий контроль и контроль СРС**

Тепловой и аэродинамический расчет паровых котлоагрегатов типов:
1. Е-40-13 на природном газе
2. Е-40-13 на жидком топливе
3. Е-40-13 на твердом топливе
4. Е-20-13 на природном газе
5. Е-20-13 на жидком топливе
6. Е-20-13 на твердом топливе
7. Е-6,5-13 на природном газе
8. Е-6,5-13 на жидком топливе
9. Е-6,5-13 на твердом топливе
10. Е-100-450 на твердом топливе
11. Е-100-450 на жидком топливе
12. Е-100-450 на твердом топливе

**5.3. Критерии выставления оценки студенту**

«зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач
«незачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Оценка «5»«отлично» ставится за самостоятельно написанную работу по теме; умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы; проявлено умение применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности и навык философского мышления для выработки системного, целостного взгляда на проблемы общества.
Оценка «4» (хорошо) ставится, если: работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один – два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя. В работе может быть недостаточно полно развернута аргументация.
Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких замечаний преподавателя; нарушена логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и выводов; недостаточно сформированы навыки письменной речи; работа является плагиатом других работ более чем на 90%.

**5.4. Форма промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета, экзамена.
Контроль за усвоением теоретических знаний и практических навыков (текущий контроль) осуществляется преподавателями при проверке умения анализировать научные теории, аргументировано отстаивать свою точку зрения; в ходе решения практических заданий, ситуационных задач, при защите докладов на практических занятиях, дебатов, проверке самостоятельной работы студента.
Фонд оценочных средств разработан и утвержден протоколом заседания кафедры.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|---|---|---|---|
| Л1.1 | | ЭЭЭ Котельные установки и парогенераторы (часть 1): комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A | М.:МЭИ, 2012 |
| Л1.2 | | ЭЭЭ Котельные установки и парогенераторы (часть 2): Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A | М.:МЭИ, 2012 |
| Л1.3 | Демихов В.Н.,Ширяев А.Г., Колесников В.П. | КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ и ПАРОГЕНЕРАТОРЫ [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_kotel_ustan_parogenerat.pdf | Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2018. –106 с., 2018 |
| Л1.4 | Демихов В.Н.,Ширяев А.Г., Колесников В.П. | КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ и ПАРОГЕНЕРАТОРЫ [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_kotel_ustan_parogenerat1.pdf | Совр. техн. универ-т. – Рязань, 2018. –134 с., 2018 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|---|---|---|---|
| Л2.1 | Стоянов, Н.И. | Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750 | Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с., 2014 |
| Л2.2 | Видин, Ю.В. | Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен : учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752 | Красноярск : СФУ, 2015. - 370 с. , 2015 |

#### 6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
|---|---|---|---|
| Л3.1 | Липатов А.Е. | Методические указания по самостоятельной работе студентов и подготовке к семинарским занятиям [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_samost_rab_stud.pdf | Совр. тех. универ-т. рязань, 2021 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

| | |
|---|---|
| Э1 | www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"; |

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---|---|
| 6.3.1.1 | Windows XP, Home Edition OEM softwere |
| 6.3.1.2 | MS Office 2007. Н/лиц. 4667472 22.03.2010г. |
| 6.3.1.3 | Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A |

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---|---|
| 6.3.2.1 | Справочная система "Гарант" |
| 6.3.2.2 | 1. www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"; |
| 6.3.2.3 | 2. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека; |
| 6.3.2.4 | 3. www.openedu.ru - «Национальная платформа открытого образования»; |
| 6.3.2.5 | 4. https://uisrussia.msu.ru - Университетская информационная система «Россия». |
| 6.3.2.6 | Профессиональные базы данных: |
| 6.3.2.7 | http://www.tehlit.ru/ ТехЛит библиотека |
| 6.3.2.8 | http://www.raasn.ru/index.php Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН) |
| 6.3.2.9 | https://www.iaea.org/ru/resursy/bazy-dannykh/informacionnaya-sistema-po-usovershenstvovannym-reaktoram-aris |
| 6.3.2.10 | Информационная система МАГАТЭ по усовершенствованным реакторам (АРИС) |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|---|
| 7.1 | 390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.208,Медиа-Аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием: компьютер Pentium-IV с DVD-RW, Проектор |
| 7.2 | 390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.215 Компьютерный класс. Состав: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 12 шт. Принтер: МФУ HP 1020 Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернет. Компьютерные программы: Windows XP, MS Office 2007, AutoCad, Лира, Мономах и др. |
| 7.3 | 390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.117,Помещение для самостоятельной работы обучающихся.Оборудование: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 4 шт. Серверы – 2 шт; Принтеры-сканеры-копиры: МФУ HP 125 – 1шт; Canon -2520 (A3) – 1шт; Canon -2318 (A3) – 1шт; Сканер (A3) Mystec – 1 шт; Цветной принтер Canon J 1411; Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернету. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В котельной технике применяют следующие термины и определения:

Котел – устройство, в котором для получения пара или нагрева воды с давлением выше атмосферного, потребляемых вне этого устройства, используется теплота, выделяющаяся при сгорании органического топлива, а также теплота отходящих газов. Котел состоит из топки, поверхностей нагрева, каркаса, обмуровки. В котел могут также входить: пароперегреватель, поверхностный экономайзер и воздухоподогреватель.

Котельная установка – совокупность котла и вспомогательного оборудования, включающего: тягодутьевые машины, сборные газоходы, дымовую трубу, воздухопроводы, насосы, теплообменные аппараты, автоматику, водоподготовительное оборудование.

Топка (топочная камера) – устройство, предназначенное для преобразования химической энергии топлива в физическую теплоту высокотемпературных газов с последующей передачей теплоты этих газов поверхностям нагрева (рабочему телу).

Поверхность нагрева – элемент котла для передачи теплоты от факела и продуктов сгорания теплоносителю (вода, пар, воздух).

Радиационная поверхность – поверхность нагрева котла, получающая теплоту в основном излучением.

Конвективная поверхность – поверхность нагрева котла, получающая теплоту в основном конвекцией.

Экраны – поверхности нагрева котла, расположенные на стенках топки и газоходов и ограждающие эти стенки от воздействия высоких температур.

Фестон – испарительная поверхность нагрева, располагаемая в выходном окне топки и образованная, как правило, трубами заднего экрана, разведенными на значительные расстояния путем образования многорядных пучков. Назначение фестона заключается в организации свободного выхода из топки топочных газов в поворотный горизонтальный газоход.

Барабан – устройство, в котором осуществляется сбор и раздача рабочей среды, обеспечение запаса воды в котле, разделение пароводяной смеси на пар и воду. Для этой цели используются размещенные в нем паросепарационные устройства.

Котельный пучок – конвективная поверхность нагрева котла, представляющая собой группу труб, соединенных общими коллекторами или барабанами.

Пароперегреватель – устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле.

Экономайзер – устройство для предварительного нагрева воды продуктами сгорания до подачи ее в барабан котла.

Воздухоподогреватель – устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания до подачи его в горелки.

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины предполагает овладение материалами лекций, учебника, творческую работу студентов в ходе проведения семинарских занятий, а также систематическое выполнение тестовых и иных заданий для самостоятельной работы студентов.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к семинарским занятиям.

Основной целью семинарских и практических занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала,

ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Ряд вопросов дисциплины, заслушиваются на семинарских занятиях в форме подготовленных студентами сообщений (10-15 минут) с последующей их оценкой всеми студентами группы.
Практические занятия проводятся по материалам лекций, печатных изданий, электронных источников. Предусмотрено проведение индивидуальной работы (консультаций) со студентами в ходе изучении материала данной дисциплины.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИНВАЛИДАМ И ЛИЦАМ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее - обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья) определены на основании:
- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).
Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.
Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется университетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.
Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.
В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:
1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собакупроводника, к зданию института.
2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);
3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).
Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие обучающимся с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.
В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающихся, создании комфортного психологического климата в учебной группе.
Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (зачете).