

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.08.02.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 3 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 3 семестр - 32 часа; |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 113,5 часов; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Коллоквиум | |
| Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Трухний А.Д. |
| | Идентификатор | R82147d5a-TrukhnyAD-4832e8f9 |

(подпись)

А.Д. Трухний

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Плешанов К.А. |
| | Идентификатор | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Плешанов К.А. |
| | Идентификатор | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов проектирования и основ эксплуатации современных парогазовых энергетических установок электростанций

Задачи дисциплины

- изучение основ рабочих процессов в парогазовых установках при стационарных и нестационарных режимах их эксплуатации;
- освоение теории комбинированных циклов и особенностей основных типов бинарных энергетических установок, используемых на тепловых электростанциях;
- усвоение особенностей конструкций газотурбинных установок, котлов-утилизаторов и паровых турбин парогазовых установок;
- приобретение навыков анализа технических решений по выбору и компоновке парогазовых установок для ТЭС и ТЭЦ;
- овладение методами теплового расчета парогазовых установок различного типа;
- приобретение периодичных навыков составления алгоритмов расчета тепловых схем ПГУ различного назначения и их отдельных элементов с учетом их надежности и эффективности при различных режимах их эксплуатации;
- приобретение первичных навыков по поиску оптимальных решений при создании проектов ПГУ для электрических станций, работающих в широком диапазоне режимов с учетом требований к уровню качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

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 к научно-исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-1 _{ПК-2} Выполняет моделирование и исследование процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности | знать: - конструкции ГТУ, котлов-утилизаторов и паровых турбин, используемых для ПГУ; - тепловые схемы и основы рабочих процессов парогазовых установок; - основы теории комбинированных и парогазовых тепловых циклов. уметь: - использовать программные приложения для решения научно-исследовательских задач при расчете режимов работы ПГУ; - разрабатывать конструкции конкурентоспособных парогазовых установок с высокими показателями качества с использованием САПР с учетом работы в широком диапазоне режимов; - выбирать с помощью отечественных и зарубежных каталогов ГТУ для ПГУ по требованиям заказчиков ПГУ для электростанций. |
| ПК-2 Способен к научно- | ИД-3 _{ПК-2} Составляет | знать: - изменения в надежности и |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|--|
| исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения | заключение по результатам научных исследований | <p>эффективности оборудования ПГУ и их элементов, возникающих при изменении режимов их эксплуатации;</p> <p>- особенности проектирования парогазовых установок различного назначения с учетом режимов их эксплуатации.</p> <p>уметь:</p> <p>- анализировать тепловые схемы существующих ПГУ и формировать предложения по их совершенствованию.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетические установки на органическом и ядерном топливе (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № 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 | Основы теории комбинированных и парогазовых циклов | 8 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории комбинированных и парогазовых циклов"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы теории комбинированных и парогазовых циклов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 588-626</p> | |
| 1.1 | Основы теории комбинированных и парогазовых циклов | 8 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 2 | Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки | 16 | | 2 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | | - |
| 2.1 | Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки | 16 | | 2 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | | - |
| 3 | Методы расчета тепловых схем парогазовых установок | 54 | | 6 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | 36 | | - |
| | | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы расчета тепловых схем парогазовых установок"</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|--|---|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| 3.1 | Методы расчета тепловых схем парогазовых установок | 54 | | 6 | 12 | - | - | - | - | - | - | 36 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы расчета тепловых схем парогазовых установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Составление подробного описания ГТУ и тепловой схемы ПГУ, определение характеристик продуктов сгорания, разработка тепловой схемы ПГУ, ее расчет с определением экономических характеристик и показателей надежности. Выдача рекомендаций по совершенствованию разработанной тепловой схемы и оптимизации ее параметров.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 107-172 [2], 1-40</p> |
| 4 | ГТУ для парогазовых энергетических установок | 16 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "ГТУ для парогазовых энергетических установок"</p> |
| 4.1 | ГТУ для парогазовых энергетических установок | 16 | | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "ГТУ для парогазовых энергетических установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 251-355 [4], 91-110</p> |
| 5 | Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ | 10 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ"</p> |
| 5.1 | Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ | 10 | | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-----------|-------------|---|
| | | | | | | | | | | | | | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 357-416 |
| 6 | Паровые турбины для утилизационных ПГУ | 12 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Паровые турбины для утилизационных ПГУ" |
| 6.1 | Паровые турбины для утилизационных ПГУ | 12 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Паровые турбины для утилизационных ПГУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 417-488 |
| 7 | Компоновки ПГУ на электростанциях | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Компоновки ПГУ на электростанциях" |
| 7.1 | Компоновки ПГУ на электростанциях | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Компоновки ПГУ на электростанциях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 489-538 |
| 8 | Основы эксплуатации ПГУ | 20 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы эксплуатации ПГУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 8.1 | Основы эксплуатации ПГУ | 20 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы эксплуатации ПГУ" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 588-626 [3], 145-154 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 32 | 32 | - | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|--|
| | Итого за семестр | 180.0 | | 32 | 32 | - | 2 | - | 0.5 | 113.5 | |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|--|

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. Основы теории комбинированных и парогазовых циклов

1.1. Основы теории комбинированных и парогазовых циклов

Монарные и бинарные тепловые циклы. Основы теории комбинированных циклов с использованием различных рабочих тел. Степень бинарности. Вывод и анализ общих соотношений для КПД бинарных циклов. Введение в парогазовые циклы. Утилизационный парогазовый цикл.

2. Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки

2.1. Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки

Обзор типов парогазовых энергетических установок: ПГУ с параллельной схемой, ПГУ с дожиганием в котле-утилизаторе; ПГУ со сбросом выхлопных газов ГТУ в энергетический котел, ПГУ с высоконапорным парогенератором, их преимущества недостатки и области применения. Анализ работы оборудования в ПГУ различных типов. Основы расчета тепловых схем ПГУ различных типов.

3. Методы расчета тепловых схем парогазовых установок

3.1. Методы расчета тепловых схем парогазовых установок

Типы утилизационных ПГУ. Расчет тепловых схем одноконтурных, двухконтурных и трехконтурных ПГУ с использованием промежуточного перегрева пара. Принципы формирования тепловой схемы с максимальным использованием теплоты выхлопных газов ГТУ. Выбор основных опорных параметров для расчета. Определение технико-экономических показателей, оценка их качества из требований экономичности, надежности и маневренности.

4. ГТУ для парогазовых энергетических установок

4.1. ГТУ для парогазовых энергетических установок

Требования к ГТУ для парогазовых установках. Особенности газоснабжения камер сгорания и экологические проблемы. Конструкции ГТУ для ПГУ зарубежных и отечественных производителей. Проблемы создания отечественных ГТУ.

5. Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ

5.1. Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ

Типы котлов-утилизаторов, работающих в составе ПГУ. Преимущества, недостатки и области применения вертикальных и горизонтальных котлов-утилизаторов. Конструкции теплообменных поверхностей и барабанов котлов-утилизаторов. Особенности работы котлов в составе ПГУ.

6. Паровые турбины для утилизационных ПГУ

6.1. Паровые турбины для утилизационных ПГУ

Особенности конструирования и режимов работы паровых турбин для утилизационных ПГУ. Конструкции конденсационных и теплофикационных паровых турбин зарубежных и отечественных производителей для одноконтурных, двухконтурных и трехконтурных ПГУ с промежуточным перегревом пара.

7. Компоновки ПГУ на электростанциях

7.1. Компоновки ПГУ на электростанциях

Одновальные, двухвальные и многовальные ПГУ и их компоновка в машинном зале ТЭС. Взаимное расположение элементов ПГУ: ГТУ, паровой турбины, котла-утилизатора и генератора. Преимущества, недостатки и области применения различных компоновок.

8. Основы эксплуатации ПГУ

8.1. Основы эксплуатации ПГУ

Режимы работы ПГУ и основные факторы, влияющие на их экономичность и надежность. Энергетические характеристики, их получение и использование. Работа ПГУ в нормальных режимах, пусковые, остановочные и аварийные режимы.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Тепловая схема ГТУ, котла-утилизатора и паровой турбины типовой двухконтурной конденсационной ПГУ Ивановской ГРЭС (4 часа);
2. Тепловая схема, ГТУ и паровой турбины трехконтурной конденсационной ПГУ с промперегревом Шатурской ГРЭС и ТЭЦ-26 Мосэнерго (4 часа);
3. Тепловая схема, расчет параметров и технико-экономических показателей ПГУ с дожиганием (4 часа);
4. Тепловая схема, расчет параметров и технико-экономических показателей ПГУ со сбросом газов в энергетический котел (4 часа);
5. Тепловая схема, расчет параметров и технико-экономических показателей ПГУ с вытеснением регенерации (4 часа);
6. Конструкции типичных зарубежных и отечественных ГТУ и паровых турбин для ПГУ (8 часов);
7. Режимы пуска ПГУ (4 часов).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | | |
| основы теории комбинированных и парогазовых тепловых циклов | ИД-1пк-2 | + | | | | | | | | | Коллоквиум/«Основы теории комбинированных и парогазовых циклов» |
| тепловые схемы и основы рабочих процессов парогазовых установок | ИД-1пк-2 | | + | + | | | | | | | Коллоквиум/«Методы расчета тепловых схем парогазовых установок» Коллоквиум/«Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки» |
| конструкции ГТУ, котлов-утилизаторов и паровых турбин, используемых для ПГУ | ИД-1пк-2 | | | | + | + | + | | | | Коллоквиум/«ГТУ для парогазовых энергетических установок» Коллоквиум/«Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ» Коллоквиум/«Паровые турбины для утилизационных ПГУ» |
| особенности проектирования парогазовых установок различного назначения с учетом режимов их эксплуатации | ИД-3пк-2 | | | | | | | | + | | Коллоквиум/«Компоновки парогазовых установок на электростанциях» |
| изменения в надежности и эффективности оборудования ПГУ и их элементов, возникающих при изменении режимов их эксплуатации | ИД-3пк-2 | | | | | | | | | + | Коллоквиум/«Основы эксплуатации ПГУ» |
| Уметь: | | | | | | | | | | | |
| выбирать с помощью отечественных и зарубежных каталогов ГТУ для ПГУ по требованиям заказчиков ПГУ для электростанций | ИД-1пк-2 | | | | | | | | + | + | Расчетно-графическая работа/«Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ» |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|---|---|--|--|--|--|--|---|
| разрабатывать конструкции конкурентоспособных парогазовых установок с высокими показателями качества с использованием САПР с учетом работы в широком диапазоне режимов | ИД-1 _{ПК-2} | | + | | | | | | | Расчетно-графическая работа/«Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ» |
| использовать программные приложения для решения научно-исследовательских задач при расчете режимов работы ПГУ | ИД-1 _{ПК-2} | | | + | | | | | | Расчетно-графическая работа/«Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ» |
| анализировать тепловые схемы существующих ПГУ и формировать предложения по их совершенствованию | ИД-3 _{ПК-2} | | + | | | | | | | Расчетно-графическая работа/«Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ» |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. «ГТУ для парогазовых энергетических установок» (Коллоквиум)
2. «Компоновки парогазовых установок на электростанциях» (Коллоквиум)
3. «Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ» (Коллоквиум)
4. «Методы расчета тепловых схем парогазовых установок» (Коллоквиум)
5. «Основы теории комбинированных и парогазовых циклов» (Коллоквиум)
6. «Основы эксплуатации ПГУ» (Коллоквиум)
7. «Паровые турбины для утилизационных ПГУ» (Коллоквиум)
8. «Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Трухний А. Д.- "Парогазовые установки электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2013 - (648 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72261;
2. Трухний, А. Д. Расчет тепловых схем утилизационного парогазовых установок : учебное пособие по курсу "Парогазовые установки электростанций" по специальности "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели" / А. Д. Трухний, А. А. Романюк, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 40 с. - ISBN 5-903072-79-8 .;
3. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 584 с. - ISBN 5-903072-19-4 .;

4. Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / С. В. Цанев, и др. ; Ред. С. В. Цанев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 428 с. - ISBN 978-5-383-00504-0 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---------------|-------------------------------|-----------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Парогазовые установки

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 «Основы теории комбинированных и парогазовых циклов» (Коллоквиум)
- КМ-2 «Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки» (Коллоквиум)
- КМ-3 «Методы расчета тепловых схем парогазовых установок» (Коллоквиум)
- КМ-4 «ГТУ для парогазовых энергетических установок» (Коллоквиум)
- КМ-5 «Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ» (Коллоквиум)
- КМ-6 «Паровые турбины для утилизационных ПГУ» (Коллоквиум)
- КМ-7 «Компоновки парогазовых установок на электростанциях» (Коллоквиум)
- КМ-8 «Основы эксплуатации ПГУ» (Коллоквиум)
- КМ-9 «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей двухконтурной ПГУ»
(Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| 1 | Основы теории комбинированных и парогазовых циклов | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Основы теории комбинированных и парогазовых циклов | | + | | | | | | | | |
| 2 | Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Типы парогазовых установок, их преимущества и недостатки | | | + | + | | | | | | + |
| 3 | Методы расчета тепловых схем парогазовых установок | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Методы расчета тепловых схем парогазовых установок | | | + | + | | | | | | + |
| 4 | ГТУ для парогазовых энергетических установок | | | | | | | | | | |
| 4.1 | ГТУ для парогазовых энергетических | | | | | + | + | + | | | |

| | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | установок | | | | | | | | | |
| 5 | Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ | | | | | | | | | |
| 5.1 | Котлы-утилизаторы для утилизационных ПГУ | | | | + | + | + | | | |
| 6 | Паровые турбины для утилизационных ПГУ | | | | | | | | | |
| 6.1 | Паровые турбины для утилизационных ПГУ | | | | + | + | + | | | |
| 7 | Компоновки ПГУ на электростанциях | | | | | | | | | |
| 7.1 | Компоновки ПГУ на электростанциях | | | | | | | + | | + |
| 8 | Основы эксплуатации ПГУ | | | | | | | | | |
| 8.1 | Основы эксплуатации ПГУ | | | | | | | | + | + |
| Вес КМ, %: | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 60 |