

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОМБИНИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.03.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 7 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 7 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 77,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Расчетно-графическая работа Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Митрохова О.М. |
| | Идентификатор | R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867 |

О.М. Митрохова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Митрохова О.М. |
| | Идентификатор | R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867 |

О.М.
Митрохова

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Грибин В.Г. |
| | Идентификатор | R44612ca0-GribinVG-8231e2ff |

В.Г. Грибин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории комбинированных циклов с единых позиций и основ проектирования энергетических установок на базе паровых и газовых турбин

Задачи дисциплины

- изучение устройства, схем и принципов работы комбинированных установок;
- изучение закономерностей процессов, происходящих в комбинированных установках;
- овладение основами расчета тепловых процессов в парогазовых установках;
- изучение принципов проектирования парогазовых установок;
- изучение влияния различных факторов на технико-экономические показатели ПГУ-У;
- овладение основами технико-экономического обоснования при проектировании ПГУ-У;
- ознакомление с особенностями конструкций паровых турбин ПГУ-У;
- ознакомление с парогазовыми технологиями для модернизации ТЭС.

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 |
|---|---|--|
| РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-1 _{РПК-2} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности | знать: - тенденции развития парогазовых технологий в отечественной и зарубежной энергетике; - теоретические основы работы комбинированных установок. уметь: - рассчитывать тепловые процессы в элементах парогазовых установок. |
| РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-2 _{РПК-2} Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности | знать: - типы парогазовых установок и их основные характеристики; - устройство, схемы и принципы работы комбинированных установок. уметь: - объяснять физические принципы работы парогазовых установок. |
| РПК-2 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-3 _{РПК-2} Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа; - влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок. уметь: - рассчитывать тепловую схему парогазовой установки; - анализировать влияние различных факторов на технико-экономические |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|---|
| | | показатели парогазовых установок; - определять технико-экономические показатели парогазовых установок. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 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 4 зачетных единицы, 144 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 | Введение. Развитие энергетических технологий | 6 | 7 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка лекций, повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Термодинамические основы работы комбинированных установок»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 347-382 [2], стр. 367-352</p> | |
| 1.1 | Введение. Развитие энергетических технологий | 6 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | | |
| 2 | Теплосиловые циклы комбинированных установок | 12 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Термодинамические основы работы комбинированных установок»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 19-29 [3], 0 [4], 1</p> |
| 2.1 | Теплосиловые циклы комбинированных установок | 12 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| 3 | Типы парогазовых установок и их основные характеристики | 12 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| 3.1 | Типы парогазовых | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках работы необходимо приступить к выполнению пп. 1-2 индивидуального расчетного задания</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></p> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | установок и их основные характеристики | | | | | | | | | | | | Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 30-79 [5], стр. 1-6 |
| 4 | Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет | 52 | 12 | - | 18 | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 4.1 | Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет | 52 | 12 | - | 18 | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Повторение материала по разделу и подготовка к контрольной работе «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках работы необходимо выполнить пп. 1-2 индивидуального расчетного задания и приступить к выполнению пп. 3-5 индивидуального расчетного задания <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 107-149 [5], стр. 7-24 [6], стр. 271-359, 482-407 |
| 5 | Основное технологическое оборудование парогазовых установок | 16 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 5.1 | Основное технологическое оборудование парогазовых установок | 16 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках работы необходимо выполнить пп. 3-5 индивидуального расчетного задания <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 251-356, 357-488 [6], стр. 287-298 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------|--|----|---|----|---|---|---|-----|-----|------|------|--|
| 6 | Парогазовые технологии для модернизации ТЭС | 10 | | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к защите индивидуального расчетного задания, повторение материала по разделам и подготовка к тесту «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 42-48, 64-74, 79 [6], стр. 488-533</p> |
| 6.1 | Парогазовые технологии для модернизации ТЭС | 10 | | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | | 32 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 44 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | | 32 | - | 32 | 2 | - | - | 0.5 | | 77.5 | | |

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. Введение. Развитие энергетических технологий

1.1. Введение. Развитие энергетических технологий

Развитие энергетических технологий в мире и России. Использование газотурбинных и парогазовых установок в энергетике, их преимущества и недостатки в сравнении с другими источниками электроэнергии.

2. Теплосиловые циклы комбинированных установок

2.1. Теплосиловые циклы комбинированных установок

Понятие о комбинированном, бинарном и парогазовом циклах. Преимущества комбинированных термодинамических циклов. Вывод соотношения для КПД комбинированного и бинарного циклов. Коэффициент бинарности. Основная идея простейшего комбинированного (парогазового) цикла. Вывод соотношения для КПД парогазового цикла. Превращение теплоты в электроэнергию в утилизационной парогазовой установке (ПГУ-У). Особенности газотурбинного и паросилового циклов ПГУ.

3. Типы парогазовых установок и их основные характеристики

3.1. Типы парогазовых установок и их основные характеристики

Классификация парогазовых установок (ПГУ), их схемы и циклы. Техно-экономические показатели, преимущества, недостатки и области использования: утилизационных ПГУ, ПГУ с дожиганием; со сбросом отработавших газов ГТУ в топку котла; ПГУ с параллельной схемой; ПГУ с вытеснением паровой регенерации теплом газов ГТУ; ПГУ с высоконапорным парогенератором; ПГУ контактного типа.

4. Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет

4.1. Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет

Исходные данные и общий подход к расчету тепловой схемы утилизационной ПГУ. Тепловая схема и расчет одноконтурной ПГУ. Оптимизация показателей ПГУ утилизационного типа: варианты тепловой схемы ПГУ с одноконтурным котлом-утилизатором; оптимизация ГТУ в составе ПГУ; выбор параметров и оптимизация ПСУ. Многоконтурные ПГУ-У. Тепловая схема и расчет двухконтурной ПГУ: исходные данные; выбор опорных точек; расчет котла-утилизатора; выбор концепции паровой турбины и расчет процесса расширения в ней. Определение технико-экономических показателей ПТУ, ПСУ и ПГУ.

5. Основное технологическое оборудование парогазовых установок

5.1. Основное технологическое оборудование парогазовых установок

Современные энергетические ГТУ для утилизационных ПГУ отечественных и зарубежных производителей. Требования к котельной установке и котлам-утилизаторам ПГУ. Тепловые схемы котельных установок: схема с выделенным деаэратором; схема с интегрированным деаэратором; схема с деаэрацией в конденсаторе; схема с выделенным вакуумным деаэратором. Типы котлов-утилизаторов и их конструктивные особенности. Особенности паровых турбин утилизационных ПГУ. Примеры конструкций отечественных и зарубежных паровых турбин для ПГУ. Компонировки турбоагрегатов ПГУ-У (примеры ПГУ-400 Voghera Energia SpA, ПГУ-420 ТЭЦ-26).

6. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС

6.1. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС

Комбинированный блок с параллельной схемой (пример ТЭЦ “Altbach/Deizisau”). Сбросная схема ПГУ (пример ПГУ-420 Рязанской ГРЭС). Комбинированный блок с подогревом питательной воды. Полный перевод в ПГУ-У (пример ПГУ-800 Киришской ГРЭС).

3.3. Темы практических занятий

1. Сбросная схема ПГУ на примере ПГУ-420 Рязанской ГРЭС (1 час);
2. Конструкции паровых турбин К-110-6,5 ЛМЗ и Т-150-7,7 ЛМЗ (4 часа);
3. Расчет тепловой схемы двухконтурной ПГУ-У. Выбор концепции паровой турбины (6 часов);
4. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ-ТЭЦ с дожиганием: на утилизационном и комбинированных режимах (6 часов);
5. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ-У с питанием деаэратора от дополнительного испарителя (2 часа);
6. Расчет термодинамических процессов в элементах ПГУ (2 часа);
7. ПГУ с газопаровой турбиной на примере LM2500, LM2500+, LM6000 (2 часа);
8. ПГУ с высоконапорным парогенератором на примере ПГУ-200 Невинномысской ГРЭС (1 час);
9. ПГУ с дожиганием на примере ПГУ-115 МВт на базе Северо-Западной котельной г. Курска (1 час);
10. Превращение теплоты в электроэнергию в ПГУ-У (2 часа);
11. Расчет простейшей тепловой схемы одноконтурной ПГУ-У без подогрева и с подогревом основного конденсата (4 часа);
12. Полный перевод в ПГУ-У на примере ПГУ-800 Киришской ГРЭС (1 час).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

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 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| теоретические основы работы комбинированных установок | ИД-1 _{РПК-2} | | + | | | | | Тестирование/Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» |
| тенденции развития парогазовых технологий в отечественной и зарубежной энергетике | ИД-1 _{РПК-2} | + | | | | | | Тестирование/Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» |
| устройство, схемы и принципы работы комбинированных установок | ИД-2 _{РПК-2} | | | + | + | + | + | Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» |
| типы парогазовых установок и их основные характеристики | ИД-2 _{РПК-2} | | | + | | | | Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» |
| влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок | ИД-3 _{РПК-2} | | | | | + | | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» |
| основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа | ИД-3 _{РПК-2} | | | | | + | | Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» |

| Уметь: | | | | | | | |
|--|-----------|--|---|---|---|---|---|
| рассчитывать тепловые процессы в элементах парогазовых установок | ИД-1РПК-2 | | | | | + | <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p> |
| объяснять физические принципы работы парогазовых установок | ИД-2РПК-2 | | + | + | + | + | <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> |
| определять технико-экономические показатели парогазовых установок | ИД-3РПК-2 | | | | | + | <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p> <p>Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС»</p> |
| анализировать влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок | ИД-3РПК-2 | | | | | + | <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> |
| рассчитывать тепловую схему парогазовой установки | ИД-3РПК-2 | | | | | + | <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p> |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» (Тестирование)
2. Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Малышенко С.П.- "Основы современной энергетики в 2 т. Том 1. Современная теплоэнергетика", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016 - (512 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010433.html>;
2. Трухний А.Д.- "Парогазовые установки электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (675 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010570.html>;
3. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : Справочник / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 : 60.00 .;

4. Александров, А. А. h,s - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара") / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 1 с.;
5. Трухний, А. Д. Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа : Методическое пособие по курсу "Энергетические установки" по направлению "Энергомашиностроение" / А. Д. Трухний, С. В. Петрунин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 24 с.;
6. 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 ; Ред. С. В. Цанев . – 3-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2009 . – 584 с. - ISBN 978-5-383-00340-4 ..

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. SmathStudio.

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 |
|---|-------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-407, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, |

| | | |
|--|---|--|
| | | доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-407, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-415, Учебная аудитория | кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| | П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов | |
| Помещения для консультирования | П-34, Кабинет сотрудников каф. ПГТ | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, холодильник |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | П-42, Кафедральная библиотека | кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия |
| | П-05а, Лаборатория аэродинамики | |
| | П-03б, Подсобное помещение | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Комбинированные установки

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» (Тестирование)
 КМ-2 Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-3 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» (Контрольная работа)
 КМ-4 Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-5 Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-6 Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 7 | 9 | 11 | 15 | 16 |
| 1 | Введение. Развитие энергетических технологий | | | | | | | |
| 1.1 | Введение. Развитие энергетических технологий | | + | | | | | |
| 2 | Теплосиловые циклы комбинированных установок | | | | | | | |
| 2.1 | Теплосиловые циклы комбинированных установок | | + | | | | + | |
| 3 | Типы парогазовых установок и их основные характеристики | | | | | | | |
| 3.1 | Типы парогазовых установок и их основные характеристики | | | | | | + | + |
| 4 | Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет | | | | | | | |
| 4.1 | Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет | | | + | + | + | + | + |
| 5 | Основное технологическое оборудование парогазовых установок | | | | | | | |
| 5.1 | Основное технологическое оборудование парогазовых установок | | | | | | + | + |
| 6 | Парогазовые технологии для модернизации ТЭС | | | | | | | |
| 6.1 | Парогазовые технологии для модернизации ТЭС | | | | | | + | + |

| | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|
| Bec KM, %: | 5 | 25 | 20 | 15 | 25 | 10 |
|------------|---|----|----|----|----|----|