

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: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 4; 7 семестр - 2; всего - 6 |
| Часов (всего) по учебному плану: | 216 часов |
| Лекции | 6 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 6 семестр - 28 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 6 семестр - 2 часа; 7 семестр - 16 часов; всего - 18 часов |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 85,5 часа; 7 семестр - 51,7 часа; всего - 137,2 часа |
| в том числе на КП/КР | 7 семестр - 51,7 часа; |
| Иная контактная работа | 7 семестр - 4 часа; |
| включая: Контрольная работа Тестирование Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 6 семестр - 0,5 часа; |
| Защита курсового проекта | 7 семестр - 0,3 часа; всего - 0,8 часа |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Чусов С.И. |
| | Идентификатор | R4210572c-ChusovSI-7ebcd3e8 |

(подпись)

С.И. Чусов

(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 теории и методики расчётов тепловых процессов в турбинах тепловых и атомных электростанций и основ их конструирования

Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ тепловых процессов в паровых и газовых турбинах;
- освоение методик расчёта ступени паровой турбины и турбины в целом;
- овладение основами выбора схем и конструкций ПТУ, ГТУ и ПГУ, основами проектирования паровых турбин.

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-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает конструкцию элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - основы термодинамических процессов в турбинах различных типов и основы процессов в ступени турбины, причины потерь в ступени, конструкцию ступени и её КПД. уметь: - выполнять газодинамический и прочностной расчёт ступени паровой турбины, выбирать тип ступени и конструкцию лопаточных решёток. |
| ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-3 _{ПК-1} Выполняет расчёты элементов объектов профессиональной деятельности | знать: - основы процессов в паротурбинной установке, схемы и эффективность, принципы расчёта и основные элементы конструкции; - основы процессов в газотурбинной и парогазовой установках, их схемы и эффективность, принципы расчёта и основные элементы конструкции; - основы процессов в многоступенчатой паровой турбине, принципы её проектирования, подходы к выбору её основных параметров. уметь: - рассчитывать эффективность цикла ПТУ, разбираться в их схемах, оценивать влияние параметров пара на КПД цикла; - определять основные параметры ГТУ и ПГУ с КУ. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (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 6 зачетных единиц, 216 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 | Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин | 8 | 6 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Классификация турбин, их схемы, циклы и эффективность"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Классификация турбин, их схемы, циклы и эффективность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 14-42 [2], стр. 24-31</p> | |
| 1.1 | Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин. | 8 | | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | | |
| 2 | Основы расчёта и конструирования ступени турбины | 43 | | 10 | - | 11 | - | - | - | - | - | - | 22 | | - |
| 2.1 | Основы расчёта и конструирования ступени турбины | 43 | | 10 | - | 11 | - | - | - | - | - | - | 22 | | - |
| 3 | Основы расчёта и | 41 | | 9 | - | 11 | - | - | - | - | - | - | 21 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-----------|-------------|---|
| | проектирования многоступенчатой паровой турбины | | | | | | | | | | | | Повторение материала по разделу "Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины" |
| 3.1 | Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины | 41 | 9 | - | 11 | - | - | - | - | - | 21 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 143-189; 201-216; 239-290 [2], стр. 50-59; 65-132 [4], стр. 8-152 |
| 4 | Основы расчёта газотурбинных установок | 8 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы расчёта газотурбинных установок" |
| 4.1 | Основы расчёта газотурбинных установок | 8 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы расчёта газотурбинных установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 462-493; 532-557 |
| 5 | Основы расчёта парогазовых установок | 8 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы расчёта парогазовых установок" |
| 5.1 | Основы расчёта парогазовых установок | 8 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы расчёта парогазовых установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 494-513 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 28 | - | 28 | - | 2 | - | - | 0.5 | 52 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 28 | - | 28 | 2 | - | - | 0.5 | 85.5 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|---|-----------|---|-----------|-----------|---|----------|---|------------|--------------|---|--|
| | Курсовой проект (КП) | 72.0 | 7 | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 51.7 | - | |
| | Всего за семестр | 72.0 | | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 51.7 | - | |
| | Итого за семестр | 72.0 | | - | - | - | 16 | | 4 | | 0.3 | 51.7 | | |
| | ИТОГО | 216.0 | - | 28 | - | 28 | 18 | | 4 | | 0.8 | 137.2 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин

1.1. Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин.

Тепловая и атомная энергетика. Основные понятия и определения. Классификация турбомашин по различным признакам. Типы турбин, используемых на ТЭС и АЭС. Схемы и циклы турбинных установок ТЭС и АЭС. Термический КПД цикла на ТЭС и АЭС. Экономичность турбоустановки и энергоблока. Различные виды КПД ПТУ. Влияние начальных и конечных параметров пара на экономичность ПТУ. Промежуточный перегрев пара, регенеративный подогрев питательной воды.

2. Основы расчёта и конструирования ступени турбины

2.1. Основы расчёта и конструирования ступени турбины

Ступень турбины. Классификация и характеристики турбинных решёток. Сопловые и рабочие решётки. Геометрические характеристики и режимные параметры, аэродинамические характеристики. Процесс расширения пара в турбинной ступени в h - s диаграмме. Преобразование энергии в турбинной ступени. Усилия, действующие на рабочую лопатку. Кинематика потока в ступени. Степень реактивности ступени, конструкция активных и реактивных ступеней. Треугольники скоростей. Расчёт скоростей. Основные потери в турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД ступени. Зависимость относительного лопаточного КПД от $(u/cф)$. Оптимальное значение $(u/cф)$. Дополнительные потери в ступени. Относительный внутренний КПД ступени.

3. Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины

3.1. Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины

Многоступенчатые паровые турбины. Конструкции многоступенчатых паровых турбин ТЭС и АЭС. Необходимость применения, преимущества и недостатки. Выбор основных параметров. Рабочий процесс в многоступенчатой турбине. Изменение параметров пара вдоль проточной части турбины. Коэффициент возврата теплоты. Предельная мощность однопоточной турбины. Способы повышения единичной мощности турбины. Концевые уплотнения. Сопловое, дроссельное и обводное парораспределения. Регулирование мощности скользящим давлением. Осевые усилия и способы их уравнивания. Система расширения турбоагрегата.

4. Основы расчёта газотурбинных установок

4.1. Основы расчёта газотурбинных установок

Газотурбинные установки (ГТУ). Процессы в воздушном компрессоре, камере сгорания, газовой турбине. Основные показатели цикла ГТУ, внутренняя мощность ГТУ, эффективная мощность, КПД. Принципы расчёта ГТУ. Конструкция узлов и деталей ГТУ. Способы охлаждения элементов ГТУ.

5. Основы расчёта парогазовых установок

5.1. Основы расчёта парогазовых установок

Парогазовые установки (ПГУ). Различные схемы ПГУ, их эффективность, особенности применения. ПГУ с котлом-утилизатором (КУ). Схема, процесс в T - s диаграмме, КПД КУ. Влияние параметров ПТУ на экономичность ПГУ. Особенности конструкции паровых турбин для работы в составе ПГУ.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт термического КПД цикла ТЭС и АЭС. Расчёт абсолютного внутреннего КПД турбоустановки, относительного и абсолютного электрического КПД, мощности турбины и турбоустановки (2 часа);
2. Конструкция ступени турбины. Выбор сопловых и рабочих решёток (3 часа);
3. Построение h,s -диаграммы процесса в ступени. Расчёт и построение треугольников скоростей. Расчёт параметров ступени по уравнению энергии и h,s -диаграмме. Расчёт относительного лопаточного КПД ступени, работающей на перегретом паре (3 часа);
4. Методика газодинамического расчёта ступени ЦВД (4 часа);
5. Основы расчёта на прочность рабочих лопаток (на растяжение и изгиб) (2 часа);
6. Конструкция турбин ТЭС и АЭС: ЦВД, ЦСД, ЦНД, ротор, рабочие лопатки, корпус внешний и внутренний, обойма, диафрагма, сопловые лопатки, уплотнения диафрагменные, надбандажные и концевые; организация тепловых расширений статора (4 часа);
7. Разбиение теплоперепада нерегулируемых ступеней по отсекам, расчёт КПД отсека турбины и расхода пара через отсек (3 часа);
8. Расчёт числа нерегулируемых ступеней отсека ЦВД (3 часа);
9. Расчёт основных параметров газотурбинной установки (2 часа);
10. Расчёт основных параметров парогазовой установки (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 7 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Расчёт и проектирование ЦВД паровой турбины

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 - 6 | 7 - 8 | 9 - 10 | 11 - 12 | 13 - 15 | 16 | Зачетная |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|-----|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 5 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 5 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 5 | 20 | 30 | 45 | 55 | 70 | 95 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|--|
| 1 | Ознакомление с заданием на проект и методическими указаниями. Ознакомление с прототипом |
| 2 | Расчёт регулирующей ступени |
| 3 | Разбивка теплоперепада ЦВД по отсекам, расчёт КПД отсеков |
| 4 | Расчёт числа ступеней ЦВД |
| 5 | Расчёт последней ступени ЦВД |
| 6 | Выполнение чертежей последней ступени ЦВД |
| 7 | Выполнение чертежей продольного разреза ЦВД |

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| основы термодинамических процессов в турбинах различных типов и основы процессов в ступени турбины, причины потерь в ступени, конструкцию ступени и её КПД | ИД-2ПК-1 | | + | | | | Контрольная работа/«Расчёт и построение треугольников скоростей ступени» Расчетно-графическая работа/Типовой расчет «Расчёт ступени паровой турбины» |
| основы процессов в многоступенчатой паровой турбине, принципы её проектирования, подходы к выбору её основных параметров | ИД-3ПК-1 | | | + | | | Тестирование/«Расчёт и конструирование многоступенчатых паровых турбин» |
| основы процессов в газотурбинной и парогазовой установках, их схемы и эффективность, принципы расчёта и основные элементы конструкции | ИД-3ПК-1 | | | | + | + | Контрольная работа/«Расчёт ГТУ» Контрольная работа/«Расчёт ПГУ с КУ» |
| основы процессов в паротурбинной установке, схемы и эффективность, принципы расчёта и основные элементы конструкции | ИД-3ПК-1 | + | | | | | Контрольная работа/«Схемы и циклы ПТУ» |
| Уметь: | | | | | | | |
| выполнять газодинамический и прочностной расчёт ступени паровой турбины, выбирать тип ступени и конструкцию лопаточных решёток | ИД-2ПК-1 | | + | | | | Контрольная работа/«Расчёт и построение треугольников скоростей ступени» Расчетно-графическая работа/Типовой расчет «Расчёт ступени паровой турбины» |
| определять основные параметры ГТУ и ПГУ с КУ | ИД-3ПК-1 | | | | + | + | Контрольная работа/«Расчёт ГТУ» Контрольная работа/«Расчёт ПГУ с КУ» |

| | | | | | | | |
|--|-----------------|----------|--|--|--|--|---|
| <p>рассчитывать эффективность цикла ПТУ, разбираться в их схемах, оценивать влияние параметров пара на КПД цикла</p> | <p>ИД-3ПК-1</p> | <p>+</p> | | | | | <p>Контрольная работа/«Схемы и циклы ПТУ»</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

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. «Расчёт ГТУ» (Контрольная работа)
2. «Расчёт и конструирование многоступенчатых паровых турбин» (Тестирование)
3. «Расчёт и построение треугольников скоростей ступени» (Контрольная работа)
4. «Расчёт ПГУ с КУ» (Контрольная работа)
5. «Схемы и циклы ПТУ» (Контрольная работа)
6. Типовой расчет «Расчёт ступени паровой турбины» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Костюк А.Г. , Фролов В. В., Булкин А.Е. , Трухний А.Д. - "Паровые и газовые турбины для электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (557 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72260;
2. Трухний, А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов по направлению "Энергомашиностроение"; специальностям "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели", "Котло-и реакторостроение" направления "Энергомашиностроение"; специальностям "Тепловые электрические станции", "Промышленная теплоэнергетика" направления "Теплоэнергетика" / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин . – 2-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 540 с. - ISBN 5-903072-53-4 .;
3. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин. В 2 ч. Ч.1. Чертежи и конструкции = Atlas of Turbine Parts Design. Part 1. Drawings and designs : учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" : пер. с англ. / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, А. Н. Троицкий, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 152 с. - Часть книги на английском языке . - ISBN 978-5-383-00022-9 .;

4. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин. В 2 ч. Ч.2. Описания конструкций = Atlas of Turbine Parts Design. Part 2. Drawing Descriptions : учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" : пер. с англ. / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, А. Н. Троицкий, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 164 с. - Часть книги на английском языке . - ISBN 978-5-383-00107-3 ..

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 ВИНИТИ 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

Турбины тепловых и атомных электростанций

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 «Схемы и циклы ПТУ» (Контрольная работа)
- КМ-2 «Расчёт и построение треугольников скоростей ступени» (Контрольная работа)
- КМ-3 «Расчёт и конструирование многоступенчатых паровых турбин» (Тестирование)
- КМ-4 «Расчёт ГТУ» (Контрольная работа)
- КМ-5 «Расчёт ПГУ с КУ» (Контрольная работа)
- КМ-6 Типовой расчет «Расчёт ступени паровой турбины» (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 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 1 | Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин | | | | | | | |
| 1.1 | Схемы, циклы и эффективность ПТУ. Классификация турбин. | | + | | | | | |
| 2 | Основы расчёта и конструирования ступени турбины | | | | | | | |
| 2.1 | Основы расчёта и конструирования ступени турбины | | | + | | | | + |
| 3 | Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины | | | | | | | |
| 3.1 | Основы расчёта и проектирования многоступенчатой паровой турбины | | | | + | | | |
| 4 | Основы расчёта газотурбинных установок | | | | | | | |
| 4.1 | Основы расчёта газотурбинных установок | | | | | + | + | |
| 5 | Основы расчёта парогазовых установок | | | | | | | |
| 5.1 | Основы расчёта парогазовых установок | | | | | + | + | |
| Вес КМ, %: | | | 15 | 20 | 20 | 10 | 10 | 25 |

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

Вид промежуточной аттестации – .

| Номер | Раздел дисциплины | Индекс |
|-------|-------------------|--------|
|-------|-------------------|--------|

| | | |
|---------|--|---------------|
| раздела | | КМ: |
| | | Неделя КМ: |
| | | Вес КМ, %: |

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

Турбины тепловых и атомных электростанций

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Предоставление правильно выполненного расчёта регулирующей ступени
- КМ-3 Предоставление правильно выполненной разбивки теплоперепада ЦВД по отсекам, расчёта КПД отсеков
- КМ-4 Предоставление правильно выполненного расчёта числа ступеней ЦВД
- КМ-5 Предоставление правильно выполненного расчёта последней ступени ЦВД
- КМ-6 Предоставление правильно выполненного чертежа последней ступени ЦВД
- КМ-7 Предоставление правильно выполненного чертежа продольного разреза ЦВД
- КМ-8 Соблюдение графика выполнения КП и качество оформления расчетно-пояснительной записки и графического материала

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 16 |
| 1 | Ознакомление с заданием на проект и методическими указаниями. Ознакомление с прототипом | | + | | | | | | | |
| 2 | Расчёт регулирующей ступени | | | + | | | | | | |
| 3 | Разбивка теплоперепада ЦВД по отсекам, расчёт КПД отсеков | | | | + | | | | | |
| 4 | Расчёт числа ступеней ЦВД | | | | | + | | | | |
| 5 | Расчёт последней ступени ЦВД | | | | | | + | | | |
| 6 | Выполнение чертежей последней ступени ЦВД | | | | | | | + | | |
| 7 | Выполнение чертежей продольного разреза ЦВД | | | | | | | | + | |
| 8 | Оформление расчетно-пояснительной записки и графического материала | | | | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 5 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 5 |