

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
ПАРОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ**

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.01.08 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 2; 6 семестр - 3; всего - 5 |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов |
| Практические занятия | 5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 6 семестр - 14 часов; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 39,7 часа; 6 семестр - 61,4 часа; всего - 101,1 часа |
| в том числе на КП/КР | 6 семестр - 17,7 часов; |
| Иная контактная работа | 6 семестр - 4 часа; |
| включая: Тестирование Контрольная работа Проверочная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 5 семестр - 0,3 часа; |
| Защита курсовой работы | 6 семестр - 0,3 часа; |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |
| | всего - 0,9 часа |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Тищенко В.А. |
| | Идентификатор | R4ea77783-TishchenkoVA-c16aae6 |

(подпись)

В.А. Тищенко

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рогалев А.Н. |
| | Идентификатор | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рогалев А.Н. |
| | Идентификатор | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение теории процессов в энергетических турбомашинах тепловых и атомных электростанций с приобретением практики их расчетов и проектирования, развитием понимания взаимосвязи работы паровых и газовых турбин с технологическими процессами в оборудовании тепловых схем энергоблоков разного назначения

Задачи дисциплины

- изучение физико-математические моделей тепловых, аэродинамических и механических процессов в проточной части паровых и газовых турбин ТЭС и АЭС;
- освоение методик расчета и проектирования энергетических турбин, а также приобретение навыков их выбора в соответствии с заданными условиями;
- освоение методик и правил оценки надежности основных элементов турбин;
- изучение конструкций энергетических турбомашин.

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 участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники | ИД-ЗПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- типы и маркировки энергетических турбин, особенности тепловых схем и компоновки для современных энергоблоков ТЭС и АЭС;- методики теплового и аэродинамического расчетов проточной части паровых турбин;- влияние параметров работы ГТУ на термодинамические характеристики ее цикла;- основные особенности конструкций паровых турбомашин;- методики теплового и аэродинамического расчетов проточной части энергетических ГТУ. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- выполнять оценки надежности и экономичности турбинных ступеней;- проводить термодинамический анализ рабочих процессов в энергетических ГТУ для определения параметров их работы и эффективности;- проводить термодинамический анализ рабочих процессов в паровых турбинах для определения параметров их работы и тепловой эффективности;- проводить расчеты проточной части паровых турбин. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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 | Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин. | 13.7 | 5 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 9.7 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 12-38 [6], 9-39</p> |
| 1.1 | Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин. | 13.7 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 9.7 | - | |
| 2 | Ступень турбины | 26 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 14 | - | |
| 2.1 | Ступень турбины | 26 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 14 | - | |
| 3 | Многоступенчатые турбомашин | 32 | | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | |
| 3.1 | Многоступенчатые турбомашин | 32 | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 143-157</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------|---|-----------|---|-----------|-----------|---|----------|---|------------|--------------|---|--|
| Зачет с оценкой | 0.3 | | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| Курсовая работа (КР) | 36.0 | | - | - | - | 14 | - | 4 | - | 0.3 | 17.7 | - | |
| Всего за семестр | 108.0 | | 14 | - | 14 | 14 | - | 4 | - | 0.6 | 61.4 | - | |
| Итого за семестр | 108.0 | | 14 | - | 14 | 14 | | 4 | | 0.6 | 61.4 | | |
| ИТОГО | 180.0 | - | 30 | - | 30 | 14 | | 4 | | 0.9 | 101.1 | | |

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. Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин.

1.1. Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин.

Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и АЭС и основные сведения об их конструкциях; историческая справка о развитии теплоэнергетики и турбостроения. Особенности тепловых схем паротурбинных установок ТЭС и АЭС: место паровой турбины в термодинамическом цикле; показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок; особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС и АЭС и влияние основных параметров пара на их эффективность; реализация промежуточного перегрева пара и регенеративного подогрева питательной воды в турбоагрегатах..

2. Ступень турбины

2.1. Ступень турбины

Принцип преобразования энергии рабочего тела, термодинамический процесс движения рабочего тела, треугольники скоростей, удельная полезная работа и мощность, сопловая и рабочая решетки, дополнительные потери, основные компоненты ступени, экономические характеристики. Условия надежности работы ступеней..

3. Многоступенчатые турбомашинны

3.1. Многоступенчатые турбомашинны

Предельная мощность однопоточной турбины. Лопатки последних ступеней паровых турбин. Компоновка паровых турбин, цилиндры. Активное и реактивное облопачивание. Элементы проточной части паровой турбины. Конструктивные особенности различных типов паровых турбин. Основные расчеты при проектировании многоцилиндровой паровой турбины: расчет числа ступеней и распределение теплоперепадов; выбор конструкции роторов ЦВД, ЦСД и ЦНД турбин и их уплотнений; примеры исполнения турбин ТЭС и АЭС..

4. ГТУ

4.1. ГТУ

Энергетические газотурбинные установки: общие сведения об энергетических ГТУ и примеры их исполнения; термодинамический цикл и схемы ГТУ; показатели экономичности ГТУ и способы их повышения; применение ГТУ в тепловых электростанциях; применение ГТУ на базе авиационных двигателей.

5. Характеристики элементов ГТУ

5.1. Характеристики элементов ГТУ

Компрессор, камера сгорания, турбина. Влияние параметров работы ГТУ на ее характеристики..

6. Компрессор

6.1. Компрессор

Конструкция осевого компрессора; процессы в проточной части компрессорных ступеней и оценки их числа; режимы работы и характеристики осевых компрессоров ГТУ; явление помпажа.

7. Газовая турбина

7.1. Газовая турбина

Процесс расширения в газовой турбине и выбор числа ее ступеней; особенности турбинных ступеней газовой турбины; методика расчета проточной части; системы охлаждения газовых турбин.

3.3. Темы практических занятий

1. Турбинная ступень и ее параметры. Процесс расширения в турбинной ступени. Расчет треугольников скоростей (2 часа);
2. Расчет дополнительных потерь ступени. Внутренний относительный КПД (2 часа);
3. Методика теплового расчета турбинной ступени (2 часа);
4. Предельная мощность паровых турбин. (2 часа);
5. Расчет числа ступеней и размеров последней ступени ЦНД (2 часа);
6. Расчет числа ступеней проточной части ЦВД (2 часа);
7. Термодинамический цикл ГТУ (2 часа);
8. Влияние параметров работы ГТУ на показатели эффективности (4 часа);
9. Расчет проточной части компрессора (2 часа);
10. Расчет ступени компрессора (2 часа);
11. Расчет проточной части газовой турбины (2 часа);
12. Расчет ступени газовой турбины (2 часа);
13. Определение числа ЦНД. Расчеты статической прочности рабочих лопаток и осевых нагрузок (2 часа);
14. Показатели тепловой экономичности турбоустановок ТЭС и АЭС (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

6 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 10 | 11 - 13 | 14 | Зачетная |
|---|-------|-------|--------|---------|-----|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 15 | 20 | 40 | 20 | 5 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 15 | 35 | 75 | 95 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|--------------------------|
|---------------|--------------------------|

| | |
|---|---|
| 1 | Расчет тепловой схемы.Определение расходов пара в голову турбины и в конденсатор |
| 2 | Расчет регулирующей ступени.Расчет числа ступеней ЦВД и выбор компоновки его проточной части |
| 3 | Расчет последней ступени ЦВД. Прочностные расчеты (лопатка и диск последней ступени ЦВД). Оценка вибрационной надежности пакета рабочих лопаток последней ступени ЦВД по возмущающим силам I рода (с построением вибрационной диаграммы) и II рода. Определение критических частот вращения ротора ЦВД турбины |
| 4 | Проектирование ЦВД паровой турбины с вычерчиванием в масштабе 1:10:1 совмещенного чертежа продольного разреза (верхняя часть) и внешнего вида (нижняя часть);2) совмещенного чертежа поперечных разрезов по передней опоре и по паровпуску. Подготовка выносок чертежей узлов и элементов паровой турбины (не менее 3) по указанию преподавателя. Выбор материалов основных элементов паровой турбины |
| 5 | Оформление РПЗ |

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 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | |
| методики теплового и аэродинамического расчетов проточной части энергетических ГТУ | ИД-3ПК-1 | | | | | | | + | + | Тестирование/Тест "Газовые турбины в составе ГТУ" |
| основные особенности конструкций паровых турбомашин | ИД-3ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Тест "Основы проектирования многоступенчатых турбин" |
| влияние параметров работы ГТУ на термодинамические характеристики ее цикла | ИД-3ПК-1 | | | | + | + | | | | Проверочная работа/Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ |
| методики теплового и аэродинамического расчетов проточной части паровых турбин | ИД-3ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Тест "Основы проектирования многоступенчатых турбин" |
| типы и маркировки энергетических турбин, особенности тепловых схем и компоновки для современных энергоблоков ТЭС и АЭС | ИД-3ПК-1 | + | | | | | | | | Тестирование/Тест "Термодинамические процессы в турбомашинах" |
| Уметь: | | | | | | | | | | |
| проводить расчеты проточной части паровых турбин | ИД-3ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа "Характеристики проточных частей турбомашин" |
| проводить термодинамический анализ рабочих процессов в паровых турбинах для определения параметров их работы и тепловой эффективности | ИД-3ПК-1 | | | + | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа "Тепловой цикл паротурбинной установки и показатели ее экономичности. Тепловой и аэродинамический расчет характеристик турбинной ступени" |
| проводить термодинамический анализ рабочих процессов в энергетических ГТУ для определения параметров их работы и эффективности | ИД-3ПК-1 | | | | | | | + | + | Контрольная работа/Контрольная работа "Осевые компрессоры" Контрольная работа/Контрольная работа "Энергетические ГТУ" |

| | | | | | | | | | |
|--|----------|--|---|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | | | | | Проверочная работа/Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ |
| выполнять оценки надежности и экономичности турбинных ступеней | ИД-3ПК-1 | | + | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа "Тепловой цикл паротурбинной установки и показатели ее экономичности. Тепловой и аэродинамический расчет характеристик турбинной ступени" |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Тепловой цикл паротурбинной установки и показатели ее экономичности. Тепловой и аэродинамический расчет характеристик турбинной ступени" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Характеристики проточных частей турбомашин" (Контрольная работа)
3. Тест "Основы проектирования многоступенчатых турбин" (Контрольная работа)
4. Тест "Термодинамические процессы в турбомашинах" (Тестирование)

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Осевые компрессоры" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Энергетические ГТУ" (Контрольная работа)
3. Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ (Проверочная работа)
4. Тест "Газовые турбины в составе ГТУ" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Курсовая работа (КР) (Семестр №6)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки за защиту в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Зачет с оценкой (Семестр №6)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости 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. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика и теплотехника", "Энергетическое

- машиностроение" / А. Г. Костюк, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний ; ред. А. Д. Трухний . – М. : Издательский дом МЭИ, 2018 . – 688 с. - ISBN 978-5-383-01057-0 .;
2. Трухний, А. Д. Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов / А. Д. Трухний . – 2-е изд . – М. : Издательский дом МЭИ, 2016 . – 667 с. - ISBN 978-5-383-01046-4 .;
3. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин : Учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, С. В. Петрунин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 2-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 148 с. - ISBN 5-7046-0451-X .;
4. Трухний, А. Д. Стационарные паровые турбины / А. Д. Трухний . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 640 с. - ISBN 5-283-00069-9 .;
5. Цанев С.В. , Буров В.Д. , Земцов А. С., Осыка А. С.- "Газотурбинные энергетические установки", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (428 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72219;
6. 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.

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. Python;
6. SmathStudio;
7. 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 |
|---|-------------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Г-419, Учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Б-102, Кабинет сотрудников | стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | А-06а/2, Склад кафедры ТМ | вешалка для одежды |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Паровые и газовые турбины

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест "Термодинамические процессы в турбомашинах" (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа "Тепловой цикл паротурбинной установки и показатели ее экономичности. Тепловой и аэродинамический расчет характеристик турбинной ступени" (Контрольная работа)
- КМ-3 Тест "Основы проектирования многоступенчатых турбин" (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа "Характеристики проточных частей турбомашин" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 10 | 13 |
| 1 | Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин. | | | | | |
| 1.1 | Современная энергетика. Термодинамические циклы электростанций. Типы турбин. | | + | | | |
| 2 | Ступень турбины | | | | | |
| 2.1 | Ступень турбины | | | + | | |
| 3 | Многоступенчатые турбомашины | | | | | |
| 3.1 | Многоступенчатые турбомашины | | | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 30 | 20 | 30 |

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ (Проверочная работа)
- КМ-6 Контрольная работа "Осевые компрессоры" (Контрольная работа)
- КМ-7 Тест "Газовые турбины в составе ГТУ" (Тестирование)
- КМ-8 Контрольная работа "Энергетические ГТУ" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|-------------------|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 10 | 13 |
| | | | | | | |

| | | | | | |
|------------|------------------------------|----|----|----|----|
| 1 | ГТУ | | | | |
| 1.1 | ГТУ | + | | | |
| 2 | Характеристики элементов ГТУ | | | | |
| 2.1 | Характеристики элементов ГТУ | + | | | |
| 3 | Компрессор | | | | |
| 3.1 | Компрессор | + | + | + | + |
| 4 | Газовая турбина | | | | |
| 4.1 | Газовая турбина | + | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | 20 | 30 | 20 | 30 |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Паровые и газовые турбины

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-2 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-3 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-4 Проверка чертежа
- КМ-5 Проверка оформления РПЗ

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 6 | 10 | 13 | 14 |
| 1 | Расчет тепловой схемы.Определение расходов пара в голову турбины и в конденсатор | | + | | | | |
| 2 | Расчет регулирующей ступени.Расчет числа ступеней ЦВД и выбор компоновки его проточной части | | | + | | | |
| 3 | Расчет последней ступени ЦВД. Прочностные расчеты (лопатка и диск последней ступени ЦВД). Оценка вибрационной надежности пакета рабочих лопаток последней ступени ЦВД по возмущающим силам I рода (с построением вибрационной диаграммы) и II рода. Определение критических частот вращения ротора ЦВД турбины | | | | + | | |
| 4 | Проектирование ЦВД паровой турбины с вычерчиванием в масштабе 1:10:1 совмещенного чертежа продольного разреза (верхняя часть) и внешнего вида (нижняя часть);2) совмещенного чертежа поперечных разрезов по передней опоре и по паровпуску. Подготовка выносок чертежей узлов и элементов паровой турбины (не менее 3) по указанию преподавателя. Выбор материалов основных элементов паровой турбины | | | | | + | |
| 5 | Оформление РПЗ | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 15 | 20 | 40 | 20 | 5 |