

**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: Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТУРБИНЫ И ДВИГАТЕЛИ**

|                                          |                                                                        |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                                    |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>        |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.06.06</b>                                                      |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | 7 семестр - 4;<br>8 семестр - 5;<br>всего - 9                          |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | 324 часа                                                               |
| <b>Лекции</b>                            | 7 семестр - 32 часа;<br>8 семестр - 28 часа;<br>всего - 60 часов       |
| <b>Практические занятия</b>              | 7 семестр - 32 часа;<br>8 семестр - 28 часа;<br>всего - 60 часов       |
| <b>Лабораторные работы</b>               | не предусмотрено учебным планом                                        |
| <b>Консультации</b>                      | 7 семестр - 2 часа;<br>8 семестр - 30 часов;<br>всего - 32 часа        |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | 7 семестр - 77,5 часа;<br>8 семестр - 89,2 часа;<br>всего - 166,7 часа |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | не предусмотрено учебным планом                                        |
| <b>Иная контактная работа</b>            | 8 семестр - 4 часа;                                                    |
| <b>включая:</b>                          |                                                                        |
| <b>Контрольная работа</b>                |                                                                        |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |                                                                        |
| Экзамен                                  | 7 семестр - 0,5 часа;                                                  |
| Защита курсового проекта                 | 8 семестр - 0,3 часа;                                                  |
| Экзамен                                  | 8 семестр - 0,5 часа;                                                  |
|                                          | всего - 1,3 часа                                                       |

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

---

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Осипов С.К.                 |
|  | Идентификатор                                      | R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91 |

С.К. Осипов

---

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

---

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Киндра В.О.                 |
|  | Идентификатор                                      | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О. Киндра

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

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

А.Н. Рогалев

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование системы профессиональных знаний и практических навыков в области теории, расчета и проектирования воздушно-реактивных двигателей и энергоустановок.

### **Задачи дисциплины**

- изучение конструкций газовых турбин энергетических установок и воздушно-реактивных двигателей;
- изучение методик проекторочных расчетов основных узлов воздушно-реактивных двигателей и энергетических установок;
- выявление и систематизация основных принципов проектирования узлов и агрегатов энергетических установок и двигателей;
- формирование системы научно-практических знаний о методах, законах и основных тенденциях расчета и проектирования.

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 проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники         | знать:<br>- знать конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ;<br>- принципы конструирования основных узлов и деталей ГТД и ГТУ.<br><br>уметь:<br>- проводить гидравлический расчет ТРД и ГТУ;<br>- проводить энергетический расчет ТРД и ГТУ. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники | знать:<br>- знать характеристики и конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ.<br><br>уметь:<br>- уметь проводить анализ и выбор и согласование параметров основных узлов ГТД и ГТУ.                                                          |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий | ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники               | знать:<br>- методы расчета основных узлов и деталей ГТД и ГТУ.<br><br>уметь:<br>- уметь проводить анализ параметров основных узлов ГТД и ГТУ.                                                                                           |

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности (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 9 зачетных единиц, 324 часа.

| №<br>п/п | Разделы/темы<br>дисциплины/формы<br>промежуточной<br>аттестации                                                | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                                                                                                                              | Содержание самостоятельной работы/<br>методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------|---|-----|----|----|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                |                          |         | Контактная работа                                                    |     |    |              |   |     |    | СР |                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|          |                                                                                                                |                          |         | Лек                                                                  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в<br>семестре | Подготовка к<br>аттестации<br>/контроль                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| КПР      | ГК                                                                                                             | ИККП                     | ТК      |                                                                      |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1        | 2                                                                                                              | 3                        | 4       | 5                                                                    | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                   | 14                                                                                                                                           | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1        | Схемы и циклы ТРД и ГТУ                                                                                        | 23                       | 7       | 7                                                                    | -   | 7  | -            | - | -   | -  | -  | 9                    | -                                                                                                                                            | <b><u>Самостоятельное изучение<br/>теоретического материала:</u></b> Изучение<br>дополнительного материала по разделу<br>"Схемы и циклы ТРД и ГТУ"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Схемы и<br>циклы ТРД и ГТУ" подготовка к<br>выполнению заданий на практических<br>занятиях<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Схемы и<br>циклы ТРД и ГТУ"<br><b><u>Изучение материалов литературных<br/>источников:</u></b><br><br>[1], 135-260 |
| 1.1      | Классификация<br>авиационных<br>двигателей и<br>энергетических<br>установок                                    | 6                        |         | 2                                                                    | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 2                    | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.2      | Принцип работы<br>газотурбинных<br>реактивных<br>двигателей и их<br>основных элементов                         | 6                        |         | 2                                                                    | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 2                    | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.3      | Принципиальные<br>схемы и циклы ГТУ                                                                            | 4                        |         | 1                                                                    | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 2                    | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.4      | Параметры,<br>определяющие<br>совершенство ГТД и<br>ГТУ                                                        | 4                        |         | 1                                                                    | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 2                    | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.5      | Термогазодинамическ<br>ий расчет ГТД и<br>зависимость удельных<br>параметров от<br>параметров рабочего<br>тела | 3                        |         | 1                                                                    | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 1                    | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2        | Лопаточные машины                                                                                              | 29                       |         | 9                                                                    | -   | 9  | -            | - | -   | -  | -  | 11                   | -                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.1      | Назначение и<br>принцип действия<br>лопаточных машин                                                           | 6                        | 2       | -                                                                    | 2   | -  | -            | - | -   | -  | 2  | -                    | <b><u>Самостоятельное изучение<br/>теоретического материала:</u></b> Изучение<br>дополнительного материала по разделу<br>"Лопаточные машины" |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|     |                                                                         |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2 | Модель рабочего тела и течений в лопаточных машинах                     | 6  |  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2  | - | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 38-97                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.3 | Основные уравнения теории лопаточных машин                              | 4  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.4 | Формы учета потерь в лопаточных машинах ВРД и связь между ними          | 4  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.5 | Изменение параметров по радиусу и закрутка лопаток осевых компрессоров  | 3  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 1  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.6 | Применение теории подобия для построения характеристик лопаточных машин | 3  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 1  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.7 | Пути совершенствования лопаточных машин                                 | 3  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 1  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3   | Осевые и центробежные компрессоры                                       | 28 |  | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Осевые и центробежные компрессоры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Осевые и центробежные компрессоры"<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Осевые и центробежные компрессоры"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 24-83 |
| 3.1 | Элементарная ступень осевого компрессора                                | 6  |  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.2 | Окружная скорость и коэффициент полезного действия                      | 6  |  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.3 | Характеристики многоступенчатых компрессоров                            | 4  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.4 | Расчет осевых компрессоров                                              | 4  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.5 | Конструкция многоступенчатых осевых компрессоров                        | 4  |  | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|     |                                                                        |       |   |    |   |    |   |   |   |   |     |      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.6 | Центробежные компрессоры                                               | 4     |   | 1  | - | 1  | - | - | - | - | -   | 2    | -  | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Газовые турбины"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Газовые турбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[4], 42-98 |      |
| 4   | Газовые турбины                                                        | 28    |   | 8  | - | 8  | - | - | - | - | -   | -    | 12 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.1 | Элементарная ступень турбины                                           | 6     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.2 | Выбор схемы проточной части турбины и расчете ее основных размеров     | 6     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.3 | Газодинамический расчет ступени турбины                                | 4     |   | 1  | - | 1  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.4 | Профилирование лопаток турбины                                         | 4     |   | 1  | - | 1  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.5 | Основные особенности и порядок расчета многоступенчатых газовых турбин | 4     |   | 1  | - | 1  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 4.6 | Конструкция многоступенчатой газовой турбины                           | 4     |   | 1  | - | 1  | - | - | - | - | -   | -    | 2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
|     | 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 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
| 5   | Камеры сгорания ТРД и ГТУ                                              | 40    | 8 | 10 | - | 10 | - | - | - | - | -   | 20   | -  | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Камеры сгорания ТРД и ГТУ"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[5], 12-108                                                                                                                         |      |
| 5.1 | Основные элементы и их назначение                                      | 8     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 4  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 5.2 | Основные характеристики камер сгорания                                 | 8     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 4  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 5.3 | Конструктивное исполнение основных элементов камер сгорания            | 8     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 4  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |
| 5.4 | Расчет основных параметров камер                                       | 8     |   | 2  | - | 2  | - | - | - | - | -   | -    | 4  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -    |

|     |                                                                         |      |    |   |    |    |   |   |   |     |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|------|----|---|----|----|---|---|---|-----|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | сгорания                                                                |      |    |   |    |    |   |   |   |     |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.5 | Конструкции мало эмиссионных камер сгорания                             | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6   | Системы охлаждения ТРД и ГТУ                                            | 32   | 8  | - | 8  | -  | - | - | - | -   | 16   | -    | <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы охлаждения ТРД и ГТУ"<br><u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u> Повторение материала по разделу "Системы охлаждения ТРД и ГТУ"<br><u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u><br>[6], 237-345                                                                                    |
| 6.1 | Системы охлаждения турбореактивных двигателей и газотурбинных установок | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.2 | Основы рациональной организации охлаждения камер сгорания               | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.3 | Системы и схемы охлаждения газовой турбины и ее деталей                 | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.4 | Системы охлаждения рабочих и сопловых лопаток газовых турбин            | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7   | Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ                                | 39.7 | 10 | - | 10 | -  | - | - | - | -   | 19.7 | -    | <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ"<br><u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ" подготовки к выполнению заданий на практических занятиях<br><u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u><br>[1], 255-259 |
| 7.1 | Высотно-скоростные характеристики ТРД                                   | 7.7  | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 3.7  | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7.2 | Частичные нагрузки газотурбинных установок                              | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7.3 | Статические характеристики ГТУ                                          | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7.4 | Регулирование ГТУ                                                       | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7.5 | Основные элементы систем автоматического регулирования                  | 8    | 2  | - | 2  | -  | - | - | - | -   | 4    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|     | Экзамен                                                                 | 36.0 | -  | - | -  | -  | 2 | - | - | 0.5 | -    | 33.5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|     | Курсовой проект (КП)                                                    | 32.3 | -  | - | -  | 28 | - | 4 | - | 0.3 | -    | -    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                  |       |   |    |   |    |    |   |   |   |     |       |      |  |
|--|------------------|-------|---|----|---|----|----|---|---|---|-----|-------|------|--|
|  | Всего за семестр | 180.0 |   | 28 | - | 28 | 28 | 2 | 4 | - | 0.8 | 55.7  | 33.5 |  |
|  | Итого за семестр | 180.0 |   | 28 | - | 28 | 30 |   | 4 |   | 0.8 | 89.2  |      |  |
|  | ИТОГО            | 324.0 | - | 60 | - | 60 | 32 |   | 4 |   | 1.3 | 166.7 |      |  |

**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. Схемы и циклы ТРД и ГТУ

1.1. Классификация авиационных двигателей и энергетических установок  
Классификация авиационных двигателей и энергетических установок.

1.2. Принцип работы газотурбинных реактивных двигателей и их основных элементов  
Принцип работы газотурбинных реактивных двигателей и их основных элементов.

1.3. Принципиальные схемы и циклы ГТУ  
Принципиальные схемы и циклы ГТУ.

1.4. Параметры, определяющие совершенство ГТД и ГТУ  
Параметры, определяющие совершенство ГТД и ГТУ.

1.5. Термогазодинамический расчет ГТД и зависимость удельных параметров от параметров рабочего тела

Термогазодинамический расчет ГТД и зависимость удельных параметров от параметров рабочего тела.

#### 2. Лопаточные машины

2.1. Назначение и принцип действия лопаточных машин  
Назначение и принцип действия лопаточных машин.

2.2. Модель рабочего тела и течений в лопаточных машинах  
Модель рабочего тела и течений в лопаточных машинах.

2.3. Основные уравнения теории лопаточных машин  
Основные уравнения теории лопаточных машин.

2.4. Формы учета потерь в лопаточных машинах ВРД и связь между ними  
Формы учета потерь в лопаточных машинах ВРД и связь между ними.

2.5. Изменение параметров по радиусу и закрутка лопаток осевых компрессоров  
Изменение параметров по радиусу и закрутка лопаток осевых компрессоров.

2.6. Применение теории подобия для построения характеристик лопаточных машин  
Применение теории подобия для построения характеристик лопаточных машин.

2.7. Пути совершенствования лопаточных машин  
Пути совершенствования лопаточных машин.

#### 3. Осевые и центробежные компрессоры

3.1. Элементарная ступень осевого компрессора  
Элементарная ступень осевого компрессора. Основные параметры элементарной ступени компрессора. Теоретический напор.

### 3.2. Окружная скорость и коэффициент полезного действия

Окружная скорость и коэффициент полезного действия. Геометрические параметры решеток профилей.

### 3.3. Характеристики многоступенчатых компрессоров

Характеристики многоступенчатых компрессоров.

### 3.4. Расчет осевых компрессоров

Расчет осевых компрессоров. Метод полного моделирования.

### 3.5. Конструкция многоступенчатых осевых компрессоров

Конструкция многоступенчатых осевых компрессоров.

### 3.6. Центробежные компрессоры

Центробежные компрессоры. Характеристики..

## 4. Газовые турбины

### 4.1. Элементарная ступень турбины

Элементарная ступень турбины. Потери в турбине и их оценка. КПД турбины. Степень реактивности ступени турбины.

### 4.2. Выбор схемы проточной части турбины и расчете ее основных размеров

Выбор схемы проточной части турбины и расчете ее основных размеров.

### 4.3. Газодинамический расчет ступени турбины

Газодинамический расчет ступени турбины.

### 4.4. Профилирование лопаток турбины

Профилирование лопаток турбины.

### 4.5. Основные особенности и порядок расчета многоступенчатых газовых турбин

Основные особенности и порядок расчета многоступенчатых газовых турбин.

### 4.6. Конструкция многоступенчатой газовой турбины

Конструкция многоступенчатой газовой турбины.

## 5. Камеры сгорания ТРД и ГТУ

### 5.1. Основные элементы и их назначение

Основные элементы и их назначение. Классификация камер сгорания.

### 5.2. Основные характеристики камер сгорания

Основные характеристики камер сгорания.

### 5.3. Конструктивное исполнение основных элементов камер сгорания

Конструктивное исполнение основных элементов камер сгорания.

#### 5.4. Расчет основных параметров камер сгорания

Расчет основных параметров камер сгорания.

#### 5.5. Конструкции мало эмиссионных камер сгорания

Конструкции мало эмиссионных камер сгорания.

### 6. Системы охлаждения ТРД и ГТУ

#### 6.1. Системы охлаждения турбореактивных двигателей и газотурбинных установок

Системы охлаждения турбореактивных двигателей и газотурбинных установок.

#### 6.2. Основы рациональной организации охлаждения камер сгорания

Основы рациональной организации охлаждения камер сгорания. Способы охлаждения жаровых и плазменных труб и оценка их эффективности. Выбор схем охлаждения плазменной трубы при заданных ограничениях по температуре металла.

#### 6.3. Системы и схемы охлаждения газовой турбины и ее деталей

Системы и схемы охлаждения газовой турбины и ее деталей. Потери связанные с системой охлаждения. Охлаждение дисков рабочих колес и подшипников.

#### 6.4. Системы охлаждения рабочих и сопловых лопаток газовых турбин

Системы охлаждения рабочих и сопловых лопаток газовых турбин. Принципы проектирования системы охлаждения. Методики расчета тепловых и гидравлических характеристик для определения запасов прочности.

### 7. Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ

#### 7.1. Высотно-скоростные характеристики ТРД

Высотно-скоростные характеристики ТРД.

#### 7.2. Частичные нагрузки газотурбинных установок

Частичные нагрузки газотурбинных установок. Расчет многоступенчатой турбины на переходных режимах. Согласование работы элементов ГТУ.

#### 7.3. Статические характеристики ГТУ

Статические характеристики ГТУ. Влияние параметров наружного воздуха на характеристики ГТУ.

#### 7.4. Регулирование ГТУ

Регулирование ГТУ. Динамические характеристики ГТУ.

#### 7.5. Основные элементы систем автоматического регулирования

Основные элементы систем автоматического регулирования. Запуск ГТУ, приемистость и останов ГТУ..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Термодинамические потери и коэффициенты полезного действия в лопаточных машинах;
2. Расчет высотно-скоростные характеристики ТРД;

3. Газодинамический расчет осевого компрессора;
4. Газодинамический расчет ступени турбины;
5. Расчет основных параметров камер сгорания;
6. Расчет гидравлических характеристик каналов охлаждения;
7. Термогазодинамический расчет ГТД.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно по индивидуальному заданию в соответствии с методическими указаниями. Отчет по работе оформляется в виде записки по курсовой работе на отдельных листах бумаги формата А4. После титульного листа помещается лист с заданием на курсовую работу, дается характеристика компрессора в виде заданного числового массива. В отчете должны быть отражены название и цели работы, изображены схемы ТРД, дан алгоритм термогазодинамических расчетов ТРД с подстановкой числовых значений параметров. Дается алгоритм расчета скоростных характеристик ТРД при заданном законе регулирования с подстановкой числовых значений параметров. Построение графических зависимостей производится в удобных для определения масштабах на бумаге формата А4 в соответствии с ЕСКД. Проводится анализ скоростных характеристик ТРД с заданным законом регулирования с учетом поля ограничений на частоту вращения ротора  $n$ , температуру газа перед турбиной, коэффициент запаса устойчивости. Выполняется чертёж проточной части двигателя с простановкой размеров основных узлов.

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Схемы и циклы ТРД и ГТУ"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Лопаточные машины"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Осевые и центробежные компрессоры"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Газовые турбины"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Камеры сгорания ТРД и ГТУ"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы охлаждения ТРД и ГТУ"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Исследование рабочего процесса ТРД и построение скоростной характеристики

#### **График выполнения курсового проекта**

|                                |       |                  |                                |
|--------------------------------|-------|------------------|--------------------------------|
| Неделя                         | 1 - 8 | 9 - 14           | Зачетная                       |
| Раздел<br>курсового<br>проекта | 1, 3  | 4, 5, 6,<br>7, 8 | Защита<br>курсового<br>проекта |
| Объем<br>раздела, %            | 60    | 40               | -                              |
| Выполненный                    | 60    | 100              | -                              |

|                                   |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|
| объем<br>нарастающим<br>итогом, % |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|

| Номер раздела | Раздел курсового проекта                                                                                                                                                                           |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Ознакомление с заданием на курсовую работу, методическими указаниями и исходными данными                                                                                                           |
| 2             | Выполнить термогазодинамический расчет ТРД                                                                                                                                                         |
| 3             | Провести расчет осевых и диаметральных размеров входного устройства, компрессора, камеры сгорания, турбины и реактивного сопла. Начертить конструктивную схему двигателя                           |
| 4             | Выполнить расчет линии рабочих режимов на заданной характеристике компрессора при законе регулирования ТРД $n = \text{const}$ . Построить графики изменения параметров вдоль линии рабочих режимов |
| 5             | Рассчитать скоростную характеристику ТРД при заданной высоте полета, $M_{\text{п}} = 0 \dots 1,5$ при законе регулирования $n = \text{const}$ .                                                    |
| 6             | Построить графики изменения тяги $P$ , удельной тяги $P_{\text{уд}}$ , удельного расхода топлива $C_{\text{уд}}$ от скорости полета $M_{\text{п}}$ .                                               |
| 7             | Построить график изменения температуры газа перед турбиной от скорости полета $M_{\text{п}}$ .                                                                                                     |
| 8             | Оформление пояснительной записки и графической части                                                                                                                                               |

### 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 |                                                                                       |
| <b>Знать:</b>                                                                     |                      |                                                   |   |   |   |   |   |   |                                                                                       |
| принципы конструирования основных узлов и деталей ГТД и ГТУ                       | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> | +                                                 |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД»                            |
| знать конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ                                        | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   |   |   | + |   |   | Контрольная работа/КМ-5                                                               |
| знать характеристики и конструкцию основных узлов ТРД и ГТУ                       | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> |                                                   | + |   |   |   |   |   | Контрольная работа/КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» |
| методы расчета основных узлов и деталей ГТД и ГТУ                                 | ИД-4 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/КМ-6                                                               |
| <b>Уметь:</b>                                                                     |                      |                                                   |   |   |   |   |   |   |                                                                                       |
| проводить энергетический расчет ТРД и ГТУ                                         | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   | + |   |   |   |   | Контрольная работа/КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины»                      |
| проводить гидравлический расчет ТРД и ГТУ                                         | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   |   |   |   | + | + | Контрольная работа/КМ-8                                                               |
| уметь проводить анализ и выбор и согласование параметров основных узлов ГТД и ГТУ | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   |   | + |   |   |   | Контрольная работа/КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД»                       |
| уметь проводить анализ параметров основных узлов ГТД и ГТУ                        | ИД-4 <sub>ПК-1</sub> |                                                   |   |   |   |   |   | + | Контрольная работа/КМ-7                                                               |

#### **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: Письменная работа

1. КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД» (Контрольная работа)
2. КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» (Контрольная работа)
3. КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины» (Контрольная работа)
4. КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД» (Контрольная работа)

###### **8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-5 (Контрольная работа)
2. КМ-6 (Контрольная работа)
3. КМ-7 (Контрольная работа)
4. КМ-8 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

##### **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 зачетной составляющих

###### Экзамен (Семестр №8)

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

###### Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Григорьев В. А., Калабухов Д. С., Захарченко В. С., Зрелов В. А., Гареев А. ..., Кузьмичев В. С., Ланшин А. И., Прокофьев А. Б. - "Основы теории, расчета и проектирования воздушно-реактивных двигателей", Издательство: "Самарский университет", Самара, 2021 - (268 с.) <https://e.lanbook.com/book/257069>;

2. А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова- "Теория лопаточных машин", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2019 - (120 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576434>;
3. А. В. Кистойчев- "Проектирование лопаточного аппарата осевых компрессоров ГТУ", Издательство: "Издательство Уральского университета", Екатеринбург, 2014 - (121 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276263>;
4. Лиманский А. С., Такмовцев В. В., Ильинков А. В., Хабибуллин И. И.- "Проектный термогазодинамический расчет газовых турбин энергетических машин и установок", Издательство: "КНИТУ-КАИ", Казань, 2021 - (176 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/248921>;
5. Мингазов Б. Г.- "Процессы горения и автоматизированное проектирование камер сгорания ГТД и ГТУ", Издательство: "КНИТУ-КАИ", Казань, 2015 - (160 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/193464>;
6. Иванов, В. Л. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок : [учебник для вузов] / В. Л. Иванов, Э. А. Манушин ; общ. ред. А. Ю. Варахсин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 534 с. – (Техническая физика и энергомашиностроение). – ISBN 978-5-7038-4813-5..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
3. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux.

## 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](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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения                                                           | Номер аудитории, наименование  | Оснащение                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ш-204, Учебная аудитория Ш-204 | стол преподавателя, стол, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий,                  | Ш-204, Учебная аудитория Ш-204 | стол преподавателя, стол, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы                                |

|                                                           |                                           |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КР и КП                                                   |                                           | демонстрационного оборудования                                                                                                                                                                      |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ш-204, Учебная аудитория Ш-204            | стол преподавателя, стол, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования                                                  |
| Помещения для самостоятельной работы                      | НТБ-303, Лекционная аудитория             | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер                                                  |
| Помещения для консультирования                            | Ш-206, Лекционная аудитория               | стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2 |                                                                                                                                                                                                     |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Турбины и двигатели

(название дисциплины)

## 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1 «Термогазодинамический расчет ТРД» (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 «Сравнительный анализ конструкций ротора осевого компрессора» (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 «Расчет проточной части газовой турбины» (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4 «Высотно-скоростная характеристика ТРД» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                                                                              | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|
|               |                                                                                                | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Схемы и циклы ТРД и ГТУ                                                                        |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Классификация авиационных двигателей и энергетических установок                                |            | +    |      |      |      |
| 1.2           | Принцип работы газотурбинных реактивных двигателей и их основных элементов                     |            | +    |      |      |      |
| 1.3           | Принципиальные схемы и циклы ГТУ                                                               |            | +    |      |      |      |
| 1.4           | Параметры, определяющие совершенство ГТД и ГТУ                                                 |            | +    |      |      |      |
| 1.5           | Термогазодинамический расчет ГТД и зависимость удельных параметров от параметров рабочего тела |            | +    |      |      |      |
| 2             | Лопаточные машины                                                                              |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Назначение и принцип действия лопаточных машин                                                 |            |      | +    |      |      |
| 2.2           | Модель рабочего тела и течений в лопаточных машинах                                            |            |      | +    |      |      |
| 2.3           | Основные уравнения теории лопаточных машин                                                     |            |      | +    |      |      |
| 2.4           | Формы учета потерь в лопаточных машинах ВРД и связь между ними                                 |            |      | +    |      |      |
| 2.5           | Изменение параметров по радиусу и закрутка лопаток осевых компрессоров                         |            |      | +    |      |      |
| 2.6           | Применение теории подобия для построения характеристик лопаточных маши                         |            |      | +    |      |      |
| 2.7           | Пути совершенствования лопаточных машин                                                        |            |      | +    |      |      |

|            |                                                                        |    |    |    |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| 3          | Осевые и центробежные компрессоры                                      |    |    |    |    |
| 3.1        | Элементарная ступень осевого компрессора                               |    |    | +  |    |
| 3.2        | Окружная скорость и коэффициент полезного действия                     |    |    | +  |    |
| 3.3        | Характеристики многоступенчатых компрессоров                           |    |    | +  |    |
| 3.4        | Расчет осевых компрессоров                                             |    |    | +  |    |
| 3.5        | Конструкция многоступенчатых осевых компрессоров                       |    |    | +  |    |
| 3.6        | Центробежные компрессоры                                               |    |    | +  |    |
| 4          | Газовые турбины                                                        |    |    |    |    |
| 4.1        | Элементарная ступень турбины                                           |    |    |    | +  |
| 4.2        | Выбор схемы проточной части турбины и расчете ее основных размеров     |    |    |    | +  |
| 4.3        | Газодинамический расчет ступени турбины                                |    |    |    | +  |
| 4.4        | Профилирование лопаток турбины                                         |    |    |    | +  |
| 4.5        | Основные особенности и порядок расчета многоступенчатых газовых турбин |    |    |    | +  |
| 4.6        | Конструкция многоступенчатой газовой турбины                           |    |    |    | +  |
| Вес КМ, %: |                                                                        | 25 | 25 | 25 | 25 |

### 8 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-5 КМ-5 (Контрольная работа)

КМ-6 КМ-6 (Контрольная работа)

КМ-7 КМ-7 (Контрольная работа)

КМ-8 КМ-8 (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины                      | Индекс КМ: | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|----------------------------------------|------------|------|------|------|------|
|               |                                        | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 14   |
| 1             | Камеры сгорания ТРД и ГТУ              |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные элементы и их назначение      |            | +    |      |      |      |
| 1.2           | Основные характеристики камер сгорания |            | +    |      |      |      |

|            |                                                                         |    |    |    |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| 1.3        | Конструктивное исполнение основных элементов камер сгорания             | +  |    |    |    |
| 1.4        | Расчет основных параметров камер сгорания                               | +  |    |    |    |
| 1.5        | Конструкции мало эмиссионных камер сгорания                             | +  |    |    |    |
| 2          | Системы охлаждения ТРД и ГТУ                                            |    |    |    |    |
| 2.1        | Системы охлаждения турбореактивных двигателей и газотурбинных установок |    | +  |    |    |
| 2.2        | Основы рациональной организации охлаждения камер сгорания               |    | +  |    |    |
| 2.3        | Системы и схемы охлаждения газовой турбины и ее деталей                 |    | +  |    | +  |
| 2.4        | Системы охлаждения рабочих и сопловых лопаток газовых турбин            |    | +  |    | +  |
| 3          | Характеристики и регулирование ТРД и ГТУ                                |    |    |    |    |
| 3.1        | Высотно-скоростные характеристики ТРД                                   |    |    | +  | +  |
| 3.2        | Частичные нагрузки газотурбинных установок                              |    |    | +  | +  |
| 3.3        | Статические характеристики ГТУ                                          |    |    | +  | +  |
| 3.4        | Регулирование ГТУ                                                       |    |    |    | +  |
| 3.5        | Основные элементы систем автоматического регулирования                  |    |    |    | +  |
| Вес КМ, %: |                                                                         | 20 | 25 | 25 | 30 |

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

### Турбины и двигатели

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 Соблюдение графика выполнения курсовой работы

КМ-2 Соблюдение графика выполнения курсовой работы и качества оформления курсовой работы

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы                                                                                                                                                           | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                    | Неделя КМ: | 8    | 14   |
| 1             | Ознакомление с заданием на курсовую работу, методическими указаниями и исходными данными                                                                                                           |            | +    |      |
| 2             | Выполнить термогазодинамический расчет ТРД                                                                                                                                                         |            |      |      |
| 3             | Провести расчет осевых и диаметральных размеров входного устройства, компрессора, камеры сгорания, турбины и реактивного сопла. Начертить конструктивную схему двигателя                           |            | +    |      |
| 4             | Выполнить расчет линии рабочих режимов на заданной характеристике компрессора при законе регулирования ТРД $n = \text{const}$ . Построить графики изменения параметров вдоль линии рабочих режимов |            |      | +    |
| 5             | Рассчитать скоростную характеристику ТРД при заданной высоте полета, $M_p = 0 \dots 1,5$ при законе регулирования $n = \text{const}$ .                                                             |            |      | +    |
| 6             | Построить графики изменения тяги $P$ , удельной тяги $P_{уд}$ , удельного расхода топлива $C_{уд}$ от скорости полета $M_p$ .                                                                      |            |      | +    |
| 7             | Построить график изменения температуры газа перед турбиной от скорости полета $M_p$ .                                                                                                              |            |      | +    |
| 8             | Оформление пояснительной записки и графической части                                                                                                                                               |            |      | +    |
| Вес КМ, %:    |                                                                                                                                                                                                    |            | 60   | 40   |