

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

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНИЧЕСКАЯ ГАЗОДИНАМИКА

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.07 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Глазков В.В. |
| | Идентификатор | R43380c76-GlazkovVV-e4c0a72f |

В.В. Глазков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Яньков Г.Г. |
| | Идентификатор | Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc |

Г.Г. Яньков

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Герасимов Д.Н. |
| | Идентификатор | Ra5495398-GerasimovDN-6b58615 |

Д.Н. Герасимов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ расчета и анализа динамики газовых потоков в элементах различных технических устройств для последующего использования в разработке и конструировании энергетического оборудования

Задачи дисциплины

- – ознакомление с различными моделями, применяемыми для расчета движения и взаимодействия высокоскоростных газовых потоков.;
- – изучение основных уравнений и расчетных методик, применяемых для расчета параметров, характеризующих движение и взаимодействие газовых потоков;;
- – овладение наиболее удачными методиками расчета параметров, характеризующих движение и взаимодействие потоков газа в элементах энергетического оборудования..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|---|--|
| ПК-2 Способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов в энергетическом оборудовании | ИД-2 _{ПК-2} Владеет расчетно-теоретическими методами анализа процессов в энергетическом оборудовании | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- – области рационального применения и системы уравнений, решаемых для различных моделей газовой динамики; – методы решения задач газовой динамики.;- – принцип действия типовых устройств и приборов, используемых в газодинамических экспериментах; – результаты экспериментальных и численных исследований газодинамических процессов при течении газовых потоков в каналах различной геометрии.;- – методы расчета и расчетные соотношения для определения гидравлических и тепловых характеристик энергетических устройств;;- – типовые технические решения для элементов газового тракта энергетического оборудования.. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- – составлять математическое описание процессов движения и взаимодействия газовых потоков применительно к типовым конструкциям и режимам работы энергетического и теплообменного оборудования; – самостоятельно выбирать адекватную задаче методику расчета типовых процессов тепло и массообмена с участием газовых потоков и определять гидродинамические режимы течения |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | <p>газовых потоков в элементах теплообменных устройств.;</p> <p>- – участвовать в проведении теплофизических экспериментов по изучению газодинамических процессов.;</p> <p>- – использовать стандартные программы для численного моделирования процессов динамики газовых потоков.;</p> <p>- – осуществлять поиск и анализировать научную и научно-техническую информацию в текущей научной периодике и в Интернет..</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплофизика и молекулярная физика (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Уравнения газовой динамики | 18 | 3 | 2 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Уравнения газовой динамики"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Уравнения газовой динамики" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Уравнения газовой динамики и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Уравнения газовой динамики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p> |
| 1.1 | Уравнения газовой динамики | 18 | | 2 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 10 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | "Уравнения газовой динамики" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 1-108 [4], 1-108 | |
| 2 | Одномерные газовые потоки | 22 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Одномерные газовые потоки" |
| 2.1 | Одномерные газовые потоки | 22 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Одномерные газовые потоки" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Одномерные газовые потоки и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Одномерные газовые потоки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Одномерные газовые потоки" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 1-108 |
| 3 | Плоские течения невязкого газа | 26 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 14 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Плоские |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| 3.1 | Плоские течения невязкого газа | 26 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 14 | - | <p>течения невязкого газа"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции,</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Плоские течения невязкого газа" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Плоские течения невязкого газа и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Плоские течения невязкого газа" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Плоские течения невязкого газа"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу "Плоские течения невязкого газа". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], 350-401</p> |
|-----|--------------------------------|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| 4 | Течение газа в соплах и диффузорах | 24 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Течение газа в соплах и диффузорах" |
| 4.1 | Течение газа в соплах и диффузорах | 24 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Течение газа в соплах и диффузорах" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Течение газа в соплах и диффузорах и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Течение газа в соплах и диффузорах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Течение газа в соплах и диффузорах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 300-350 |
| 5 | Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки | 18 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки" |
| 5.1 | Элементы газовой динамики крылового | 18 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| | <p>профиля и прямолинейной решетки</p> | | | | | | | | | | | | <p>рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[3], 534-556</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|--|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|--|
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | | 16 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | | 16 | - | 32 | 2 | | - | | 0.5 | 93.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Уравнения газовой динамики

1.1. Уравнения газовой динамики

Уравнение неразрывности Уравнение количества движения. Уравнение энергии. Предельная скорость движения газа. Число Маха и приведенная скорость..

2. Одномерные газовые потоки

2.1. Одномерные газовые потоки

Звуковые волны. Скорость звука. Излучение звука. Волны конечной интенсивности. Инварианты Римана. Характеристики. Механизм образования скачков уплотнения.. Прямые скачки уплотнения. Ударная адиабата. Скорость распространения ударной волны и спутного потока за ней. Элементарная теория ударной трубы. Косые скачки уплотнения. Теория мелкой воды. Волны детонации и горения в газах. Устойчивость плоского фронта пламени при медленном горении. Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно..

3. Плоские течения невязкого газа

3.1. Плоские течения невязкого газа

Общие уравнения. Метод малых возмущений. Дозвуковые течения при малых возмущениях. Сверхзвуковые течения при малых возмущениях. Характеристики 1-го и 2-го рода. Обтекание малого угла сверхзвуковым потоком. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым потоком газа. Волны разрежения. Центрированные волны. Общая задача о двумерном стационарном движении газа. Уравнение Чаплыгина..

4. Течение газа в соплах и диффузорах

4.1. Течение газа в соплах и диффузорах

Дозвуковые и сверхзвуковые диффузоры. Диффузоры с внешним и внутренним сжатием. Формы сопел. Сопло с центральным телом. Эжекторное сопло. Истечение сверхзвуковой газовой струи из сопла на нерасчетном режиме..

5. Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки

5.1. Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки

Обтекание конечных тел. Ламинарный и турбулентный след. Дозвуковое обтекание тонкого крыла. Формула Жуковского. Обтекание решетки профилей потоком несжимаемой жидкости и дозвуковым потоком газа. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа. Простейший расчет ступени лопаточной турбомшины..

3.3. Темы практических занятий

1. 16. Расчет рабочей ступени газовой турбины и компрессора;
2. 15. Расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов хорошо обтекаемых тел, движущихся со сверхзвуковой скоростью;
3. 14. Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела, движущегося со сверхзвуковой скоростью;
4. 13. Расчет обтекания крылового профиля и веретенообразного тела потоком совершенного газа;
5. 12. Расчет дозвукового и сверхзвукового обтекания тонкой пластины;

6. 11. Анализ типовых прикладных задач по условиям истечения газа из сосудов высокого давления;
7. 10. Определение параметров работы дозвуковых и сверхзвуковых сопел и диффузоров;
8. 7. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом;
9. 5. Трубка Пито при сверхзвуковом движении газа;
10. 4. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости;
11. 3. Пример расчета аэродинамического нагрева;
12. 2. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении;
13. 8. Адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения;
14. 1. Вводное занятие;
15. 6. Расчет распределения параметров газового потока по тракту турбореактивного и прямоточного двигателей;
16. 9. Устройство, оценка времени работы и параметров ударной трубы.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| – типовые технические решения для элементов газового тракта энергетического оборудования. | ИД-2ПК-2 | | | | + | + | Контрольная работа/КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева. |
| – методы расчета и расчетные соотношения для определения гидравлических и тепловых характеристик энергетических устройств; | ИД-2ПК-2 | | | | | + | Контрольная работа/КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашин. |
| – принцип действия типовых устройств и приборов, используемых в газодинамических экспериментах; – результаты экспериментальных и численных исследований газодинамических процессов при течении газовых потоков в каналах различной геометрии. | ИД-2ПК-2 | | + | | + | | Контрольная работа/КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения |
| – области рационального применения и системы уравнений, решаемых для различных моделей газовой динамики; – методы решения задач газовой динамики. | ИД-2ПК-2 | + | | | | | Контрольная работа/КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. |
| Уметь: | | | | | | | |
| – осуществлять поиск и анализировать научную и научно-техническую информацию в текущей научной периодике и в Интернет. | ИД-2ПК-2 | + | | + | | + | Контрольная работа/КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в |

| | | | | | | | |
|--|----------|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | | | окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов. |
| – использовать стандартные программы для численного моделирования процессов динамики газовых потоков. | ИД-2ПК-2 | | | | | + | Контрольная работа/КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева. Контрольная работа/КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. |
| – участвовать в проведении теплофизических экспериментов по изучению газодинамических процессов. | ИД-2ПК-2 | | | | | + | Контрольная работа/КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомшины. |
| – составлять математическое описание процессов движения и взаимодействия газовых потоков применительно к типовым конструкциям и режимам работы энергетического и теплообменного оборудования; – самостоятельно выбирать адекватную задаче методику расчета типовых процессов тепло и массообмена с участием газовых потоков и определять гидродинамические режимы течения газовых потоков в элементах теплообменных устройств. | ИД-2ПК-2 | | | | | + | Контрольная работа/КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева. (Контрольная работа)
2. КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. (Контрольная работа)
3. КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения (Контрольная работа)
4. КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов. (Контрольная работа)
5. КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашин. (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

стандартный, как среднее между успеваемостью в семестре и оценкой на экзамене

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Глазков, В. В. Техническая газодинамика : учебное пособие [для магистрантов] / В. В. Глазков . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 108 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3010-9 .;
2. Г. Н. Абрамович- "Прикладная газовая динамика", (Изд. 3-е), Издательство: "Наука", Москва, 1969 - (826 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=476989>;
3. 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;

4. Глазков В. В. - "Техническая газодинамика", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (108 с.)
<https://e.lanbook.com/book/107284>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Python;
2. ОС Linux.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.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 |
| | Т-417, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Т-417, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Т-417, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для самостоятельной работы | Т-412, Учебная лаборатория вычислительной техники | стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования | Т-205, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, доска маркерная |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Т-213, Подсобное помещение | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая газодинамика

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева. (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов. (Контрольная работа)
- КМ-5 КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашины. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 2 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| 1 | Уравнения газовой динамики | | | | | | |
| 1.1 | Уравнения газовой динамики | | | + | | + | |
| 2 | Одномерные газовые потоки | | | | | | |
| 2.1 | Одномерные газовые потоки | | | | + | | |
| 3 | Плоские течения невязкого газа | | | | | | |
| 3.1 | Плоские течения невязкого газа | | | | | + | |
| 4 | Течение газа в соплах и диффузорах | | | | | | |
| 4.1 | Течение газа в соплах и диффузорах | | + | | + | | + |
| 5 | Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|
| 5.1 | Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки | + | + | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | 15 | 15 | 20 | 20 | 30 |