

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: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.15 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 4 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 4 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 4 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 4 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 4 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 4 семестр - 113,5 часов; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Расчетно-графическая работа | |
| Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 4 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Дмитриев С.С. |
| | Идентификатор | R846d2b27-Dmitriyev55-53ab785f |

(подпись)

С.С. Дмитриев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шацких Ю.В. |
| | Идентификатор | R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f |

(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Орлов К.А. |
| | Идентификатор | R24178de8-OrlovKA-0ab64072 |

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории движения жидкостей и газов, методов их расчета и экспериментального исследования для решения основных практических инженерных задач - определения параметров газовых потоков и силового взаимодействия жидкостей (газов) и твердых тел во внешних и внутренних течениях, а также приобретение навыков использования методов гидрогазодинамических расчетов для решения прикладных задач теплоэнергетики и теплотехники

Задачи дисциплины

- изучение общих законов движения жидкостей и газов;
- изучение особенностей движения жидкостей и газов в каналах различной формы;
- освоение методов расчета параметров жидкостей и газов при внешних и внутренних течениях;
- освоение методов расчета силового взаимодействия жидкостей и газов с обтекаемыми твердыми телами;
- изучение особенностей течений до-, около и сверхзвуковых потоков идеальной и реальной (вязкой) жидкости;
- освоение методов экспериментального исследования параметров жидкостей и газов в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях для решения практических задач теплоэнергетики.

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 |
|--|--|--|
| ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ИД-1 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов механики жидкости и газа и применяет их для расчета элементов теплотехнических установок и систем | знать: - общие законы механики и их математическое выражение применительно к течениям жидкостей и газов; - особенности движения жидкостей и газов в каналах различной формы; - особенности течений вязкой жидкости; - методы измерения параметров потока в до- и сверхзвуковых течениях газов. уметь: - рассчитывать параметры потоков жидкостей и газов во внешних и внутренних течениях; - рассчитывать возникающие силовые реакции между жидкой (газообразной) средой и твердыми телами. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам | 24 | 4 | 6 | - | 2 | - | - | - | - | - | 16 | - | <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение расчетного задания № 1</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД)</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-6, 11, 16-23 [3], 19-24 [4], 7-28 [5], 17-36</p> | |
| 1.1 | Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам | 24 | | 6 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| 2 | Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы | 62 | | 14 | 10 | 6 | - | - | - | - | - | - | 32 | | - |
| 2.1 | Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы | 62 | 14 | 10 | 6 | - | - | - | - | - | - | 32 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 44-62 [3], 38-46 [4], 28-52 [5], 83-117 |
| 3 | Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости | 24 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение расчетного задания № 4 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> |
| 3.1 | Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости | 24 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 67-83 [4], 52-72 [5], 118-154 |
| 4 | Течение вязкой жидкости | 34 | 6 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №3 и отчета по ней. |
| 4.1 | Течение вязкой жидкости | 34 | 6 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | 18 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение расчетного задания № 5 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД) <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-51, 28-34, 67-81 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|--|----|----|----|---|---|---|-----|-------|----|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | [2], 6-17, 33-41 [3], 25-31 [5], 276-299 |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 180.0 | | 32 | 16 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | | 32 | 16 | 16 | 2 | - | - | 0.5 | 113.5 | | | |

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. Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам

1.1. Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам

Предмет гидрогазодинамики. Основные понятия и определения. Классификация жидкостей. Сжимаемость, сплошность, вязкость. Понятие идеальной жидкости и пограничного слоя. Основные термодинамические соотношения для газов. Классификация сил, действующих в объеме жидкости (газа). Измерение давления. Основное уравнение гидростатики. Элементы кинематики сплошных сред. Метод Эйлера. Уравнения неразрывности и понятие расхода. Дифференциальные и интегральные формы уравнения неразрывности. Уравнения движения для идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Интегралы уравнений движения (интеграл Бернулли). Методы изучения движения жидкостей и газов. Методы измерения параметров потоков газов и жидкостей. Теорема о сохранении количества движения для установившегося течения струйки тока идеальной жидкости и ее применение к неэлементарному объему жидкости.

2. Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы

2.1. Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы

Распространение в потоке малых возмущений давления. Скорость звука. Одномерный установившийся поток идеальной сжимаемой жидкости по каналу произвольного сечения. Максимальная скорость, критическая скорость. Число Маха и число λ , связь между ними. Газодинамические функции ϵ , ρ , τ . Критические параметры. Уравнение Гюгоню. Течение в суживающемся сопле. Изменение расхода через сопло. Удельный расход и приведенный удельный расход. Переменный режим работы суживающегося сопла. Уравнение сохранения энергии для струйки тока при установившемся движении сжимаемой жидкости при учете трения. Сопло Лавалья. Необходимые и достаточные условия перехода к сверхзвуковым скоростям. Режимы течения и изменение параметров потока по длине сопла Лавалья. Изозэнтропийные режимы течения в сопле Лавалья. Распространение конечных по величине возмущений давления в потоке. Ударная волна. Прямой скачок уплотнения. Ударная адиабата. Уравнение Прандтля. Измерение скоростей в до- и сверхзвуковых потоках. Возможные виды воздействия на поток: механическое, тепловое. Обобщенное уравнение Бернулли с учетом с учетом работы сил трения и совершения потоком работы. Адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения. Закон обращения воздействия (Вулиса). Определение реактивной силы тяги ВРД и ЖРД. Теория идеального прямоточного ВРД. Причины перехода к ТРД. Влияние режима течения в выходном сопле Лавалья на силу тяги.

3. Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости

3.1. Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости

1-я теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Вихревое и безвихревое течения. Соотношения Коши - Римана. Уравнение Бернулли и уравнение количества движения в форме Громеки-Лэмба. Функция тока и потенциал скорости и их свойства. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Однородный поток, сток (исток), вихрь и диполь на плоскости. Применение ТФКП к расчету потоков. Обтекание цилиндра

установившимся плоским потоком идеальной жидкости. Постулат Чаплыгина – Жуковского. Обтекание вращающегося цилиндра. Теорема Жуковского о подъемной силе.

4. Течение вязкой жидкости

4.1. Течение вязкой жидкости

Уравнение движения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Ламинарное установившееся течение вязкой жидкости в трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении трубы. Безразмерный коэффициент сопротивления. Закон Хагена-Пуазейля. Универсальные законы распределения скорости в трубе. Особенности турбулентного течения. Степень турбулентности. Трение при турбулентном течении. Статистические характеристики турбулентности. Уравнение Рейнольдса для турбулентного течения несжимаемой жидкости. Турбулентное течение в трубах. Универсальные законы сопротивления для гладких труб. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Гипотеза о пограничном слое. Основные особенности и допущения. Распределение скоростей в пограничном слое. Дифференциальное уравнение пограничного слоя для установившегося течения несжимаемой жидкости. Интегральное соотношение для пограничного слоя (уравнение Кармана). Условные толщины пограничного слоя. Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине. Коэффициенты трения и потери энергии при обтекании пластины. Отрыв пограничного слоя. Схема отрыва. Особенности отрыва ламинарного и турбулентного пограничного слоя. Сила сопротивления и безразмерный коэффициент сопротивления. Хорошо и плохо обтекаемые тела. Закон сопротивления для цилиндра, обтекаемого потоком вязкой жидкости. Кризис сопротивления плохо обтекаемых тел. Теория физического подобия. Теория размерности. Формулы Фурье. Определяющие параметры. – теорема подобия. Критерии подобия и моделирования.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет скорости звука, критических параметров течения и параметров полного торможения по формулам и таблицам газодинамических функций (2 часа);
2. Расчет одномерных течений сжимаемой жидкости в каналах с переменной площадью сечения. Расчет расхода через суживающееся сопло при изменении начальных и конечных параметров рабочего вещества (2 часа);
3. Определение параметров течения для различных режимов работы сопла Лавалья (2 часа);
4. №4. Расчет параметров течения в сопле Лавалья со скачком уплотнения в сверхзвуковой части канала (2 часа);
5. Расчет плоских потенциальных течений несжимаемой жидкости. Функция тока и потенциал скорости простейших течений. Расчет течений с использованием понятий комплексного потенциала и комплексной скорости (2 часа);
6. Расчет параметров течения при обтекании цилиндра плоскопараллельным потоком несжимаемой жидкости. Обтекание вращающегося цилиндра (2 часа);
7. Расчет обтекания пластины плоскопараллельным потоком при турбулентном и ламинарном режимах течения в пограничном слое (2 часа);
8. Расчет движения вязких жидкостей в гладких трубах. (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. "Тарировка пневмометрических зондов" - зонда давления полного торможения, зонда статического давления, зонда - угломера (4 часа + 1 час защита);
2. "Исследование сопла Лавалья на переменных режимах" - режим трубы Вентури и режим со скачком уплотнения в сверхзвуковой части сопла (4 часа +2 часа защита);

3. "Исследование пограничного слоя на плоской стенке при безградиентном течении"
(4 часа + 1 час защита).

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 | |
| Знать: | | | | | | |
| методы измерения параметров потока в до- и сверхзвуковых течениях газов | ИД-1опк-4 | | + | | + | Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 "Тарировка пневмометрических зондов" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Исследование сопла Лаваля на переменных режимах" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 "Исследование пограничного слоя на плоской стенке при безградиентном течении" |
| особенности течений вязкой жидкости | ИД-1опк-4 | | | | + | Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 5: "Течение вязкой несжимаемой жидкости вдоль плоской пластины и по гладкой трубе" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 "Исследование пограничного слоя на плоской стенке при безградиентном течении" |
| особенности движения жидкостей и газов в каналах различной формы | ИД-1опк-4 | | + | | | Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом" Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 3: "Расчет параметров течения в сопле Лаваля" |
| общие законы механики и их математическое выражение применительно к течениям жидкостей и газов | ИД-1опк-4 | + | + | | | Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 1: "Использование основных уравнений сохранения для расчета параметров при равновесном состоянии и движении несжимаемых жидкостей". Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров |

| | | | | | | |
|---|-----------|---|---|---|--|--|
| | | | | | | потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом" |
| Уметь: | | | | | | |
| рассчитывать возникающие силовые реакции между жидкой (газообразной) средой и твердыми телами | ИД-1опк-4 | + | + | + | | <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом"</p> <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 4: "Определение силы тяги ВРД летательного аппарата на различных режимах выходного сопла и силы тяги судна при обтекании вертикального вращающегося цилиндра плоскопараллельным потоком несжимаемой жидкости"</p> |
| рассчитывать параметры потоков жидкостей и газов во внешних и внутренних течениях | ИД-1опк-4 | | + | | | <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом"</p> <p>Расчетно-графическая работа/Выполнение в срок РЗ № 3: "Расчет параметров течения в сопле Лавая"</p> |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение в срок РЗ № 1: "Использование основных уравнений сохранения для расчета параметров при равновесном состоянии и движении несжимаемых жидкостей". (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом" (Расчетно-графическая работа)
3. Выполнение в срок РЗ № 3: "Расчет параметров течения в сопле Лавая" (Расчетно-графическая работа)
4. Выполнение в срок РЗ № 4: "Определение силы тяги ВРД летательного аппарата на различных режимах выходного сопла и силы тяги судна при обтекании вертикального вращающегося цилиндра плоскопараллельным потоком несжимаемой жидкости" (Расчетно-графическая работа)
5. Выполнение в срок РЗ № 5: "Течение вязкой несжимаемой жидкости вдоль плоской пластины и по гладкой трубе" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 "Тарировка пневмометрических зондов" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 "Исследование сопла Лавая на переменных режимах" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 "Исследование пограничного слоя на плоской стенке при безградиентном течении" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Итоговая оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Самойлович, Г. С. Гидрогазодинамика : Учебник для вузов по специальности "Турбостроение" / Г. С. Самойлович . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 1990 . – 384 с.;

2. Грибин, В. Г. Механика жидкости и газа. Сборник задач : учебное пособие по курсам "Гидрогазодинамика", "Механика жидкости и газа" по направлениям "Энергомашиностроение", "Теплоэнергетика" / В. Г. Грибин, В. В. Нитусов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 52 с. - ISBN 978-5-383-00216-2 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=290;
3. Гидрогазодинамика: лабораторные работы : методическое пособие по курсу "Гидрогазодинамика" по направлениям "Энергомашиностроение", "Теплоэнергетика" / В. Ф. Касилов, Л. Я. Лазарев, В. В. Нитусов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 88 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7796;
4. Нитусов, В. В. Гидрогазодинамика. Сборник задач : учебное пособие по курсам "Гидрогазодинамика", "Механика жидкости и газа" по направлениям "Энергомашиностроение", "Теплоэнергетика" / В. В. Нитусов, В. Г. Грибин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 80 с. - ISBN 5-9783830-0-1 .;
5. Зарянкин А. Е.- "Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (590 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72241.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | А-410, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | П-32, Учебная аудитория лаборатории газодинамики | стол преподавателя, стол учебный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, кондиционер, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | А-410, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | П-22, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (проф. Богомолова Т.В.) | |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | , Склад | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогазодинамика

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Выполнение в срок РЗ № 1: "Использование основных уравнений сохранения для расчета параметров при равновесном состоянии и движении несжимаемых жидкостей". (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Выполнение в срок РЗ № 2: "Применение теоремы об изменении количества движения для расчета параметров потоков несжимаемой жидкости и определения силового взаимодействия между жидкостью и твердым телом" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Выполнение в срок РЗ № 3: "Расчет параметров течения в сопле Лаваля" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Выполнение в срок РЗ № 4: "Определение силы тяги ВРД летательного аппарата на различных режимах выходного сопла и силы тяги судна при обтекании вертикального вращающегося цилиндра плоскопараллельным потоком несжимаемой жидкости" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Выполнение в срок РЗ № 5: "Течение вязкой несжимаемой жидкости вдоль плоской пластины и по гладкой трубе" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы № 1 "Тарировка пневмометрических зондов" (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы № 2 "Исследование сопла Лаваля на переменных режимах" (Лабораторная работа)
- КМ-8 Защита лабораторной работы № 3 "Исследование пограничного слоя на плоской стенке при безградиентном течении" (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 7 | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 16 |
| 1 | Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам | | | | | | | | | |
| 1.1 | Основные понятия и определения. Основные уравнения сохранения применительно к жидким и газообразным средам | | + | + | | + | | | | |
| 2 | Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2.1 | Одномерное движение идеальной жидкости. Одномерное до- и сверхзвуковое течение газов в каналах произвольной формы | + | + | + | + | | + | + | + |
| 3 | Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости | | | | | | | | |
| 3.1 | Плоские дозвуковые течения идеальной несжимаемой жидкости | | + | | + | | | | |
| 4 | Течение вязкой жидкости | | | | | | | | |
| 4.1 | Течение вязкой жидкости | | | | | + | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 |