

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: Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике

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.14
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 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев С.С.
	Идентификатор	R846d2b27-DmitriyevSS-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	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

(подпись)

С.В. Мезин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев

(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 Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике (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		-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №1 и отчета по ней. Подготовка к лабораторной работе №2 и отчета по ней.</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение расчетного задания № 2</p> <p>Выполнение расчетного задания № 3</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> самостоятельное изучение литературы (см. Методические указания РПД)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></p>
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 Гюгонио. 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 Лавалья" (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 Лавалья 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-406, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	А-408, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	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 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	Г-404, Учебная аудитория	парта со скамьей, 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