

**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: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины  
ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.03.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 4 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 128,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	3 семестр - 1,2 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Расчетно-графическая работа Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793f

Н.И. Почернина

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rfd1b9495-KhomchenkoNV-644530

Н.В. Хомченко

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение теории и практического применения гидрогазодинамических процессов при обеспечении техносферной безопасности, связанной с системами защиты среды обитания

### Задачи дисциплины

- показать роль гидрогазодинамики в решении техносферных задач;
- получить сведения об общих закономерностях гидрогазодинамических процессов и их аппаратурном оформлении;
- освоить методы расчета гидрогазодинамических процессов и аппаратов;
- научиться работать с необходимой справочной литературой.

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 <sub>опк-4</sub> Демонстрирует понимание основных законов механики жидкости и газа и применяет их для расчета элементов теплотехнических установок и систем	знать: - основы теории подобия при описании гидрогазодинамических процессов; - основные понятия и законы гидростатики и гидрогазодинамики.  уметь: - выбирать необходимый наиболее оптимальный тип аппаратов для осуществления конкретных процессов гидрогазодинамики; - рассчитывать основные элементы технологического оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (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 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	Свойства и модели жидких сред	34.1	3	2.1	-	1.1	-	0.6	-	0.3	-	30	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Работа ориентирована на изучение теоретического материала по моделям и свойствам жидких сред <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу
1.1	Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики	11.4		0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
1.2	Жидкая частица и жидкий объем, местная мгновенная скорость	11.3		0.7	-	0.3	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
1.3	Физические свойства жидкости. Модели жидких сред	11.4		0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
2	Гидростатика	34.2		2.2	-	1.1	-	0.6	-	0.3	-	30	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Работа ориентирована на изучение теоретического материала по гидростатике
2.1	Уравнение Эйлера	11.4		0.8	-	0.3	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
2.2	Абсолютное, вакуумметрическое и избыточное давления; пьезометрическая и вакуумметрическая высоты. Пьезометрический напор, Относительный покой жидкости	11.4		0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
2.3	Общие выражения для сил давления. Силы равномерно распределенного	11.4		0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-	

	давления													
3	Гидравлические сопротивления	34.1	2.2	-	1.1	-	0.5	-	0.3	-	30	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа ориентирована на изучение теоретического материала по гидравлическим сопротивлениям	
3.1	Основные закономерности процесса диссипации механической энергии	11.3	0.8	-	0.3	-	0.1	-	0.1	-	10	-		
3.2	Классификация и характер гидравлических сопротивлений, структура общих формул для потерь напора	11.4	0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-		
3.3	Местные сопротивления	11.4	0.7	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	10	-		
4	Одномерные газовые течения. Одномерные течения вязкой жидкости	23.60	1.5	-	0.7	-	0.3	-	0.30	-	20.8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Одномерные газовые течения. Одномерные течения вязкой жидкости"	
4.1	Одномерные течения вязкой жидкости	11.55	0.8	-	0.4	-	0.2	-	0.15	-	10	-		
4.2	Одномерные газовые течения	12.05	0.7	-	0.3	-	0.1	-	0.15	-	10.8	-		
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>4.0</b>	-	<b>2.0</b>	-	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>110.8</b>	<b>17.7</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	-	<b>4.0</b>		<b>2.0</b>		<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>128.5</b>			

**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. Свойства и модели жидких сред

##### 1.1. Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики

Гидроаэромеханика. Математические модели и их применение для расчета различных видов жидкостей. Историко-научные и библиографические данные.

##### 1.2. Жидкая частица и жидкий объем, местная мгновенная скорость

Гипотеза сплошности среды. Местная скорость. Жидкий объем и жидкая частица.

##### 1.3. Физические свойства жидкости. Модели жидких сред

Свойства текучести и вязкости. Деформационное движение. Пример использования аксиоматики гидроаэромеханики.

#### 2. Гидростатика

##### 2.1. Уравнение Эйлера

Вывод уравнений Эйлера для покоящейся жидкости. Уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости.

2.2. Абсолютное, вакуумметрическое и избыточное давления; пьезометрическая и вакуумметрическая высоты. Пьезометрический напор, Относительный покой жидкости

Абсолютное и избыточное давления. Пьезометрическая плоскость и пьезометрический напор. Вакуумметрические давления и высота.

##### 2.3. Общие выражения для сил давления. Силы равномерно распределенного давления

Элементарная сила давления. Сила давления и центр давления. Проекция сил давления.

#### 3. Гидравлические сопротивления

##### 3.1. Основные закономерности процесса диссипации механической энергии

Структура общих формул для процесса диссипации механической энергии.

3.2. Классификация и характер гидравлических сопротивлений, структура общих формул для потерь напора

Классификация. Структура общих формул для потерь напора. Характер гидравлических сопротивлений.

##### 3.3. Местные сопротивления

Структура отрывных потоков. Потери и их экспериментальное определение на местных сопротивлениях. Распространенные виды местных потерь.

#### 4. Одномерные газовые течения. Одномерные течения вязкой жидкости

##### 4.1. Одномерные течения вязкой жидкости

Одномерные течения вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося потока вязкой несжимаемой жидкости. Общие формулы для потерь напора по длине и местных потерь в трубе. Стабилизированное течение в круглой трубе. Потери на местных

сопротивлениях. Внезапное сужение. Внезапное расширение. Формула Борда. Потери на диффузоре. Истечение из отверстий и насадков.

#### 4.2. Одномерные газовые течения

Уравнение Бернулли. Скорость звука. Параметры торможения. Критическая скорость. Изэнтропические формулы. Газодинамические функции. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья. Прямой скачок уплотнения.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Жидкая частица и жидкий объем, местная мгновенная скорость;
2. Местные сопротивления;
3. Классификация и характер гидравлических сопротивлений, структура общих формул для потерь напора;
4. Основные закономерности процесса диссипации механической энергии;
5. Общие выражения для сил давления. Силы равномерно распределенного давления;
6. Абсолютное, вакуумметрическое и избыточное давления; пьезометрическая и вакуумметрическая высоты. Пьезометрический напор, Относительный покой жидкости;
7. Уравнение Эйлера;
8. Физические свойства жидкости. Модели жидких сред;
9. Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Рассмотрение особенностей свойств жидких сред
2. Рассмотрение особенностей по разделу гидростатика
3. Рассмотрение особенностей гидравлическим сопротивлениям
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Одномерные газовые течения. Одномерные течения вязкой жидкости"

### 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	
<b>Знать:</b>						
основные понятия и законы гидростатики и гидрогазодинамики	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+				Тестирование/Свойства жидких сред
основы теории подобия при описании гидрогазодинамических процессов	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+			Тестирование/Гидростатика
<b>Уметь:</b>						
рассчитывать основные элементы технологического оборудования	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>				+	Контрольная работа/Местные гидравлические сопротивления
выбирать необходимый наиболее оптимальный тип аппаратов для осуществления конкретных процессов гидрогазодинамики	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>			+		Расчетно-графическая работа/Расчет гидродинамических характеристик

#### **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: Защита задания

1. Расчет гидродинамических характеристик (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Гидростатика (Тестирование)
2. Свойства жидких сред (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Местные гидравлические сопротивления (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

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

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. Газодинамика и процессы теплообмена : сборник научных трудов / АН УССР ; отв. ред. Н. Д. Коваленко . – Киев : Наукова думка, 1986 . – 151 с.;
2. Карпов К. А., Олехнович Р. О.- "Прикладная газодинамика", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (100 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/107938>.

##### **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.

##### **5.3 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. 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	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Гидрогазодинамика

(название дисциплины)

## 3 семестр

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

КМ-1 Свойства жидких сред (Тестирование)

КМ-2 Гидростатика (Тестирование)

КМ-3 Расчет гидродинамических характеристик (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Местные гидравлические сопротивления (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Свойства и модели жидких сред					
1.1	Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики		+			
1.2	Жидкая частица и жидкий объем, местная мгновенная скорость		+			
1.3	Физические свойства жидкости. Модели жидких сред		+			
2	Гидростатика					
2.1	Уравнение Эйлера			+		
2.2	Абсолютное, вакуумметрическое и избыточное давления; пьезометрическая и вакуумметрическая высоты. Пьезометрический напор, Относительный покой жидкости			+		
2.3	Общие выражения для сил давления. Силы равномерно распределенного давления			+		
3	Гидравлические сопротивления					
3.1	Основные закономерности процесса диссипации механической энергии				+	
3.2	Классификация и характер гидравлических сопротивлений, структура общих формул для потерь напора				+	
3.3	Местные сопротивления				+	
4	Одномерные газовые течения. Одномерные течения вязкой жидкости					

4.1	Одномерные течения вязкой жидкости				+
4.2	Одномерные газовые течения				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25