

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.30
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	5 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	5 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	5 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	5 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	5 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	5 семестр - 97,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
Тестирование	
Лабораторная работа	
Коллоквиум	
Решение задач	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**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	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793f

Н.И. Почернина

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

А.В. Волков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** усвоение важнейших физических законов движения жидкостей и газов

### Задачи дисциплины

- приобретение теоретических знаний по механике жидкостей и газов, необходимых для изучения дисциплин профильной подготовки;
- приобретение навыков решения прикладных гидравлических задач;
- освоение экспериментальных способов измерения параметров состояния жидкости и характеристик потока.

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 применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ИД-2 <sub>опк-4</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа, определяет параметры потоков рабочих сред	знать: - базовые понятия в области естественнонаучных дисциплин и быть готовым использовать основные законы в профессиональной деятельности; - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования течений жидкости и газа; - фундаментальные физические законы движения жидкостей и газов; различные модели реальных потоков жидкостей и газов; уравнения движения для этих моделей и методы их решений.  уметь: - использовать технические средства для измерения основных параметров потоков жидкости и газа.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 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 физические свойства жидкостей и газов. кинематика жидкости	23	5	6	1	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "основные физические свойства жидкостей и газов"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "основные физические свойства жидкостей и газов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 6-97</p>
1.1	сновные физические свойства жидкостей и газов.	13		4	1	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	кинематика жидкости. Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Тензор скоростей деформаций. Вихревое и потенциальное течение. Плоское течение.	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	напряженное состояние жидкой среды. Гидростатика	56		8	4	12	-	-	-	-	-	32	-	
2.1	напряженное состояние жидкой среды. Уравнения движения жидкости в напряжениях.	20		2	-	2	-	-	-	-	-	16	-	

2.2	Гидростатика	36	6	4	10	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие уравнения движения жидкости"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общие уравнения движения жидкости" материалу. Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы "Общие уравнения движения жидкости"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр 77-99 [3], 5-350</p>
3	Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. одномерные газовые течения	65	18	11	16	-	-	-	-	-	20	-	
3.1	Общие уравнения движения жидкости.	20	6	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	одномерные течения вязкой жидкости	27	6	5	10	-	-	-	-	-	6	-	
3.3	одномерные газовые течения	18	6	2	4	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	32	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	32	2	-	-	-	0.5	97.5		

**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 физические свойства жидкостей и газов. кинематика жидкости

##### 1.1. основные физические свойства жидкостей и газов.

Гипотеза сплошности Даламбера. Тепловое расширение, сжимаемость. Текучесть, вязкость. Коэффициенты вязкости. Различие механики жидкости и механики газа. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Течение Куэтта. Модели жидкой среды.

1.2. кинематика жидкости. Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Тензор скоростей деформаций. Вихревое и потенциальное движение. Плоское течение.

Жидкая частица. Методы Лангранжа и Эйлера описания движения жидкости. Ускорение жидкой частицы. Понятие установившегося течения. Режимы течения. Число Рейнольдса, его физический смысл. Характеристики турбулентного потока. Массовый, весовой и объемный расходы жидкости. Уравнение неразрывности в интегральной, дифференциальной и гидравлической формах. Живое сечение. Сложное движение жидкой частицы. Теорема Коши-Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций. Линейная и угловая деформации жидкой частицы. Вихревое движение. Вихревые линии и трубки. Циркуляция скорости. Теорема Гельмгольца. Плоское потенциальное течение. Гидродинамическая сетка для плоского потенциального течения и ее свойства. Метод ЭГДА..

#### 2. напряженное состояние жидкой среды. Гидростатика

2.1. напряженное состояние жидкой среды. Уравнения движения жидкости в напряжениях.

Свойства напряжений. Тензор напряжений. Уравнения движения жидкости в напряжениях.. Гидростатическое давление..

##### 2.2. Гидростатика

Уравнения Эйлера. Основная формула гидростатики. Шкалы давления. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Единицы измерения давления. Относительный покой жидкости. Применение принципа Даламбера к уравнениям Эйлера. Вращение сосуда с жидкостью с постоянной угловой скоростью. Равноускоренное прямолинейное движение сосуда с жидкостью. Силы давления на твердую стенку. Общая постановка задачи. Равномерное давление на плоскую стенку. Равномерное давление на криволинейную стенку. Неравномерное давление на плоскую стенку. Неравномерное давление на криволинейную стенку. Тело давления..

#### 3. Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. одномерные газовые течения

##### 3.1. Общие уравнения движения жидкости.

Гипотеза о напряжениях. Уравнения Навье-Стокса. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Граничные условия. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Установившееся безвихревое (потенциальное) движение. Установившееся вихревое движение. Относительное движение идеальной жидкости. Основное уравнение лопастных гидромашин (Эйлера) для насосов и турбин. Гидродинамическая решетка. Уравнение количества движения. Уравнение момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия. Задачи, решаемые теорией подобия. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Механическое подобие.

Безразмерные уравнения Навье-Стокса. Критерии подобия. Физический смысл чисел подобия. Особенности применение теории подобия к расчету внешних и внутренних течений..

### 3.2. одномерные течения вязкой жидкости

Одномерные течения вязкой жидкости 2 Уравнение Бернулли для установившегося потока вязкой несжимаемой жидкости. 3 Общие формулы для потерь напора по длине и местных потерь в трубе. 4 Стабилизированное течение в круглой трубе. 5 Потери на местных сопротивлениях. Внезапное сужение. Внезапное расширение. Формула Борда. Потери на диффузоре. 6 Истечение из отверстий и насадков..

### 3.3. одномерные газовые течения

Уравнение Бернулли. Скорость звука. 2 Параметры торможения. Критическая скорость. Изэнтропические формулы. Газодинамические функции. 3 Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья. Прямой скачок уплотнения..

## 3.3. Темы практических занятий

1. Контрольная работа 1: Гидростатика; силы давления на твердые стенки;
2. Давление и силы давления в покоящейся жидкости на плоские и криволинейные стенки. Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов;
3. Уравнение Бернулли: течение идеальной жидкости;
4. Физические свойства жидкостей и газов;
5. Вязкость жидкости;
6. Одномерные газовые течения;
7. Гидростатика. Давление в точке;
8. Кинематика жидкости;
9. Определение сил давления на плоские стенки;
10. Уравнение Бернулли: местные гидравлические сопротивления;
11. Расчет простых трубопроводов;
12. Истечение через отверстия и насадки;
13. Контрольная работа 2: Местные гидравлические сопротивления; расчет простых трубопроводов;
14. Расчет сложных трубопроводных систем;
15. Расчет простых гидроприводов;
16. Определение сил давления на криволинейные стенки;
17. Уравнение Бернулли: потери по длине.

## 3.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение гидростатических давлений;
2. Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода;
3. Построение диаграммы уравнения Бернулли;
4. Определение степени турбулентности потока;
5. Защита блока лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика;
6. Обтекание круглого цилиндра плоским потенциальным потоком. Электрогидродинамическая аналогия;
7. Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения;
8. Гидравлическое сопротивление по длине напорного трубопровода круглого сечения;
9. Методы измерения гидромеханических величин;
10. Исследование смены режимов течения;

11. Защита блока лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "основные физические свойства жидкостей и газов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "напряженное состояние жидкой среды."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие уравнения движения жидкости"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "основные физические свойства жидкостей и газов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "напряженное состояние жидкой среды."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие уравнения движения 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	
<b>Знать:</b>					
фундаментальные физические законы движения жидкостей и газов; различные модели реальных потоков жидкостей и газов; уравнения движения для этих моделей и методы их решений	ИД-2ОПК-4			+	Решение задач/Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления.
методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования течений жидкости и газа	ИД-2ОПК-4			+	Коллоквиум/Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов
базовые понятия в области естественнонаучных дисциплин и быть готовым использовать основные законы в профессиональной деятельности	ИД-2ОПК-4	+	+		Тестирование/Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика. Основная формула гидростатики.
<b>Уметь:</b>					
использовать технические средства для измерения основных параметров потоков жидкости и газа	ИД-2ОПК-4	+	+		Лабораторная работа/Блок лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика Гидростатика

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **5 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика. Основная формула гидростатики. (Тестирование)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов (Коллоквиум)
2. Блок лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика Гидростатика (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления. (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №5)*

На основе системы БАРС

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Шейпак, А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч.1. Основы механики жидкости и газа : учебное пособие для вузов по направлениям 653200 "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы", 651400 "Машиностроительные технологии и оборудование", 657800 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. А. Шейпак, Моск. гос. индустр. ун-т (МГИУ) . – 4-е изд., стер . – М. : Изд-во МГИУ, 2005 . – 192 с. - ISBN 5-276-00632-6 .;
2. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика : учебник для вузов по специальности "Гидравлические машины и средства автоматизации" / Б. Т. Емцев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 1987 . – 440 с.;
3. Кожевникова Н. Г., Ещин А. В., Шевкун Н. А., Драный А. В.- "Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2016 - (352 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76272](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76272);
4. Карпов К. А., Олехнович Р. О.- "Прикладная гидрогазодинамика", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (100 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/169228>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Антиплагиат ВУЗ.

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

## 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
	Г-300, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, трибуна, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, техническая аппаратура, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-422, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для самостоятельной работы	Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ГГМ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для консультирования	Г-219/2, Преподавательская	кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник,

		кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-05, Мастерская каф. "ГГМ"	стеллаж для хранения инвентаря

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Механика жидкости и газа

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика. Основная формула гидростатики. (Тестирование)
- КМ-2 Блок лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика Гидростатика (Лабораторная работа)
- КМ-4 Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов (Коллоквиум)
- КМ-4 Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления. (Решение задач)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-4	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
1	основные физические свойства жидкостей и газов. кинематика жидкости					
1.1	сновные физические свойства жидкостей и газов.		+	+		
1.2	кинематика жидкости. Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Тензор скоростей деформаций. Вихревое и потенциальное движение. Плоское течение.		+			
2	напряженное состояние жидкой среды. Гидростатика					
2.1	напряженное состояние жидкой среды. Уравнения движения жидкости в напряжениях.			+		
2.2	Гидростатика		+	+		
3	Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. одномерные газовые течения					
3.1	Общие уравнения движения жидкости.				+	+
3.2	одномерные течения вязкой жидкости				+	+
3.3	одномерные газовые течения				+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25