

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: Теплоэнергетика и теплотехника

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: Тестирование Решение задач Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

Н.И. Почернина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

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 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: - 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; - базовые понятия в области естественнонаучных дисциплин и быть готовым использовать основные законы в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоэнергетика и теплотехника (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 физические свойства жидкостей и газов кинематика жидкости. напряженное состояние жидкой среды.	31.6	4	7	1	3	-	0.6	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "основные физические свойства жидкостей и газов"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "основные физические свойства жидкостей и газов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 8-71 [2], 40-56</p>
1.1	сновные физические свойства жидкостей и газов кинематика жидкости	8.6		1	1	1	-	0.6	-	-	-	5	-	
1.2	Методы описания движения жидкости	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	
1.3	Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Тензор скоростей деформаций. Вихревое и потенциальное движение. Плоское течение.	7		2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	
1.4	Напряженное состояние жидкой среды.	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	

2	Гидростатика	28.2	4	3	6	-	0.2	-	-	-	15	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Напряженное состояние жидкой среды. Гидростатика" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидростатика"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Гидростатика" материалу. Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы "Гидростатика"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 8-90</p>
2.1	Уравнения Эйлера. Основная формула гидростатики.	11	1	3	2	-	-	-	-	-	5	-	
2.2	Относительный покой жидкости. Применение принципа Даламбера к уравнениям Эйлера.	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	
2.3	Силы давления на твердую стенку.	10.2	2	-	3	-	0.2	-	-	-	5	-	
3	Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. Одномерные газовые течения	85.2	21	12	7	-	0.2	-	-	-	45	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие уравнения движения жидкости"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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</p>
3.1	Гипотеза о напряжениях. Уравнения Навье-Стокса.	7.2	2	-	-	-	0.2	-	-	-	5	-	
3.2	Модель идеальной жидкости. Уравнения	7	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	

	Эйлера.												и подготовка к защите лаб. работы "Общие уравнения движения жидкости" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 79-126 [3], 105-443 [4], 25-125
3.3	Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.	7	2	-	-	-	-	-	-	5	-		
3.4	Уравнение количества движения. Уравнение момента количества движения.	6	1	-	-	-	-	-	-	5	-		
3.5	Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия.	12	2	-	-	-	-	-	-	10	-		
3.6	Одномерные течения вязкой жидкости	24	6	8	5	-	-	-	-	5	-		
3.7	Одномерные газовые течения	22	6	4	2	-	-	-	-	10	-		
	Экзамен	35.0	-	-	-	-	1	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2.0	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	2.0	-	-	-	0.5	113.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. напряженное состояние жидкой среды.

1.1. основные физические свойства жидкостей и газов кинематика жидкости

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. Методы описания движения жидкости

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..

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

Массовый, весовой и объемный расходы жидкости. Уравнение неразрывности в интегральной, дифференциальной и гидравлической формах. 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. Безвихревое движение; потенциал скорости. Плоское течение; функция тока. Удельный расход. Плоское потенциальное течение. Гидродинамическая сетка для плоского потенциального течения и ее свойства. Метод ЭГДА..

1.4. Напряженное состояние жидкой среды.

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

2. Гидростатика

2.1. Уравнения Эйлера. Основная формула гидростатики.

Уравнения Эйлера. Основная формула гидростатики. Шкалы давления. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Единицы измерения давления..

2.2. Относительный покой жидкости. Применение принципа Даламбера к уравнениям Эйлера.

Вращение сосуда с жидкостью с постоянной угловой скоростью.. Равноускоренное прямолинейное движение сосуда с жидкостью..

2.3. Силы давления на твердую стенку.

Общая постановка задачи.. Равномерное давление на плоскую стенку.. Равномерное давление на криволинейную стенку.. Неравномерное давление на плоскую стенку.. Равномерное давление на криволинейную стенку. Тело давления..

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

3.1. Гипотеза о напряжениях. Уравнения Навье-Стокса.

Гипотеза о напряжениях. Уравнения Навье-Стокса..

3.2. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера.

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Граничные условия..

3.3. 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..

3.4. Уравнение количества движения. Уравнение момента количества движения.

Уравнение количества движения. Уравнение момента количества движения..

3.5. Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия.

Подобие гидромеханических процессов. 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..

3.6. 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..

3.7. Одномерные газовые течения

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

3.3. Темы практических занятий

1. Общие уравнения движения жидкости.;
2. Местные гидравлические сопротивления;
3. Расчет простых трубопроводов.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Одномерные газовые течения.;
2. Одномерные течения вязкой жидкости;
3. Местные гидравлические сопротивления.

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 "Гидростатика"
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 "Гидростатика"
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	
Знать:					
базовые понятия в области естественнонаучных дисциплин и быть готовым использовать основные законы в профессиональной деятельности	ИД-1опк-4	+		+	Коллоквиум/Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов. Одномерные газовые течения. Решение задач/Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления.
фундаментальные физические законы движения жидкостей и газов; различные модели реальных потоков жидкостей и газов; уравнения движения для этих моделей и методы их решений	ИД-1опк-4		+	+	Тестирование/Тест. Основная формула гидростатики. Давление покоящейся жидкости на плоские и криволинейные стенки.
методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования течений жидкости и газа	ИД-1опк-4	+			Тестирование/Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика.

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: Билеты (письменный опрос)

1. Тест. Основная формула гидростатики. Давление покоящейся жидкости на плоские и криволинейные стенки. (Тестирование)
2. Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика. (Тестирование)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов. Одномерные газовые течения. (Коллоквиум)

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 №4)

Итоговая оценка определяется по итогам текущего контроля успеваемости и экзаменационной оценки

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. 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.;
2. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа : Учебник для вузов по специальности "Механика" / Л. Г. Лойцянский . – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 1987 . – 840 с.;
3. Сборник задач по гидравлике для технических вузов : учебное пособие для вузов по машиностроительным направлениям в области техники и технологии / Д. А. Бутаев, [и др.] ; Ред. И. И. Куколевский, Л. Г. Подвидз . – 6-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 . – 486 с. - ISBN 978-5-7038-3231-8 .;
4. Волков К. Н., Емельянов В. Н.- "Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2012 - (468 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637.

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
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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-421, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-421, 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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	Г-208, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол

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

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогазодинамика

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест. Основные свойства жидкости и газа. Кинематика. (Тестирование)
- КМ-2 Тест. Основная формула гидростатики. Давление покоящейся жидкости на плоские и криволинейные стенки. (Тестирование)
- КМ-3 Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления. (Решение задач)
- КМ-4 Блок лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых трубопроводов. Одномерные газовые течения. (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	8	10
1	основные физические свойства жидкостей и газов кинематика жидкости. напряженное состояние жидкой среды.					
1.1	основные физические свойства жидкостей и газов кинематика жидкости		+			
1.2	Методы описания движения жидкости		+		+	+
1.3	Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Тензор скоростей деформаций. Вихревое и потенциальное движение. Плоское течение.		+			
1.4	Напряженное состояние жидкой среды.		+			
2	Гидростатика					
2.1	Уравнения Эйлера. Основная формула гидростатики.			+		
2.2	Относительный покой жидкости. Применение принципа Даламбера к уравнениям Эйлера.			+		
2.3	Силы давления на твердую стенку.			+		
3	Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. Одномерные газовые течения					
3.1	Гипотеза о напряжениях. Уравнения Навье-Стокса.			+		
3.2	Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера.				+	+

3.3	Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.			+	+
3.4	Уравнение количества движения. Уравнение момента количества движения.			+	+
3.5	Подобие гидромеханических процессов. Критерии подобия.			+	+
3.6	Одномерные течения вязкой жидкости			+	+
3.7	Одномерные газовые течения			+	+
Вес КМ, %:		25	25	25	25