

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: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.26
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 97,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Лабораторная работа Коллоквиум Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

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	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

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 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа, определяет параметры потоков рабочих сред	знать: - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования течений жидкости и газа; - базовые понятия в области естественнонаучных дисциплин и быть готовым использовать основные законы в профессиональной деятельности.
ОПК-6 Способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок	ИД-1 _{ОПК-6} Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения	уметь: - выбирать модель реального потока жидкости и газа; составлять и решать соответствующие выбранной модели уравнения движения; - быть готовым участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов.
ОПК-6 Способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок	ИД-2 _{ОПК-6} Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность	знать: - 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 Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (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	36	5	8	8	8	-	-	-	-	-	12	-	<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> [1], стр. 19-25</p>
1.1	сновные физические свойства жидкостей и газов.	18		4	4	4	-	-	-	-	-	6	-	
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.	18		4	4	4	-	-	-	-	-	6	-	
2	напряженное состояние жидкой среды. Гидростатика	60		10	8	10	-	-	-	-	-	32	-	
2.1	напряженное состояние жидкой среды. Уравнения движения жидкости в напряжениях.	28	4	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "напряженное состояние жидкой среды."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 22-30 [5], стр. 2-23</p>	

2.2	Гидростатика	32	6	4	6	-	-	-	-	-	16	-	<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 и подготовка к защите лаб. работы "Общие уравнения движения жидкости"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 15-20 [4], стр. 5-17</p>
3	Общие уравнения движения жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости. одномерные газовые течения	48	14	-	14	-	-	-	-	-	20	-	
3.1	Общие уравнения движения жидкости.	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	одномерные течения вязкой жидкости	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
3.3	одномерные газовые течения	14	4	-	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. 9. Одномерные течения жидкости;
2. 14. Контрольная работа 2: Местные гидравлические сопротивления; расчет простых трубопроводов;
3. 13. Расчет простых трубопроводов;
4. 12. Местные сопротивления. Приборы для измерения расхода и скорости;
5. 11. Местные сопротивления. Истечение через отверстия и насадки;
6. 10. Уравнение Бернулли: местные гидравлические сопротивления;
7. 8. Уравнение Бернулли: течение идеальной жидкости;
8. 3. Гидростатика. Давление в точке;
9. 6. Плавание тел;
10. 5. Определение сил давления на криволинейные стенки;
11. 4. Определение сил давления на плоские стенки;
12. 15. Расчет сложных трубопроводных систем;
13. 2. Кинематика;
14. 1. Физические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости;
15. 7. Контрольная работа 1: Гидростатика; силы давления на твердые стенки;
16. 16. Одномерные газовые течения.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Техника измерений гидромеханических величин.;
2. Обтекание круглого цилиндра плоским потенциальным потоком. Электродинамическая аналогия;
3. Защита блока лабораторных работ по разделу: Одномерные течения вязкой жидкости;
4. Гидравлическое сопротивление по длине напорного трубопровода круглого сечения;
5. Определение степени турбулентности потока;
6. Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода;
7. Построение диаграммы уравнения Бернулли;
8. Защита блока лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика;
9. Исследование смены режимов течения.;
10. Измерение гидростатического давления.;

11. Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения.

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	
Знать:					
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.
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
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-6			+	Решение задач/Контрольная работа. Расчет простых трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления.
Уметь:					
быть готовым участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов	ИД-1ОПК-6		+		Лабораторная работа/Блок лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика Гидростатика
выбирать модель реального потока жидкости и газа; составлять и решать соответствующие выбранной модели уравнения движения	ИД-1ОПК-6	+			Лабораторная работа/Блок лабораторных работ по разделу: Способы измерения гидромеханических величин. Кинематика. Гидростатика Гидростатика
использовать технические средства для измерения основных параметров потоков жидкости и газа	ИД-2ОПК-6			+	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. 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. Сборник задач по гидравлике для технических вузов : учебное пособие для вузов по машиностроительным направлениям в области техники и технологии / Д. А. Бугаев, [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 .;
3. Карпов К. А., Олехнович Р. О.- "Прикладная гидрогазодинамика", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (100 с.)
<https://e.lanbook.com/book/107938>;
4. А. П. Давыдов, М. А. Валиуллин, О. Р. Каратаев- "Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2014 - (109 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427856>;

5. Аэрогидромеханика : Учебник для вузов / Е. Н. Бондарев, и др. – М. : Машиностроение, 1993 . – 607 с. - ISBN 5-217-01989-1 : 210.00 ..

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 "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
6. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф
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

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-3 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-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	8	14	16
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