

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии,  
Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами.

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**


<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Обязательная</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.О.15</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>4</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 семестр - 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>4 семестр - 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>4 семестр - 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 семестр - 60 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>учебным планом не предусмотрена</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> <b>экзамен</b>	<b>4 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>экзамен</b>	<b>4 семестр - 33,5 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры ТЭиТТ, к.г.-м.н.,

доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

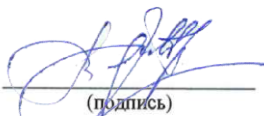
М.В. Трохимчук

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ТЭиТТ, к.т.н.,

доцент

(название кафедры)

  
(подпись)


М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

Доцент кафедры ТЭиТТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

Заведующий кафедрой АТП, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой ТЭиТТ

(название кафедры)

  
(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** состоит в формировании представлений о существующих методах решения задач гидрогазодинамики, возникающих при проектировании и эксплуатации энергетических машин, аппаратов и устройств.

**Задачами дисциплины являются:**

- освоение методов решения инженерных задач;
- формулировка и решение задачи, связанных с проектированием и эксплуатацией гидравлических и пневматических систем, газо-воздушных и пароводяных трактов энергетического оборудования;
- описание принципов действия и устройств, проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений;
- выполнение технических расчетов по проектам, технического анализа эффективности проектных решений;
- оценка инновационного потенциала проекта;
- разработка методической и технической документации, предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов и программ;
- разработка рабочих планов и технических программ, подготовка отдельных заданий для исполнителей;
- сбор, обработка, анализ и систематизация технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;
- разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- подготовка технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;
- поиск оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;
- обеспечение бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и технологического оборудования, подготовка обоснований технического перевооружения, развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем энергоснабжения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и статистики;</li><li>- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики в области механики,</li><li>- основные понятия, термины и законы химии, современные конструкционные материалы и их физико-химические свойства,</li><li>- государственную систему стандартизации, международные стандарты.</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-осуществлять анализ данных, необходимых для решения поставленных задач управления технической системой</li> <li>- использовать в практической деятельности правила деловой устной и письменной речи;</li> <li>- работать с методами решения нестандартных задач</li> <li>- применять современные методы исследования, проводить технические испытания, оценивать результаты выполненной работы;</li> <li>- оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;</li> <li>- планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части обязательных дисциплин блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии).

Дисциплина базируется на дисциплинах: Высшая математика, Физика, Теоретическая механика, Информатика.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Водоподготовка (профиль 1)», «Котельные установки (профиль 1)», при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР		Контроль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Свойства жидкостей и газов.	14	4	2	2	4	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 4-15. [2], стр. 6-10. Выполнение домашнего задания: [4], № 1.1 - 1.6 стр. 10-11.		
2	Гидростатика	10	4	2	2		—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 15-34. [2], стр. 20-28. Выполнение домашнего задания: [3], № 1.1, 1.3, 1.4, 1.6, 1.15, 1.25, 1.38 [4], № 2.1 - 2.7 стр. 14-15.		
3	Основные законы движения жидкостей	14	4	2	2	4	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 34 -57, 82-93. Выполнение домашнего задания: [3], № 2.1, 2.3, 2.5, 2.6, 2.10 [4], № 3.1, 3.2 стр. 21.		
4	Гидростатические сопротивления и распределение скоростей по сечению потока при движении жидкости в трубах	14	4	2	2	4	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 57-147. Выполнение домашнего задания: [3], № 3.2, 3.3, 3.5 – 3.9, 4.1, 5.1-5.5 [4], № 4.1 , 4.4., 4.7 стр. 27-28.		
5	Движение жидкости в открытых руслах	9	4	2	1	-	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 159-214. Выполнение домашнего задания: [3], № 6.1 -6.7		
6	Истечение жидкости из отвер-	14	4	2	2	4	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического		

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР	Контроль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная									
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
	ствий и насадков											ского материала: [1], стр. 105-117. Выполнение домашнего задания: [3], № 7.1, 7.3, 7.5-7.9 [4], № 5.1, 5.2 , 5.12 стр. 44, 47.	
7	Гидравлический расчет сооружений на каналах	9	4	1	2	—	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [2], стр. 159-167. Выполнение домашнего задания: [3], № 8.1, 8.3, 8.6, 8.9, 8.10.	
8	Фильтрация	8	4	1	1	—	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [2], стр. 190-220. Выполнение домашнего задания: [3], № 9.3-9.8	
9	Воздействие потока и твердого тела	8	4	1	1	—	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [2], стр. 225-232. Выполнение домашнего задания: [3], № 10.1-10.5.	
10	Гидравлическое моделирование	8	4	1	1	—	—	—	—	6	—	Изучение теоретического и практического материала: [2], стр. 256-278. Выполнение домашнего задания: [3], № 12.1-12.6	
	Экзамен	36	4	—	—	—	—	—	2,5	—	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого за семестр	144		16	16	16	—	—	2,5	60	33,5		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### **3.2. Краткое содержание разделов**

#### 1. Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Свойства жидкостей и газов.

Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Предмет исследования. Плотность, вязкость, сжимаемость, температурное расширение, поверхностное натяжение, капиллярный эффект, вспениваемость, испаряемость, растворимость газов.

#### 2. Гидростатика

Гидростатическое давление. Сила суммарного давления на плоские поверхности. Сила суммарного давления на цилиндрические поверхности. Закон Архимеда и его приложение.

#### 3. Основные законы движения жидкостей

Основные понятия о движении жидкости. Уравнение постоянства расхода. Виды движения жидкостей и газов. Установившееся и неустойчивое, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное, потенциальное и вихревое, ламинарное и турбулентное. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Решение задач гидромеханики на основе теории подобия. Приведение системы дифференциальных уравнений гидромеханики к безразмерному виду. Критерии гидромеханического подобия. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

#### 4. Гидростатические сопротивления и распределение скоростей по сечению потока при движении жидкости в трубах

Расчет инженерных систем. Расчет трубопроводов. Методика расчета простых трубопроводов. Методика расчета сложных трубопроводов. Аналитические и графические методы решения задач по расчету трубопроводных систем. Потери напора на трение по длине трубопровода. Распределение скоростей по сечению потока. Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Местные потери напора в трубах. Кавитация. Гидравлический удар в трубах. Формула Жуковского. Прямой и непрямой гидравлический удар. Методы предотвращения гидравлических ударов.

#### 5. Движение жидкости в открытых руслах

Формула Шези. Формулы для определения коэффициента Шези. Основные зависимости для гидравлического расчета каналов. Форма поперечного сечения канала. Гидравлические расчеты каналов замкнутого сечения. Распределение скоростей в каналах.

#### 6. Истечение жидкости из отверстий и насадков

Истечение жидкости из малых отверстий в тонкой стенке сосуда в атмосферу. Истечение жидкости из больших отверстий в атмосферу. Истечение под уровень. Истечение из насадков, из-под щита.

#### 7. Гидравлический расчет сооружений на каналах

Местные сопротивления в открытых руслах. Решетки. Водосливы. Влияние бокового сжатия и затопления водосливов. Водомерные лотки.

#### 8. Фильтрация

Основные понятия. Коэффициент фильтрации. Ламинарная и турбулентная фильтрация. Приток грунтовой воды к сооружениям.

#### 9. Воздействие потока и твердого тела

Давление потока на преграду. Сопротивление тел в жидкости. Обтекание шара. Гидравлическая крупность.

#### 10. Гидравлическое моделирование

Гидравлическое подобие. Моделирование течений в напорных трубопроводах. Моделирование равномерных течений в открытых неразмываемых руслах.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет основных свойств жидкости (2 часа).
2. Расчет процесса распыливания жидкости (2 часа).
3. Построение энергетических линий потока с учетом потерь по длине и в местных сопротивлениях (2 часа).
4. Оптимизация угла раскрытия диффузора (2 часа).
5. Расчет простого трубопровода (1 час).
6. Профилирование сопла (2 часа).

7. Получение чисел подобия методом анализа размерностей на основании  $\pi$  - теоремы. Уравнение подобия (2 часа).
8. Гидравлические потери и принципы их расчёта (1 час).
9. Основное уравнение гидростатики. Определение силы давления на плоские и криволинейные стенки (1 час).
10. Относительный покой жидкости (1 час).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Вводное занятие. Описание гидростенда ГС. Измерение скоростей движения жидкости. Определение зависимости вязкости воды от ее температуры (4 часа).
2. Измерение статического давления жидкости в плавно сужающихся и расширяющихся трубах. Исследование режимов течения жидкости (4 часа).
3. Определение области сопротивления, которое соответствует турбулентному течению жидкости. Движение жидкости в трубе переменного сечения. Гидравлические потери при движении вязкой жидкости. (4 часа).
4. Истечение жидкости через круглое, квадратное и треугольное отверстие. Истечение жидкости из внешнего цилиндрического насадка. Истечение жидкости из внешнего сужающего насадка. Исследование процесса истечения жидкости через отверстия и насадки. Кавитация в потоке жидкости (4 часа).

### **3.5. РГР**

Учебным планом не предусмотрены.

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Индекс компетенции	Формы контроля											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Знать:</b>													
основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и статистики	ОПК-3.2.		X										Тест «Красивые условия при решении задач ПТД»
фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики в области механики	ОПК-3.2.	X											Контрольная работа «Свойства жидкостей и газов»
основные понятия, термины и законы химии, современные конструкционные материалы и их физико-химические свойства	ОПК-3.2.			X									Лабораторная работа №1
государственную систему стандартизации, международные стандарты	ОПК-3.2.							X					Тест «Расчет давления жидкости на твердые поверхности»
<b>Уметь:</b>													
осуществлять анализ данных, необходимых для решения поставленных задач управления технической системой	ОПК-3.2.				X								Лабораторная работа №2
использовать в практической деятельности правила деловой устной и письменной речи	ОПК-3.2.					X							Тест «Течение газов по каналам переменного сечения»
работать с методами решения нестандартных задач	ОПК-3.2.						X						Контрольная работа «Дифференциальное уравнение неразрывности»
применять современные методы исследования, проводить технические испытания, оценивать результаты выполненной работы	ОПК-3.2.								X				Контрольная работа «Коэффициент фильтрации»
оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	ОПК-3.2.									X			Лабораторная работа №3
планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования.	ОПК-3.2.										X		Лабораторная работа №4

Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)		14	10	14	14	9	14	9	8	8	8	36	
--	--	----	----	----	----	---	----	---	---	---	---	----	--

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

– тесты:

1. Тест «Краевые условия при решении задач ГГД»
2. Тест «Расчет давления жидкости на твердые поверхности»
3. Тест «Течение газов по каналам переменного сечения»

– контрольные работы:

1. Контрольная работа «Свойства жидкостей и газов»
2. Контрольная работа «Дифференциальное уравнение неразрывности»
3. Контрольная работа «Коэффициент фильтрации»

– защита лабораторных работ.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

Экзамен.

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

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

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

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

1. **Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для студентов втузов** / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб. - репр. воспроизведение изд. 1982 г. - М. : Альянс, 2013. - 423 с.
2. **Моргунов, К. П.** Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / К. П. Моргунов. - Электрон. текстовые дан. – СПб. : Лань, 2014. - 288 с. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/51930/#1>
3. **Примеры расчетов по гидравлике** : учеб. пособие для строительных специальностей вузов / А. Д. Альтшуль [и др.] ; под ред. А. Д. Альтшуля. - репр. воспроизведение изд. 1976 г. - М. : Альянс, 2013. - 255 с.
4. **Староверов, В. В.** Газодинамика : учеб. пособие / В. В. Староверов, Л. В. Рогова, Л. В. Староверова. - Волжский : Филиал ГОУВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Волжском, 2009. - 73 с.

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point.

##### **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
Баз данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ  
<https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ  
<http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории «Гидромеханики», снабженной:

- универсальным гидростендом, разработанным в Куйбышевском авиационном институте на кафедре «Теплотехника и тепловые двигатели» совместно с отраслевой научно-исследовательской лабораторией № 9 . По гидростенду получено авторское свидетельство № 521488, авторы: Меркулов А.П., Щербак В.Б,

- гидравлическим лотком, разработанным в филиале МЭИ в г. Волжском.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Гидрогазодинамика

(название дисциплины)

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

КМ-1	Тест «Краевые условия при решении задач ГГД»
КМ-2	Контрольная работа «Свойства жидкостей и газов»
КМ-3	Защита лабораторной работы №1
КМ-4	Тест «Расчет давления жидкости на твердые поверхности»
КМ-5	Защита лабораторной работы №2
КМ-6	Тест «Течение газов по каналам переменного сечения»
КМ-7	Контрольная работа «Дифференциальное уравнение неразрывности»
КМ-8	Контрольная работа «Коэффициент фильтрации»
КМ-9	Защита лабораторной работы №3
КМ-10	Защита лабораторной работы №4

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	Экзамен
1	Основные понятия и определения гидрогазодинамики. Свойства жидкостей и газов.		+	+									+
2	Гидростатика				+								+
3	Основные законы движения жидкостей					+	+						+
4	Гидростатические сопротивления и распределение скоростей по сечению потока при движении жидкости в трубах							+	+	+			+
5	Движение жидкости в открытых руслах										+	+	+
6	Истечение жидкости из отверстий и насадков												+
7	Гидравлический расчет сооружений на каналах												+
8	Фильтрация												+
9	Воздействие потока и твердого тела												+
10	Гидравлическое моделирование												+
	Минимальный балл за КМ		4	4	2	4	4	2	4	4	6	6	20
	Максимальный балл за КМ		6	6	4	6	6	4	6	6	8	8	40