

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.02.01</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Гидрогазодинамика теплотехнологических систем, ч.1</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
---	---

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий

Уровень образования : Бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение*	Заочное обучение*
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>108</b>		
	Аудиторные занятия	<b>36</b>		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия	18		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	72		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		
	Контрольная работа			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			<b>3</b>							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов №         b130301-3\_20        

Кафедра-разработчик:         Промышленной теплоэнергетики        

Заведующий кафедрой:         Сморозин С.Н.        

**СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра:         Промышленной теплоэнергетики        

Заведующий кафедрой:         Сморозин С.Н.        

Методический отдел:         Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Базовая  Обязательная  Дополнительно   
Блок 1: является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

- Передать студентам объем знаний о движении жидкости, необходимых при изучении последующих курсов по профилю подготовки;
- Обучить студентов квалифицированно проводить расчёты потерь напора при движении теплоносителей и выбирать соответствующие насосы;
- Сформировать компетенции обучающегося в области теоретических методов расчета движения газа в элементах энергетического и теплотехнического оборудования, процессов преобразования энергии в турбомашинах.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучение основных законов гидравлики
- изучение основных законов режимов течения потоков
- Расчеты потерь напора при течении жидкости
- Овладеть основными понятиями газовой динамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах.
- Уметь пользоваться методами расчета газодинамических процессов.
- Усвоить основные направления повышения эффективности тепловых машин и аппаратов.
- Приобретение навыков использования основных уравнений газодинамики для расчета течений, выработки умений экспериментального исследования и анализа характеристик теплоэнергетического оборудования и турбомашин.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Принципы функционирования информационных технологий, используемых в гидрогазодинамике 2) Основы работы в информационных системах  Уметь: 1) Ориентироваться в информационных технологиях, при решении задач, связанных с движением жидкости 2) Анализировать информацию, полученную из различных источников  Владеть: 1) Информационными, компьютерными и сетевыми технологиями 2) Представлением результатов поиска информации в виде отчетов, рефератов и публичных выступлений		
ПК-4	Способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	1

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<b>Планируемые результаты обучения</b>		
Знать:		
1) Законы и основные физико- математические модели механизмов движения жидкости;		
2) Основы теории подобия движения жидкости;		
Уметь:		
1) Применять современные методы исследования		
2) Анализировать и обрабатывать полученные результаты		
Владеть:		
1) Основами расчета гидравлических сопротивлений		
2) Навыками расчёта гидравлических сетей и выбора оборудования		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Информатика в задачах теплоэнергетики и теплотехнологии (ОПК-1)

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Гидростатика</b>			
Тема 1. Предмет гидравлики. Основные понятия. Основные физические свойства жидкости. Массовые и поверхностные силы. Идеальные и реальные жидкости	6		
Тема 2. Основные уравнения гидростатики. Виды давления. Уравнение равновесия жидкости. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	12		
<b>Текущий контроль 1 (Опрос)</b>	1		
<b>Учебный модуль 2. Гидродинамика</b>			
Тема 3. Основные понятия и определения струйчатой модели движения. Уравнение неразрывности	10		
Тема 4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки. Уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	18		
Тема 5. Виды гидравлических сопротивлений. Основные уравнения установившегося равномерного движения жидкости. Режимы движения жидкости. Ламинарные движения в трубах. Турбулентное движение. Местные гидравлические сопротивления.	20		
Тема 6. Коэффициент сопротивления системы. Сопротивление трубопроводов. Расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет сложных трубопроводов. Гидравлический удар.	22		
Тема 7. Истечения жидкости через отверстия в тонкой стенке. Истечения жидкости через насадки	10		
<b>Текущий контроль 2 (Опрос)</b>	1		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	<b>8</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	3	1				
2	3	2				
3	3	2				
4	3	3				
5	3	4				
6	3	4				
7	3	2				
ВСЕГО:		18				

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

не предусмотрены

#### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование Лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Уравнение Бернулли	3	10				
5	Режимы движения жидкости	3	4				
5	Зависимость коэффициента гидравлического трения от режима движения	3	4				
ВСЕГО:		18					

### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	3	1				
2	Опрос	3	1				

4

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	44				
Подготовка к лабораторным занятиям	3	20				
Подготовка к зачету	3	8				
ВСЕГО:		72				

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Разбор конкретных ситуаций	2		
<b>ВСЕГО</b>		<b>2</b>		

## 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [электронный ресурс]: курс лекций/ Е.А. Крестин – Электрон. Текстовые данные. – Самара: Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 189 с., режим доступа - IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/29784>
2. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498>.— ЭБС «IPRbook».

б) дополнительная учебная литература

3. Сапухин А.А. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие с задачами и примерами их решения/ Сапухин А.А., Курочкина В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 112 с., режим доступа - IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/30350>
4. . Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.А. Крестин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 366 с.—Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49890>.— ЭБС «IPRbooks».

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Сыромаха П.И. Гидравлика и насосы: учебно-практическое пособие к лабораторным работам [Текст]: Сыромаха П.И., Тотухов Ю.А., Бутко Г.Ю. СПбГТУРП. – СПб., 2012. – 113 с.: ил.58
2. Ю.А. Тотухов, Выбор регулирующего устройства для систем гидротранспорта: методическое пособие/ Сост. Ю.А.Тотухов, П.И.Сыромаха; ГОУВПОГТУРП. СПб., 2008. – 42с.
3. Сыромаха П.И. Насосы конденсатных систем [Текст]: учебное пособие/ Сыромаха П.И., Плешанов В.Л., Гладышев Н.Н., Иванов В.Д., Короткова Т.Ю. – СПб, 2002. – 98с.ил

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru/> IPRbooks
2. <http://nizrp.narod.ru> Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. MicrosoftWindows 8.1
2. MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Специализированная лаборатория

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Демонстрационные и раздаточные материалы

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Составление конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки, отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
Лабораторные занятия	В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен освоить методику опытного определения различных характеристик описывающих течение жидкости
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает систематическую проработку пройденного материала и написания контрольной работы (для з/о). При подготовке к зачёту проработать конспект лекций, рекомендуемую литературу.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 (2)	Освоил принцип функционирования и работы в информационных системах. Способен ориентироваться и анализировать полученную информацию. Демонстрирует результаты поиска в виде рефератов и публичных выступлений.	Вопросы для устного собеседования, практическое задание.	Перечень вопросов для зачета (40 вопросов) Практическое задание (10 задач)
ПК-4 (1)	Освоил основные законы и основные модели механизмов движения жидкости. Способен применять, анализировать и обрабатывать полученные результаты. Демонстрирует навыки расчета гидравлических сопротивлений и выбора оборудования.	Вопросы для устного собеседования, практическое задание.	Перечень вопросов для зачета (40 вопросов) Практическое задание (10 задач)

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий понимание предмета и знания, полученные обучающимся при освоении дисциплины. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин
Не зачтено	Ответ не полный. Присутствуют пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом

*\* Несущественные ошибки – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.*

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для зачета	№ темы
1	Основные физические свойства жидкости	1
2	Понятие идеальной жидкости	1
3	Динамическая и кинематическая вязкость	1
4	Поверхностные и массовые силы	1
5	Первое свойство гидростатического давления	2
6	Второе свойство гидростатического давления	2
7	Основные уравнения гидростатики	2
8	Виды давления	2
9	Пьезометрическая высота	3
10	Уравнения Эйлера	3
11	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.	3
12	Давление жидкости на плоскую поверхность наклоненную под углом $\alpha$	3
13	Давление жидкости на криволинейную поверхность	3
14	Закон Архимеда	3
15	Понятие установившегося и неустановившегося движения	3
16	Определение линии тока	3
17	Труба тока	3
18	Элементарная струйка	3
19	Живые сечения, гидравлический радиус	4
20	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	4
21	Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости	4
22	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	4
23	Основное уравнение установившегося равномерного движения воды	4
24	Виды гидравлических сопротивлений	5
25	Потери напора по длине	5
26	Формула Вейсбаха-Дарси	5
27	Режимы движения жидкости	5
28	Критерий Рейнольдса	5
29	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы	6
30	Критическое число Рейнольдса	6
31	Потери напора по длине при турбулентном движении	6
32	График Никурадзе	6
33	Местные гидравлические сопротивления	6
34	Истечение жидкости через отверстие	6
35	Истечение жидкости через насадки	6
36	Общие сведения по классификации трубопроводов	6
37	Расчет коротких трубопроводов	6
38	Расчет длинных трубопроводов	6
39	Расчет сложных трубопроводов	6
40	Гидравлический удар	6

### 10.2.2 Перечень типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	В открытом резервуаре находится вода. Манометр, присоединённый к стенке резервуара показывает давление $0,35 \text{ кг/см}^2$ . Определить насколько уровень воды выше места присоединения манометра. Плотность воды принять $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	Исходя из основного уравнения гидростатики $P=P_0+\rho\cdot g\cdot h$ ; Отсюда: $P - P_0$ $h = \frac{P - P_0}{\rho \cdot g}$ ; $P-P_0=0,35 \text{ кг/см}^2=0,35\cdot 9,81\cdot 10^4 \text{ Па}$ – из условия задачи. Тогда:



		$h = \frac{P - P_0}{\rho \cdot g} = \frac{0,35 \cdot 9,81 \cdot 10^4}{9,81 \cdot 1000} = 3,5 \text{ м}$
2	<p>Манометр на трубопроводе показывает давление 0,196 кг/см<sup>2</sup>. Определить, на какую высоту h над точкой присоединения манометра поднимается жидкость, если трубопровод заполнен водой. Плотность воды принять равной <math>\rho = 980 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	<p>Давление жидкости можно определить по формуле <math>P = \rho \cdot g \cdot h</math>; Отсюда:</p> $h = \frac{0,196 \cdot 9,8 \cdot 10^4}{98 \cdot 9,8} = 2 \text{ м}$

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

**10.3.3. Особенности проведения зачета**

Время на подготовку к зачету 45 минут, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практической задачи. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация. Защита отчетов по лабораторным работам является условием допуска к зачету.