

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.27.01** Гидрогазодинамика (Гидравлика)

Учебный план: ФГОС3++b130301Ц-1\_22-14.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Цифровые энергосистемы и комплексы

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	37,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

старший преподаватель

Антуфьев С.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой  
теплоэнергетики

промышленной

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 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.

### 1.2 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.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Химия

Введение в специальность

Физика

Техническая термодинамика

Математика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах**

**Знать:** основные законы движения жидкости; методы расчета движения рабочих сред в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях

**Уметь:** использовать основные уравнения движения жидкости для проведения гидрогазодинамических расчетов

**Владеть:** расчетами параметров потоков в каналах произвольной формы

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Гидростатика						Л
Тема 1. Предмет гидравлики. Основные понятия. Основные физические свойства жидкости. Массовые и поверхностные силы. Идеальные и реальные жидкости		2		4	ИЛ	
Тема 2. Основные уравнения гидростатики. Виды давления. Уравнение равновесия жидкости. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Лабораторная работа №1. Режимы движения жидкостей. Критерий Рейнольдса и его практическое значение.		2	5	1		
Раздел 2. Гидродинамика	3					С,Л
Тема 3. Основные понятия и определения струйчатой модели движения. Уравнение неразрывности		2		5		
Тема 4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки. Уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Лабораторная работа №2. Исследование уравнения Д. Бернулли.		2	6	4		
Тема 5. Виды гидравлических сопротивлений. Основные уравнения установившегося равномерного движения жидкости. Режимы движения жидкости. Ламинарные движения в трубах. Турбулентное движение. Местные гидравлические сопротивления.		2		1		
Тема 6. Коэффициент сопротивления системы. Сопротивление трубопроводов. Расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет сложных трубопроводов. Гидравлический удар.		1		1		

Тема 7. Истечения жидкости через отверстия в тонкой стенке. Истечения жидкости через насадки	1		1		
Раздел 3. Методы определения скоростей потоков газа					
Тема 8. Конструктивные особенности трубок Пито-Прантля. Методы экспериментального определения скоростей дозвукового и сверхзвукового потоков газа с использованием трубки Пито-Прантля.	1		1		
Тема 9. Движение газа при наличии трения. Пограничный слой, основные понятия. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения в пограничном слое. Условные толщины пограничного слоя.			1		С
Тема 10. Расчет пограничного слоя. Понятия о расчете турбулентного пограничного слоя. Пограничный слой при больших скоростях течения потока. Течение газов и паров в длинных трубопроводах.			1		
Раздел 4. Основные законы газовой динамики					
Тема 11. Газовая динамика, как основа движения сжимаемых сред в энергопроизводящем оборудовании тепловых, воздухоудных и холодильных станциях. Параметры состояния и основные уравнения ГД. Параметры течения газовых потоков и связь между ними. Лабораторная работа №3. Исследование зависимости коэффициента гидравлического трения от режима движения жидкости.	2	6	4		Л,С
Тема 12. Ударная волна. Скачки уплотнения. Прямой скачек уплотнения, определение скорости и параметров состояния при переходе через прямой скачек уплотнения. Ударная адиабата. Косой скачек уплотнения. Определение скорости и параметров состояния.	2		4		
Раздел 5. Характеристики плоских диффузорных решеток профилей					С

Тема 13. Плоская решетка профилей. Основные геометрические и аэродинамические параметры решетки профилей. Теорема Жуковского о силовом воздействии потенциального потока с отдельным профилем в решетке.				4		
Тема 14. Обобщенные характеристики. Номинальный режим. Главная характеристика номинальных режимов. Профилирование диффузорных решеток на заданные условия.				5,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	37,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		34,25		37,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	Правильно выбирает методы расчета движения рабочих сред в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях. Демонстрирует навыки расчета различных параметров потоков в каналах произвольной формы. Владеет основами расчетами гидравлических сопротивлений; владеет навыками расчёта гидравлических сетей и выбора оборудования.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся дает в целом качественный ответ, основанный на всех источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Задача решена верно. Возможны небольшие погрешности.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях дисциплины; допускает при ответе существенные ошибки.	Задача не решена. Значительные погрешности в расчетах.

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Основные физические свойства жидкости
2	Гидравлический удар

3	Расчет сложных трубопроводов
4	Расчет длинных трубопроводов
5	Расчет коротких трубопроводов
6	Общие сведения по классификации трубопроводов
7	Истечение жидкости через насадки
8	Истечение жидкости через отверстие
9	Местные гидравлические сопротивления
10	График Никурадзе
11	Потери напора по длине при турбулентном движении
12	Критическое число Рейнольдса
13	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы
14	Критерий Рейнольдса
15	Режимы движения жидкости
16	Формула Вейсбаха-Дарси
17	Потери напора по длине
18	Виды гидравлических сопротивлений
19	Основное уравнение установившегося равномерного движения воды
20	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости
21	Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости
22	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости
23	Живые сечения, гидравлический радиус
24	Элементарная струйка
25	Труба тока
26	Определение линии тока
27	Понятие установившегося и неустановившегося движения
28	Закон Архимеда
29	Давление жидкости на криволинейную поверхность
30	Давление жидкости на плоскую поверхность наклоненную под углом $\alpha$
31	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.
32	Уравнения Эйлера
33	Пьезометрическая высота
34	Виды давления
35	Основные уравнения гидростатики
36	Второе свойство гидростатического давления
37	Первое свойство гидростатического давления
38	Поверхностные и массовые силы
39	Динамическая и кинематическая вязкость
40	Понятие идеальной жидкости

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

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  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

2) Воздух вытекает из баллона в атмосферу через сужающееся сопло с диаметром  $10 \text{ мм}$ . В баллоне температура  $T^* = 1270 \text{ C}$  и давление  $p^* = 1,0 \text{ МПа}$ . Найти скорость истечения и массовый секундный расход.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практической задачи.

Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Савиновских, А. Г., Коробейникова, И. Ю., Новикова, Д. А.	Гидравлика	Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/81474.html">http://www.iprbookshop.ru/81474.html</a>
Зуйков А. Л.	Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30341.html">http://www.iprbookshop.ru/30341.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Никитин, В. А.	Гидравлика (Основы статики и динамики жидкости, Прикладная механика жидкости и газа)	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2008	<a href="http://www.iprbookshop.ru/21761.html">http://www.iprbookshop.ru/21761.html</a>
О.А. Кокушкин [и др.]	Процессы и аппараты химической технологии. [Текст]. Ч.1. Гидромеханические процессы: Методические указания к лабораторным работам	М-во образования и науки РФ, СПбГУРП. – СПб.: СПбГУРП	2007	<a href="http://nizrp.narod.ru/gidromex1.htm">http://nizrp.narod.ru/gidromex1.htm</a> 17-30
Ю.А. Тотухов, С.В. Антуфьев, А.И. Смирнова	Гидрогазодинамика [Текст] : учебно- практическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1577096683.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1577096683.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронно-библиотечная система ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nizrp.narod.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013



**6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-209	Напорная установка, установка гидравлических сопротивлений, ректификационная установка, установка роторно-пульсационная, установка для исследования процессов перемешивания в жидких средах, установка для исследования кинетики инфракрасной сушки.