

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

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

Учебный план: ФГОС3++b130301-23\_21-14.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся |              | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                           | Лекции                        | Лаб. занятия |                |                   |                           |                                      |
| 3                         | УП                            | 17           | 17             | 37,75             | 0,25                      | Зачет                                |
|                           | РПД                           | 17           | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |
| Итого                     | УП                            | 17           | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |
|                           | РПД                           | 17           | 17             | 37,75             | 0,25                      |                                      |

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

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<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|--|---------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|  |                           | Лек.<br>(часы)    | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Гидростатика   | 3                         |                   |                |              |                              |                               |
| 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            |                              | Л                             |
| Раздел 2. Гидродинамика  |                           |                   |                |              |                              |                               |
| 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              |              | С,Л                          |                               |
| 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 |   |     |
| Раздел 3. Методы определения скоростей потоков газа  |  |   |   |   |     |
| Тема 8. Конструктивные особенности трубок Пито-Прантля.<br>Методы экспериментального определения скоростей дозвукового и сверхзвукового потоков газа с использованием трубки Пито-Прантля.   |  |   | 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, воздуходушных и холодильных станциях.<br>Параметры состояния и основные уравнения ГД. Параметры течения газовых потоков и связь между ними.<br>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.  |  |   |   | 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<br>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 10мм. 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.,<br>Коробейникова, И.<br>Ю., Новикова, Д. А. | Гидравлика  | Челябинск, Саратов:<br>Южно-Уральский<br>институт управления и<br>экономики, Ай Пи Эр<br>Медиа | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/81474.html">http://www.iprbookshop.ru/81474.html</a>     |
| Зуйков А. Л.  | Гидравлика. Том 1. Основы<br>механики жидкости  | Москва: Московский<br>государственный<br>строительный<br>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<br>статики и динамики<br>жидкости, Прикладная<br>механика жидкости и газа)   | Оренбург: Оренбургский<br>государственный<br>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<br>химической технологии.<br>[Текст]. Ч.1.<br>Гидромеханические<br>процессы: Методические<br>указания к лабораторным<br>работам | М-во образования и<br>науки РФ, СПбГУРП. –<br>СПб.: СПбГУРП                                    | 2007        | <a href="http://nizrp.narod.ru/gidromex1.htm">http://nizrp.narod.ru/gidromex1.htm</a> 17-30 |

### 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. |