

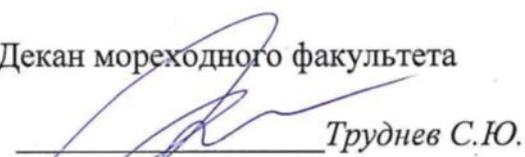
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного факультета

  
Труднев С.Ю.

30 сентября 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Гидрогазодинамика низкотемпературных установок»**

Направление:

**16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**  
(уровень бакалавриата)

профиль:

**«Холодильная техника и технологии»**

Петропавловск-Камчатский  
2024

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Составитель рабочей программы

Доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» 29» января 2024 г. протокол № 6.

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

« 29 » января 2024 г.



А. В. Костенко

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок» состоит в изучении основ гидростатики, кинематики, гидродинамики, газостатики и газодинамики, ознакомить с основными свойствами жидкостей и газов; получить представление о закономерностях равновесия и движения жидкости и газов; освоить методы расчета и анализа процессов течения; приобретение навыков проектирования гидравлических, газовых машин, аппаратов, систем.

Знания и умения, полученные в процессе изучения данного курса, способствуют более глубокому освоению специальных дисциплин.

Задача изучения дисциплины:

- дать студентам глубокие знания о сущности и закономерности процессов гидро- и газостатики, а также процессов, протекающих в гидравлических и газодинамических системах;

- дать студентам глубокие знания о назначении, устройстве и принципе действия гидравлических и компрессорных машин;

- сформировать у студентов навыки расчета и проектирования гидравлических, компрессорных машин, аппаратов, гидравлических и газовых систем при обеспечении эффективности их работы, высокой производительности, прочности, долговечности и безопасности работы.

В процессе изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;

- назначение, устройство и принцип действия гидравлических и компрессорных машин;

- расчет и проектирование гидравлических, компрессорных машин, аппаратов, гидравлических и газовых систем (систем холодоснабжения), а также проектирование в специализированных программных средствах.

**Уметь:**

- применять основные понятия, законы и модели статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;

- определять конструктивные особенности гидравлических и компрессорных машин систем холодоснабжения.

- рассчитывать и проектировать гидравлические, компрессорные машины, аппараты, гидравлических и газовых систем (систем холодоснабжения), а также проектировать в специализированных программных средствах.

**Владеть:**

- основными понятиями, законами и моделями статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;

- методами математического анализа и моделирования гидравлических и газодинамических процессов.

- методами расчета и проектирования гидравлических, компрессорных машин, аппаратов, гидравлических и газовых систем (систем холодоснабжения), а также методами проектирования в специализированных программных средствах.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

ПК-4 – Способен формировать основные технические решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК – 4	Способен формировать основные технические решения по проектированию и подбору оборудования систем холодоснабжения	ИД <sub>1</sub> ПК-4 Знает требования нормативных правовых актов в сфере технического регулирования и стандартизации к выполнению текстовой и графической частей проектной документации системы холодоснабжения; методы и правила конструирования узловых соединений, стыков и соединений элементов системы холодоснабжения в специализированных программных средствах.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Требования нормативных правовых актов в сфере технического регулирования и стандартизации к выполнению текстовой и графической частей проектной документации системы холодоснабжения;</li> <li>- Методы и правила конструирования узловых соединений, стыков и соединений элементов системы холодоснабжения в специализированных программных средствах.</li> </ul>	З(ПК-4)1, Зн.2 З(ПК-4)2, Зн.7
		ИД <sub>2</sub> ПК-4 Умеет выбирать методы и алгоритм конструирования узловых соединений, стыков и соединений элементов системы холодоснабжения; определять конструктивные особенности и метеорологические условия.	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определять конструктивные особенности и метеорологические условия;</li> <li>- Выбирать способы и алгоритмы оформления текстовой части проектной документации системы холодоснабжения, в том числе в специализированных программных средствах.</li> </ul>	У(ПК-4)1, У.2 У(ПК-4)2, У.5
		ИД <sub>3</sub> ПК-4 Умеет выбирать наиболее эффективную конструктивную схему системы холодоснабжения	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка проектной документации системы холодоснабжения;</li> <li>- выполнение расчетов для проектирования системы холодоснабжения;</li> <li>- разработка текстовой и графической частей проектной документации системы холодоснабжения.</li> </ul>	В В(ПК-4)1, В/01.6 В(ПК-4)2, В/02.6

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре образовательной программы.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Гидрогазодинамика низкотемпературных установок», необходимы для дальнейшего изучения дисциплин «Системы вентиляции и кондиционирования», «Тепломассообменные аппараты низкотемпературных установок» и др., а также для подготовки и сдачи государственного экзамена, для подготовки выпускной квалификационной работы.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Тематический план дисциплины

*Очная форма обучения*

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1. Гидростатика, кинематика, гидродинамика</b>	78	46	18	18	10	30	Опрос, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Введение в гидрогазодинамику низкотемпературных установок. Свойства жидкостей	9	4	2	2	-	5	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 2: Гидростатика	8	6	2	2	2	2	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Закон Архимеда. Закон Паскаля	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Кинематика жидкости	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 5: Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкой жидкости	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 6: Режимы течения жидкостей	10	6	2	2	2	4	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 7: Ламинарный и турбулентный режимы течения. Потери напора	8	4	2	2	-	4	Опрос, ЛБ*, РЗ*	
Тема 8: Кавитация и гидравлический удар	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 9: Насосы	17	10	2	2	6	7	Опрос, ЛБ*, РЗ*, Тест*	
<b>Раздел 2. Газостатика, кинематика, газодинамика</b>	66	39	16	16	7	29	Опрос, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Физические свойства газов. Газостатика	10	4	2	2	-	6	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 2: Кинематика газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Газодинамика, режимы течения газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Потери давления в	12	8	2	2	4	4	Опрос,	

газоводах							РЗ*, ЛБ*	
Тема 5: Аэродинамика инженерных сетей	11	7	2	2	3	4	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 6: Изопроцессы идеального газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 7: Вентиляторы	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 8: Газовые компрессора	11	4	2	2	-	7	Опрос, РЗ*, Тест*	
Экзамен, контроль								36
Итого	180	85	34	34	17	59		36

\* РЗ – решение задач, РФ – подготовка реферата; ЛБ – подготовка лабораторной работы; Тест – подготовка к тестированию.

## 4.2 Описание содержания дисциплины

### Раздел 1. Гидростатика, кинематика, гидродинамика

**Тема 1.1. Введение в Гидрогазодинамику низкотемпературных установок. Свойства жидкостей**

- Предмет и метод механики жидкости и газа;
- Идеальная и реальная жидкость;
- Основные физические свойства жидкости: плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение.

**Тема 1.2. Гидростатика**

- Силы, действующие в жидкостях;
- Гидростатическое давление и его свойства;
- Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости;
- Основное уравнение гидростатики.

**Тема 1.3. Закон Архимеда. Закон Паскаля**

- Закон Архимеда;
- Гидравлические машины.

**Тема 1.4. Кинематика жидкости**

- Основные определения кинематики: траектория движения частицы жидкости, линия тока, трубка тока, элементарная струя, поток, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус;
- Расход жидкости (объемный и массовый). Уравнение неразрывности потока жидкости.

**Тема 1.5. Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой и вязкой жидкости**

- Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости;
- Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока;
- Энергетический смысл уравнения Бернулли;
- Пьезометрический, скоростной, геометрический и полный напоры.
- Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости;
- Коэффициент Кориолиса;
- Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.

**Тема 1.6. Режимы течения жидкостей**

- Опыт Рейнольдса, критерий (число) Рейнольдса;
- Режимы движения жидкости;
- Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений;

- Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.
- Потери напора при движении жидкости.

**Тема 1.7. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Потери напора**

- Основные закономерности ламинарного режима течения;
- Потери напора при ламинарном режиме течения (формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха, Дарси);
- Основные закономерности турбулентного режима течения;
- Потери напора при турбулентном режиме течения (формулы Альтшуля, Блазиуса, Кольбрука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона);
- Коэффициент местного сопротивления.

**Тема 1.8. Кавитация и гидравлический удар**

- Физическая природа кавитации;
- Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой);
- Формула Жуковского;
- Способы борьбы с гидроударами.

**Тема 1.9. Насосы**

- Классификация насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.);
- Особенности работы, конструкции, преимущества и недостатки;
- Основные параметры работы насосов и их характеристики: подача и напор, мощность и КПД, высота всасывания;
- Совместная работа насосов.

**Лабораторная работа 1. Изучение относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.**

Экспериментальное исследование формы свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде. Расчет координат по теоретической зависимости. Построение и сравнение экспериментальных и теоретических графиков координат кривой свободной поверхности как функции расстояния до оси вращения.

**Лабораторная работа 2. Изучение режимов движения жидкости.**

Визуальное наблюдение устойчивых ламинарного и турбулентного режимов движения воды. Определение критериев Рейнольдса, соответствующих указанным режимам движения.

**Лабораторная работа 3. Изучение конструкции и принципа действия винтовых насосов.**

Изучение принципа действия винтовых насосов и особенностей их устройства. Расчет основных параметров работы насоса.

**Практическое занятие 1. Свойства жидкостей.**

**Практическое занятие 2. Основное уравнение гидростатики.**

**Практическое занятие 3. Закон Архимеда. Закон Паскаля.**

**Практическое занятие 4. Кинематика жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости.**

**Практическое занятие 5. Уравнение Бернулли невязкой и вязкой жидкостей.**

**Практическое занятие 6. Режимы течения жидкости.**

**Практическое занятие 7. Потери напора на гидравлических сопротивлениях.**

**Практическое занятие 8. Гидравлический удар.**

**Практическое занятие 9. Насосы.**

**Темы рефератов (объем 6 - 7 листов).**

1. Приборы для измерения плотности жидкости (принцип действия, отличия).
2. Приборы для измерения вязкости жидкости (принцип действия, отличия).
3. Назначение, устройство и принцип работы пикнометра и ареометра.
4. Сила трения (сила лобового сопротивления).
5. Назначение, устройство и принцип работы капиллярного вискозиметра, вискозиметра с падающим шариком.
6. Результирующая скорость (Стокса).
7. Назначение, устройство и принцип работы вискозиметра истечения, ротационного вискозиметра.
8. Силы, действующие на сферические объекты с малыми числами Рейнольдса.
9. Назначение, устройство и принцип работы торсионного вискозиметра, вискозиметра Энглера.
10. Приборы для измерения давления (принципы действия, отличия).
11. Приборы для измерения расхода жидкости (принцип действия, отличия).
12. Расходомер Вентури.
13. Мощность потока жидкости.
14. Принцип работы, устройство эжекторов.
15. Пульсация скоростей, неизотропная турбулентность.
16. Рабочая схема при исследовании турбулентного режима у стенок.
17. Формула и коэффициент Шези, гидравлический уклон.
18. Способы снижения потерь напора.
19. Классификация отверстий и насадок при истечении жидкости.
20. Истечение жидкости из отверстий насадок при переменном уровне жидкости.

## ***Раздел 2. Газостатика, кинематика, газодинамика***

### ***Тема 2.1. Физические свойства газов. Газостатика***

- Плотность, удельный объем, удельный вес, вязкость, коэффициент объемного расширения, коэффициент дросселирования, влажность;
- Основное уравнение газостатики.

### ***Тема 2.2. Кинематика газа***

- Основные понятия кинематики газов;
- Уравнение неразрывности газов.

### ***Тема 2.3. Газодинамика, режимы течения газа***

- Уравнение Бернулли для идеального газа;
- Уравнение Бернулли для реального газа;
- Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа;
- Статическое, динамическое давления газа;
- Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений;
- Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.

### ***Тема 2.4. Потери давления в газопроводах***

- Потери давления на линейных сопротивлениях (ламинарный режим);
- Формулы Дарси-Вейсбаха, Дарси (ламинарный режим);
- Потери напора на линейных сопротивлениях (турбулентный режим);
- Формулы Дарси-Вейсбаха, Альтшуля, Блазиуса;
- Виды местных сопротивлений;
- Формула Вейсбаха;
- Определение коэффициента местного сопротивления для вентиля, конусов, сужений, расширений и т.д.

### **Тема 2.5. Аэродинамика инженерных сетей**

- Классификация газовых сетей;
- Последовательность аэро(газо)динамического расчета;
- Пример построения характеристики(кривой) вентилятора.

### **Тема 2.6. Изопроцессы идеального газа**

- Изотермический (Закон Бойля – Мариотта);
- Изобарный (Закон Гей-Люссака);
- Изохорный (Закон Шарля).

### **Тема 2.7. Вентиляторы**

- Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой), особенности конструкции и работы;
- Параллельная и последовательная работа вентиляторов;
- Основные рабочие параметры вентиляторов и их характеристики: объемный расход и давление, мощность и КПД.

### **Тема 2.8. Газовые компрессора**

- Типы, виды компрессоров (центробежный, поршневой, винтовой, роторный);
- Особенности конструкции, работы.

### **Лабораторная работа 4. Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах.**

Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах. Расчет коэффициентов местного сопротивления при внезапном расширении потока газа, при его внезапном сужении, при прохождении потоком воздуха вентиля. Расчет скоростей воздуха на различных участках аэродинамической трубы. Замер и расчет потери давления при течении воздуха на местных сопротивлениях.

### **Лабораторная работа 5. Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах.**

Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах. Расчет коэффициентов линейных сопротивлений при внезапном расширении потока газа, при его внезапном сужении, при прохождении потоком воздуха вентиля. Расчет скоростей воздуха на различных участках аэродинамической трубы. Замер и расчет потерь давления при течении воздуха на линейных сопротивлениях.

**Практическое занятие 10. Физические свойства газов. Газостатика.**

**Практическое занятие 11. Кинематика газа.**

**Практическое занятие 12. Газодинамика, режимы течения газов.**

**Практическое занятие 13. Потери давления в газоведах.**

**Практическое занятие 14. Аэродинамика инженерных сетей.**

**Практическое занятие 15. Изопроцессы идеального газа.**

**Практическое занятие 16. Вентиляторы.**

**Практическое занятие 17. Газовые компрессора.**

### **Темы рефератов (объем 6 - 7 листов).**

1. Законы гидродинамического подобия потоков
2. Геометрическое подобие напорных потоков.
3. Кинематическое подобие напорных потоков.
4. Динамическое подобие напорных потоков.
5. Критерий Ньютона.
6. Критерий Фруда.
7. Критерий Вебера.

8. Эмпирические зависимости для определения физических свойств газов.
9. Зависимость плотности газов от давления и температуры.
10. Зависимость вязкости газов от давления и температуры.
11. Зависимость коэффициента температурного расширения газов от температуры.
12. Приборы для измерения плотности газов (принцип действия, отличия).
13. Приборы для измерения вязкости газов (принцип действия, отличия).
14. Совершенствование методики экспериментального определения чисел Рейнольдса газа.
15. Отличия уравнения Бернулли для газов от уравнения Бернулли для жидкостей.
16. Молекулярный режим газового потока.
17. Влияние шероховатости стенок газоведа на потери давления газа.
18. Влияние резкого расширения газоведа на потери давления газа.
19. Влияние резкого сужения газоведа на потери давления газа.
20. Влияние подогрева газа на энергозатраты при транспортировке газов.
21. Физическая сущность коэффициента сжатия струи газа.
22. Физическая сущность коэффициента скорости.
23. Физическая сущность коэффициента расхода
24. Применение пневмопривода в различных областях техники.
25. Движение газа в сложных газоведах.
26. Центральные системы СКВ (примеры расчетов).
27. Центральные-местные СКВ (примеры расчетов).
28. Построение эпюр давления газов.
29. Примеры изотермического, изобарного и изохорного процессов в промышленности.
30. Примеры адиабатных процессов в промышленности.
31. Примеры политропных процессов в промышленности.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме рефератов;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим, лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса, подготовку к тестированию, подготовку рефератов.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используются: учебно-методическое пособие – *Иодис В.А.* Механика жидкости и газа: учебное пособие для студентов направлений 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» вузов региона / Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 213 с., конспект лекций – *Иодис В.А.* Механика жидкости и газа: конспект лекций для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» очной и заочной форм обучения / Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – 87 с., методическое указание – *Иодис В.А.* Механика жидкости и газа. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Введение в Гидрогазодинамику низкотемпературных установок (предмет и ее метод).
2. Основные свойства жидкостей.
3. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики.
4. Закон Архимеда (плавание тел, остойчивость). Закон Паскаля (гидравлические машины).
5. Основные понятия кинематики жидкости (линия тока, трубка тока, струйка тока, поток, гидравлический радиус).
6. Расход жидкости. Уравнение неразрывности потока жидкости.
7. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока идеальной жидкости.
8. Уравнение Бернулли для потока вязкой (реальной жидкости) жидкости.
9. Линейные и местные потери напора. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
10. Измерение расхода и скорости движения жидкостей. Типы расходомеров.
11. Режимы движения жидкости (число Рейнольдса).
12. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, критические значения критерия Рейнольдса.
13. Ламинарный режим течения.
14. Турбулентный режим течения. Механизм турбулентного потока.
15. Потери напора при ламинарном, турбулентном режиме течения.
16. Коэффициент линейного сопротивления, шероховатость.
17. Определение потерь напора для труб некруглого сечения.
18. Местные потери напора.
19. Гидродинамическое подобие и моделирование потоков. Критерии подобия.
20. Истечение жидкости из отверстий и насадок.
21. Прямой и не прямой гидравлический удар.
22. Кавитация.
23. Гидравлические машины. Насосы. Гидравлические системы.
24. Приборы для измерения плотности и вязкости жидкости.
25. Основные свойства газов.
26. Основные величины статики газа, их свойства и определения. Основное уравнение газостатики.
27. Основные понятия кинематики газов. Уравнение неразрывности газов.

28. Уравнение Бернулли для реального идеального газа, отличия.
29. Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа.
30. Режимы течения газа. Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.
31. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений.
32. Основные закономерности ламинарного режима течения газа. Энергетические потери при ламинарном режиме течения газа.
33. Основные закономерности турбулентного режима течения. Энергетические потери при турбулентном режиме течения газа.
34. Потери давления на линейных сопротивлениях (ламинарный режим);
35. Потери напора на линейных сопротивлениях (турбулентный режим);
36. Виды местных сопротивлений. Определение коэффициента местного сопротивления для вентиляций, конусов, сужений, расширений и т.д.
37. Истечение газа из отверстий. Скорость истечения газов (формула Сен-Венана).
38. Суммарные потери давления газа. Пример расчета вентиляционных систем с естественной тягой и систем с естественной циркуляцией.
39. Виды и типы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Основные задачи расчета систем кондиционирования.
40. Изопротекции идеального газа.
41. Адиабатный и политропный процессы.
42. Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой, диаметральный и др.);
43. Особенности конструкции, работы вентиляторов;
44. Основные параметры работы вентиляторов и их характеристики.
45. Типы, виды компрессоров (газовый, воздушный, поршневые, роторно-винтовые и др.);
46. Особенности конструкции, работы;
47. Основные параметры работы компрессоров и их характеристики.

## **7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### ***7.1. Основная литература***

1. Брюханов О.Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник, 2006г.
2. Иодис В.А. Механика жидкости и газа: учебное пособие для студентов направлений 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» вузов региона / Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 213 с.

### ***7.2. Дополнительная литература***

1. Лепешкин А.В., Шейнак А.А., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие. - 3-е изд., – М.: МГИУ, 2005 г. – 352 с. (3 шт)
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика. - 3-е изд., – М.: Высшая школа, 2008 г. – 199 с. (3 шт)
3. Иодис В.А. Механика жидкости и газа: конспект лекций для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» очной и заочной форм обучения / Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – 87 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать:

1. [http:// www.techgidravlika.ru/](http://www.techgidravlika.ru/)

2. [http:// www.gidrostanok.ru](http://www.gidrostanok.ru)
3. [http:// hydmarket.ru](http://hydmarket.ru)
4. [http:// www.hydronehanika.ru](http://www.hydronehanika.ru)
5. Сайт ЭБС ООО «Издательство ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>;
6. Сайт Российской государственной библиотеки: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний (экзаменов).

*Лекции* посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: о свойствах жидкостей и газов, законах гидростатики, кинематики, гидродинамики, газодинамики, о потерях напора и давления при движении сред, о расчетах и подборе гидравлического и компрессионного оборудования, гидравлических и газовых систем. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном или на практическом занятии.

*Целью проведения практических занятий* является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения типовых задач дисциплины.

*Целью проведения лабораторных занятий* является приобретение обучающимися опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, умение решать практические задачи.

## 10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом

## 11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

*11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:*

- использование слайд-презентаций;
- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, а также в справочно-правовой системе, проработка документов;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование в электронной

информационной образовательной среде.

### ***11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

### ***11.3 Перечень информационно-справочных систем***

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>;
- научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (обеспечивающая доступ к профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам) <http://elibrary.ru/>.

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

Для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – учебные аудитории № 3-203, 3-204 с комплектом учебной мебели, лабораторными установками, лабораторными стендами. Аудитории может быть использованы и для самостоятельной работы обучающихся.

- доски аудиторные;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации по темам курса;
- Установка для изучения относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде;
- Установка для изучения режимов движения жидкости (Прибор Рейнольдса);
- Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия винтовых насосов;
- Установка для изучения потерь давления на местных и линейных сопротивлениях в воздухопроводах.