


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.  
« 18 » 03 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Гидравлика»**

Специальность:  
**26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»**  
(программа специалитета)

Петропавловск-Камчатский,  
2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании Ученого Совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 17.03.2021 г., протокол № 7.

Составитель рабочей программы

Доцент, к.т.н.



В. А. Иодис

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» «18» марта 2021 г. протокол №6.

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

«18» марта 2021 г.



А. В. Костенко

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью** освоения дисциплины Гидравлика является изучение основ гидростатики, кинематики, гидродинамики, получение представления о закономерностях равновесия и движения жидкостей, освоение методов расчета гидравлического оборудования, анализа процессов течения, проектирования гидравлических систем.

Основные **задачи** курса:

- приобретение глубоких знаний о сущности и закономерностях процессов гидростатики, кинематики, гидродинамики;
- приобретение навыков моделирования различных гидравлических процессов;
- приобретение необходимых знаний о назначении, устройстве и принципе действия гидравлического оборудования;
- приобретение знаний о сущности и закономерностях процессов, протекающих в гидравлических системах;
- овладение методиками расчета и подбора гидравлического оборудования, методиками расчета гидравлических систем.

В процессе изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;

**Уметь:**

- применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;

**Владеть:**

- навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

ОПК-2 - Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице.

Таблица – 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
ОПК-2	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> : Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Знать:</b> - основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;	<b>З(ПК-4)1</b>
		ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Уметь:</b> - применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;	<b>У(ПК-4)1</b>
		ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Владеть:</b> - навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;	<b>В(ПК-4)1</b>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Гидравлика» является дисциплиной базовой части в структуре образовательной программы, непосредственно связана с такими дисциплинами, как «Теплотехника», «Техническая термодинамика и теплопередача».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Гидравлика», необходимы для прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1 Тематический план дисциплины

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 и кинематика жидкости</b>	<b>52</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	Опрос, РЗ*, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Введение в гидравлику	2	2	2	-	-	-	Опрос	
Тема 2: Свойства жидкостей	12	4	2	2	-	8	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 3: Гидростатика, гидростатическое давление	2	2	2	-	-	-	Опрос	
Тема 4: Основное уравнение гидростатики	9	6	2	2	2	3	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 5: Закон Архимеда.	2	2	2	-	-	-	Опрос	
Тема 6: Закон Паскаля	5	4	2	2		1	Опрос, РЗ*	
Тема 7: Кинематика жидкости.	9	6	2	2	2	3	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 8: Уравнение неразрывности потока жидкости	11	6	2	-	4	5	Опрос, ЛБ*, Тест* №1	
<b>Раздел 2. Гидродинамика, насосы и гидравлические системы</b>	<b>56</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	Опрос, РЗ*, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой жидкости.	2	2	2	-	-	-	Опрос	
Тема 2: Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	2	2	2	-	-	-	Опрос	
Тема 3: Режимы течения жидкостей	5	4	2	2	-	1	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Ламинарный и турбулентный режимы течения	6	2	2	-	-	4	Опрос, РФ	
Тема 5: Потери напора на трение по длине при движении жидкости	7	5	2	-	3	2	Опрос, ЛБ*	
Тема 6: Потери напора на местных сопротивлениях при движении жидкости	5	4	2	2	-	1	Опрос, РЗ*	

Тема 7: Кавитация и гидравлический удар	9	6	2	2	2	3	Опрос ЛБ*, РЗ*
Тема 8: Насосы	9	6	2	2	2	3	Опрос ЛБ*, РЗ*
Тема 9: Гидравлические системы	11	5	2	1	2	6	Опрос ЛБ*, РЗ*, Тест* №2
Зачет с оценкой							
Всего	<b>108</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>40</b>	

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

#### 4.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Распределение учебных часов по разделам дисциплины в таблице 1.

Таблица 1

Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2
Лекционные занятия	16	18
Лабораторные занятия	8	9
Практические занятия	8	9
СРС	20	20
КСР	0	
Зачет с оценкой	3 сем.	
Итого часов	108	

### 4. Описание содержания дисциплины по модулям

#### Раздел 1.

Продолжительность изучения раздела 8 недель.

#### Лекция 1.1. Тема: Введение в гидравлику.

Рассматриваемые вопросы.

- Предмет гидравлики;
- Методы применения законов гидравлики;
- Основные понятия и определения;
- Идеальная и реальная жидкость.
- Однородная жидкость.

#### Лекция 1.2. Тема: Свойства жидкостей.

Рассматриваемые вопросы.

- Основные физические свойства жидкости: плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение;
- Зависимость основных физических свойств жидкостей от температуры и давления.

#### Лекция 1.3. Тема: Гидростатика, гидростатическое давление

Рассматриваемые вопросы.

- Силы, действующие в жидкостях,

- Напряжения, вызываемые в жидкостях массовыми и поверхностными силами;
- Гидростатическое давление и его свойства.

#### ***Лекция 1.4. Тема: Основное уравнение гидростатики***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости;
- Основное уравнение гидростатики;
- Условия равновесия жидкостей в сообщающихся сосудах.

#### ***Лекция 1.5. Тема: Закон Архимеда.***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Закон Архимеда;
- Равновесие и устойчивость тел, погруженных в жидкость. Равновесие тела, плавающего на поверхности жидкости;
- Остойчивость судна.

#### ***Лекция 1.6. Тема: Закон Паскаля***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Закон Паскаля;
- Простые гидравлические машины: гидравлический пресс, гидравлический аккумулятор, гидравлический мультипликатор.

#### ***Лекция 1.7. Тема: Кинематика жидкости***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Основные определения кинематики: траектория движения частицы жидкости, линия тока, трубка тока, элементарная струя, поток, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус.

#### ***Лекция 1.8. Тема: Уравнение неразрывности потока жидкости***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Расход жидкости (объемный и массовый), средний расход, средняя скорость;
- Уравнение неразрывности потока жидкости.

### **Тематика лабораторных работ раздела 1:**

#### ***Лабораторная работа 1.1. Тема: «Изучение относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде».***

*Содержание занятия.*

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 1.2. Тема: «Изучение режимов движения жидкости».***

*Содержание занятия.*

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

***Лабораторная работа 1.3. Тема: «Исследование процессов истечения жидкости через отверстия и насадки».***

*Содержание занятия.*

Экспериментальное исследование процесса истечения жидкости через малое круглое отверстие, насадок Вентури и насадок со скругленными входными кромками. Расчет коэффициентов расхода, скорости и сжатия для отверстия и каждого вида насадок. Сравнение экспериментальных коэффициентов с табличными данными из справочной литературы.

**Тематика практических занятий раздела 1:**

***Практическое занятие (ПЗ) 1.1. Тема: Решение задач по теме «Физические свойства жидкостей»*** [10, стр. 14-16]

*Рассматриваемые вопросы*

- Определение плотности, вязкости, удельного веса, удельного объема жидкостей, коэффициентов объемного сжатия и температурного расширения.

***Практическое занятие (ПЗ) 1.2. Тема: Решение задач по теме «Основное уравнение гидростатики»*** [10, стр. 17-19]

- Определение абсолютного, избыточного и вакуумметрического давлений жидкости, используя основное уравнение гидростатики.

***Практическое занятие (ПЗ) 1.3. Тема: Решение задач по теме «Законы Архимеда и Паскаля»*** [10, стр. 21-32, 41-51, 61-76, 92-103]

- Расчет силы Архимеда в различных средах;
- Расчет момента остойчивости;
- Расчет метацентрической высоты и радиуса;
- Расчет полезного усилия гидравлического пресса.

***Практическое занятие (ПЗ) 1.4. Тема: Решение задач по теме «Кинематика жидкости»*** [11, стр. 14-16]

*Рассматриваемые вопросы*

- Определение параметров потока жидкости (гидравлический радиус, расход, средняя скорость), используя уравнение неразрывности.



## Самостоятельная работа студента по разделу 1

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b>		
1. Изучение относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.	Оформление и подготовка работы	2
2. Изучение режимов движения жидкости.		2
3. Исследование процессов истечения жидкости через отверстия и насадки.		2
<b>Подготовка к практическим занятиям</b>		
1. Физические свойства жидкостей	Подготовка к занятиям	1
2. Основное уравнение гидростатики		1
3. Закон Архимеда. Закон Паскаля		1
4. Кинематика жидкости.		1
<b>Подготовка реферата №1 (объем 7 – 8 листов)</b>	Доклад	7
<b>Подготовка к написанию Теста №1</b>	Тест	3
<b>Итого:</b>		20

### Темы рефератов (объем 3 - 4 листа).

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).

### Раздел 2.

Продолжительность изучения раздела   9   недель.

**Лекция 2.1. Тема: Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Бернулли для потока невязкой жидкости.**

*Рассматриваемые вопросы.*

- Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости;

- Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока;
- Энергетический смысл уравнения Бернулли;
- Пьезометрический, скоростной, геометрический и полный напоры.

***Лекция 2.2. Тема: Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.***

- Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости;
- Коэффициент Кориолиса;
- Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли;
- Потери напора.

***Лекция 2.3. Тема: Режимы течения жидкостей***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Опыт Рейнольдса, критерий (число) Рейнольдса;
- Режимы движения жидкости;
- Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений;
- Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.

***Лекция 2.4. Тема: Ламинарный и турбулентный режимы течения.***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Основные закономерности ламинарного режима течения, потери энергии;
- Основные закономерности турбулентного режима течения, потери энергии;

***Лекция 2.5. Тема: Потери напора на трение по длине при движении жидкости.***

- Потери напора на трение по длине (формула Дарси-Вейсбаха);
- Коэффициент линейного сопротивления (формулы Дарси, Альтшуля, Блазиуса, Кольбука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона).

***Лекция 2.6. Тема: Потери напора на местных сопротивлениях при движении жидкости.***

- Потери напора на местных сопротивлениях (формулы Вейсбаха);
- Коэффициент местного сопротивления для вентиля, конусов, диафрагм, сужений, расширений и т.д.

***Лекция 2.7. Тема: Кавитация и гидравлический удар***

*Рассматриваемые вопросы.*

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

***Лекция 2.8. Тема: Насосы***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Типы, виды насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.);
- Особенности конструкции, работы;
- Основные параметры работы насосов и их характеристики: подача и напор,

мощность и КПД, высота всасывания.

### ***Лекция 2.9. Тема: Гидравлические системы***

*Рассматриваемые вопросы.*

- Виды и типы гидравлических систем;
- Расчет гидравлических систем (расчет потерь напора, подбор насоса).

### **Тематика лабораторных работ раздела 2:**

***Лабораторная работа 2.1. Тема: «Исследование коэффициента гидравлического трения при истечении жидкости через цилиндрическую трубку».***

*Содержание занятия.*

Экспериментальное исследование процесса истечения жидкости через цилиндрическую трубку. Расчет коэффициента гидравлического трения. Сравнение экспериментальных значений коэффициентов  $\lambda$  и  $\lambda''$  со значениями, полученными по формуле Дарси.

***Лабораторная работа 2.2. Тема: «Изучение конструкции и принципа действия центробежных насосов».***

*Содержание занятия.*

Изучение принципа действия центробежных насосов типа К и особенностей их устройства. Расчет основных параметров работы насоса.

***Лабораторная работа 2.3. Тема: «Изучение конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением».***

*Содержание занятия.*

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

***Лабораторная работа 2.4. Тема: «Изучение конструкции и принципа действия винтовых насосов».***

*Содержание занятия.*

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

### **Тематика практических занятий раздела 2:**

***Практическое занятие (ПЗ) 2.1. Тема: Решение задач по теме «Уравнение Бернулли, режимы течения жидкостей» [12, стр. 31-32]***

*Рассматриваемые вопросы*

- Определение геометрического, пьезометрического и скоростного напоров при использовании уравнения Бернулли для реальных жидкостей.
- Определение верхнего и нижнего критических чисел Рейнольдса для различных типов потоков жидкостей.

***Практическое занятие (ПЗ) 2.2. Решение задач по теме «Потери напора жидкостями на линейных сопротивлениях в трубах и местных»***

**сопротивлениях** [10, стр. 161-185, стр. 367-388]

*Рассматриваемые вопросы*

- Определение потерь напора на линейных сопротивлениях (формула Дарси-Вейсбаха);
- Определение коэффициента линейного сопротивления жидкостей по формулам Альтшуля, Блазиуса, Кольбука, Прандля – Никурадзе, Конакова, Шифринсона;
- Определение потерь напора на местных сопротивлениях (формула Вейсбаха);
- Определение коэффициента местного сопротивления жидкостей для вентиля, конусов, диафрагм, сужений, расширений и т.д.

**Практическое занятие (ПЗ) 2.3. Тема: Решение задач по теме: «Кавитация и гидравлический удар»** [10, стр. 367-388]

*Рассматриваемые вопросы.*

- Расчет фазы удара, скорости распространения ударной волны;
- Расчет ударного повышения давления для прямого и непрямого гидравлических ударов.

**Практическое занятие (ПЗ) 2.4. Тема: Решение задач по теме: «Насосы»** [10, стр. 404-433]

*Рассматриваемые вопросы.*

- Расчет основных характеристик различных типов насосов: центробежного, шестеренчатого, винтового.

**Практическое занятие (ПЗ) 2.5. Тема: Решение задач по теме: «Гидравлические системы»** [10, стр. 404-433]

*Рассматриваемые вопросы.*

- Расчет гидравлических систем (расчет потерь напора на местных сопротивлениях, потерь напора на трение по длине, подбор насоса).

### **Самостоятельная работа студента по разделу 2**

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b>		
1. Исследование коэффициента гидравлического трения при истечении жидкости через цилиндрическую трубку	Оформление и подготовка работы	2
2. Изучение конструкции и принципа действия центробежных насосов.		2
3. Изучение конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением.		2
4. Изучение конструкции и принципа действия винтовых насосов.		2
<b>Подготовка к практическим занятиям</b>		

1. Уравнение Бернулли, режимы течения жидкостей	Подготовка к занятиям	1
2. Потери напора жидкостями на линейных сопротивлениях в трубах и местных сопротивлениях		1
3. Кавитация и гидравлический удар		1
4. Насосы		1
5. Гидравлические системы		1
<b>Подготовка реферата №1 (объем 7 – 8 листов)</b>	Доклад	4
<b>Подготовка к написанию Теста №1</b>	Тест	3
<b>Итого:</b>		20

### *Темы рефератов (объем 3 - 4 листа).*

1. Приборы для измерения расхода жидкости (принцип действия, отличия).
2. Расходомер Вентури.
3. Мощность потока жидкости.
4. Принцип работы, устройство эжекторов.
5. Пульсация скоростей, неизотропная турбулентность.
6. Рабочая схема при исследовании турбулентного режима у стенок.
7. Формула и коэффициент Шези, гидравлический уклон.
8. Способы снижения потерь напора.
9. Классификация отверстий и насадок при истечении жидкости.
10. Истечение жидкости из отверстий насадок при переменном уровне жидкости.
11. Законы гидродинамического подобия потоков.

### **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

#### ***5.1 Внеаудиторная самостоятельная работа 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 и лабораторным занятиям;
- оформление и подготовка лабораторных работ;
- 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 и лабораторным занятиям, тематика которых

полностью охватывает содержание курса, подготовку лабораторных работ, подготовку к тестированию, подготовку рефератов.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используется учебно-методическое пособие Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

## ***5.2 Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (дифференцированный зачет)***

1. Введение в Гидравлику (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 непрямой гидравлический удар.
22. Кавитация.
23. Типы и виды насосов.
24. Особенности расчетов различных типов и видов насосов.
25. Гидравлическое оборудование.
26. Особенности расчетов гидравлического оборудования
27. Гидравлические системы.
28. Особенности расчетов гидравлических систем.

## 6. Рейтинг-план дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине в 3 семестре (очная форма обучения), на 2 курсе (заочная форма обучения) определяется по результатам сдачи зачета с оценкой при учете суммарного рейтинга двух разделов дисциплины.

Количество набранных баллов	Оценка
76-100	Отлично
61-75	Хорошо
46-60	Удовлетворительно
менее 45	Неудовлетворительно

Суммарный рейтинг по дисциплине

Очная форма обучения				
Семестр	Раздел 1	Раздел 2	Зачет с оценкой	Итого
3	40	35	25	100
Заочная форма обучения				
Курс	Обучение		Зачет с оценкой	Итого
2	75		25	100

## 7. Распределение часов и тем занятий для студентов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Количество часов			
		ЛК	ЛБ	ПР	СРС
	<b>2 курс</b>	4	2	4	
	Предмет и метод гидравлики. Идеальная и реальная жидкость. Основные физические свойства жидкости: плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение. Силы, действующие в жидкостях. Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости. Основное уравнение гидростатики. Кинематика жидкости. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Пьезометрический, скоростной, геометрический и полный напоры. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Потери напора. Режимы движения жидкости. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.	2			
	Определение плотности, удельного объема, вязкости, удельного веса, коэффициентов сжимаемости и температурного расширения жидкостей. Определение абсолютного давления жидкостей, используя основное уравнение гидростатики. Определение параметров потока жидкости, используя уравнение неразрывности. Определение пьезометрического, геометрического, скоростного и полного напоров при использовании уравнения Бернулли идеальной и реальной жидкостей. Определение верхнего и нижнего критических чисел Рейнольдса для различных типов потоков жидкостей. Определение параметров потоков жидкостей при ламинарном режиме течения. Определение параметров потоков жидкостей при переходном и турбулентном режимах течения.			2	

Потери напора при ламинарном режиме течения (формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха, Дарси). Потери напора при турбулентном режиме течения. Типы, виды насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.). Основные параметры работы насосов и их характеристики: подача и напор, мощность и КПД, высота всасывания и кавитация в насосах. Виды и типы гидравлических систем.	2			
Определение потерь напора на линейных сопротивлениях, числа Рейнольдса, коэффициента линейного сопротивления (ламинарный режим течения). Определение потерь напора на линейных сопротивлениях при турбулентном режиме (формула Дарси-Вейсбаха). Расчет рабочих параметров насосов: рабочего объема подачи насоса, объемной производительности, мощности двигателя, приводящего в движение насос, крутящего момента на валу привода насоса, требуемого напора с учетом гидравлического КПД. Расчет гидравлических систем (расчет потерь напора, подбор насоса).			2	
Лабораторная работа. Тема: «Изучение конструкции и принципа действия центробежных насосов».	2			
<b>Темы для самостоятельного изучения</b>				
Гидростатическое давление и его свойства [1, 2].				94
Плавание тел. Гидравлические машины [2, 3].				
Расход жидкости (объемный и массовый) [1, 2].				
Траектория движения частицы жидкости, линия тока, трубка тока, элементарная струя, поток, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус [2].				
Уравнение неразрывности потока жидкости.				
Дифференциальные уравнения Эйлера для движущейся жидкости [2, 4]				
Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока. Коэффициент Кориолиса [2].				
Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли [1, 2].				
Опыт Рейнольдса, критерий (число) Рейнольдса [1 – 3].				
Основные закономерности ламинарного режима течения [2, 3].				
Основные закономерности турбулентного режима течения [2, 3].				
Физическая природа кавитации [2, 3, 8, 9].				
Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой). Формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударами [2, 8, 9].				
Особенности конструкции, работы. Характеристики насосов: рабочая, универсальная, относительная, кавитационная, энергетическая и регулировочная характеристики [3, 5, 9].				
Определение коэффициента линейного сопротивления жидкостей по формулам Альтшуля, Блазиуса, Конакова, Шифринсона, Прандтля-Никурадзе. Определение коэффициента местного сопротивления для вентилей, конусов, сужений, расширений и потерь напора жидкостей (формула Вейсбаха) [2].				
<b>итого</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
<b>Контроль</b>			<b>4</b>	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>			<b>108</b>	



## 8. Рекомендуемая литература

### 8.1. Основная литература

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика. - 3-е изд., – М.: Высшая школа, 2008 г. – 199 с.
2. Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.
3. Триандафилов, А. Ф. Гидравлика и гидравлические машины: учебное пособие / А. Ф. Триандафилов, С. Г. Ефимова; Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар : СЛИ, 2012. – 212 с.

### 8.2. Дополнительная литература

4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2006 г. – 656 с.
5. Лепешкин А.В., Шейнак А.А., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие. - 3-е изд., – М.: МГИУ, 2005 г. – 352 с.
6. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М: Изд-во «Наука», 1972. – 720 с. с илл.
7. Справочник по гидравлическим расчетам/ Под ред. П.Г. Киселева. – 4 изд. – М.: Энергия, 1977 – 312 с.
8. Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы: учеб. для вузов. – Мл Стройиздат, 1990. – 336 с: ил.
9. Жабо В.В. Гидравлика и насосы: Учеб. для техникумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 328 с., ил.
10. Бутаев Д.А., Калмыкова З.А., Подвидз Л.Г., Попов К.Н., Рождественский С.Н., Яньшин Б.И. Задачник по гидравлике для машиностроительных вузов. Под ред. Куколевского И. И. и Подвидза Л. Г. – 2-е изд. перераб. и допол. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 440 с.
11. Евдокимов О.А., Веретенников С.В. Механика жидкости и газа. Учебное пособие с указаниями к решению задач. Часть 1 Гидрогазодинамика Под общей редакцией д.т.н., профессора Ш.А. Пиралишвили / Рыбинск, 2017. – 138 с.
12. Ларионов В.М. Филипов С.Е. Введение в гидродинамику. Учебное пособие: курс лекций, решение задач. – Казань: КГУ, 2010. – 108 с.

### 8.3. Перечень методических указаний по изучению дисциплины.

1. Иодис В.А. Механика жидкости и газа. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», профиля «Холодильная техника и технология». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 77 с.
2. Иодис В.А. Гидравлика. Программа курса и методические рекомендации по выполнению контрольной работы для студентов специальностей 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», 180402.65 «Судовождение», 180403.65 «Эксплуатация судовых энергетических установок» заочной формы обучения. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 14 с.

#### **8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. ГД2. Установка для изучения относительного покоя жидкости во вращающемся сосуде.

2. ГД4. Установка для изучения режимов движения жидкости (Прибор Рейнольдса).

3. ГД7. Установка для изучения процессов истечения жидкости через отверстия и насадки.

4. ГД8. Установка для исследования коэффициента гидравлического трения при истечении жидкости через цилиндрическую трубку.

5. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия центробежных насосов.

6. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением.

7. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия винтовых насосов.

#### **8.5. Интернет ресурсы**

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.hydrromehhanika.ru](http://www.hydrromehhanika.ru)

#### **8.6. Раздаточный материал**

Номограммы Прандтля-Никурадзе, диаграммы зависимости физических свойств жидкостей от температуры, схемы гидравлических систем, каталоги гидравлического оборудования, эскизы насосов.

#### **8.7. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: о свойствах жидкостей, законах гидростатики, кинематики и гидродинамики жидкости, о режимах течения жидкостей, о потерях напора при движении жидкости, о расчетах и подборе гидравлического оборудования и гидравлических 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 (семинарских) занятий*** является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях, лабораторных занятиях и самостоятельно. Практические занятия проводятся в форме решения типовых задач дисциплины.

***Целью лабораторного занятия*** 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.

Дополнения и изменения в рабочей программе на \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Гидравлика» для специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)