

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

С. Ю. Труднев

«20» 03 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика жидкости и газа»

направление:

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(уровень бакалавриата)

профиль:

«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Петропавловск-Камчатский, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиля «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» и рабочего учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», протокол №8 от 17.04.2019.

Составитель рабочей программы:

доцент, к.т.н.
(должность, ученое звание, степень)




Иодис В.А.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры:
Протокол № 8 от «19» 03 2019 г.

ТМО
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:
«20» 03 2019 г.



(подпись)

Костенко А.В.
(Ф.И.О.)

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Цель курса Механики жидкости и газа – 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, проектирования гидравлических и газовых систем, развитии навыков инженерных расчетов и овладении методикой решения основных задач механики жидкости и газа.

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

Задача изучения дисциплины:

- приобретение глубоких знаний о сущности и закономерности процессов гидро- и газостатики, а также процессов, протекающих в гидравлических и газодинамических системах;
- овладение экспериментальными методиками с обработкой и анализом результатов;
- приобретение необходимых знания о назначении, устройстве и принципе действия гидравлических и компрессорных машин;
- сформировать у студентов навыки расчета гидравлических и газовых систем;
- овладение современными основами моделирования различных гидравлических и газодинамических процессов.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

ПК-2 – умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

ПК-5 – способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

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

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-2	Умением моделировать технические объекты и технологические процессы с	Знать:	
		- фундаментальные физические законы покая движения жидкостей и газов; - различные модели реальных потоков жидкостей и газов, а также уравнения	3 (ПК-2)1 3 (ПК-2)2

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
	использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<p>движения для этих моделей и методы их решений (теория подобия гидравлических явлений);</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физическими законами и понятиями механики жидкостей и газов; - современными основами моделирования различных гидравлических и газодинамических процессов; - проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; - навыками расчета гидравлических и газовых систем, применяемых в пищевых и рыбоперерабатывающих производствах. 	<p></p> <p>У (ПК-2)1</p> <p>У (ПК-2)2</p> <p>В (ПК-2)1</p> <p>В (ПК-2)2</p> <p>В (ПК-2)3</p> <p>В (ПК-2)4</p>
ПК-5	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения, законы и соотношения, методики расчетов, проектирования гидравлических и газовых систем, их оборудования; - порядок расчета и проектирования деталей и узлов гидравлического оборудования, оборудования газовых систем в соответствии с техническими заданиями; - стандартные средства автоматизации расчета, проектирования гидравлических, газовых систем и их оборудования. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов гидравлического оборудования, оборудования газовых систем в соответствии с техническими заданиями; - применять стандартные средства автоматизации проектирования гидравлических, газовых систем и их оборудования. <p>Владеть:</p>	<p>3 (ПК-5)1</p> <p>3 (ПК-5)2</p> <p>3 (ПК-5)3</p> <p>У (ПК-5)1</p> <p>У (ПК-5)2</p> <p>В (ПК-5)1</p>

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
		<ul style="list-style-type: none"> - основными законами, соотношениями, методиками расчетов, проектирования гидравлических и газовых систем, их оборудования; - методиками расчетов и проектирования деталей и узлов гидравлического оборудования, оборудования газовых систем;; - стандартными средствами автоматизации расчета, проектирования гидравлических, газовых систем и их оборудования. 	<p>В (ПК-5)2</p> <p>В (ПК-5)3</p>

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» является дисциплиной вариативной части в структуре образовательной программы, непосредственно связана с такими дисциплинами, как «Технологическое оборудование», «Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования», «Правила технической эксплуатации технологического оборудования».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа», 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			
Модуль 1. Механика жидкости	91	46	18	18	10	45	Опрос, РЗ*, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Введение в механику жидкости и газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 2: Физические свойства жидкостей, применяемых в различных технологических	12	4	2	2	-	8	Опрос, РЗ*, РФ*	

процессах								
Тема 3: Неньютоновские жидкости	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Растворимости газов в жидкостях, смеси	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 5: Силы давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 6: Уравнение Бернулли. Истечение жидкости из отверстий и насадков	19	10	2	2	6	9	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 7: Расчет простых и сложных трубопроводов	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 8: Гидравлический удар	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 9: Насосы и гидравлические системы	24	8	2	2	4	16	Опрос, РЗ*, ЛБ*, РФ*, Тест №1	
Модуль 2. Механика газов	89	44	18	18	8	45	Опрос, РЗ*, ЛБ*, РФ*, Тест*	
Тема 1: Гидродинамическое подобие и моделирование потоков	10	4	2	2	-	6	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 2: Физические свойства газов. Газостатика и кинематика	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 3: Газодинамика	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 4: Потери давления на линейных и местных сопротивлениях в газопроводах	16	8	2	2	4	8	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 5: Аэродинамика инженерных сетей	17	8	2	2	4	9	Опрос, РЗ*, ЛБ*	
Тема 6: Изопрцессы идеального газа	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 7: Истечение газов из отверстий	12	4	2	2	-	8	Опрос, РЗ*, РФ*	
Тема 8: Вентиляторы	6	4	2	2	-	2	Опрос, РЗ*	
Тема 9: Газовые компрессора	10	4	2	2	-	6	Опрос, РЗ*, Тест* №2	
Зачет с оценкой								
Всего	180	90	36	36	18	90		

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

4.2 Распределение учебных часов по модулям дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Модуль 1	Модуль 2
Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	10	8
Практические занятия	18	18
СРС	45	45
Контроль	---	
	4 сем. зачет с оценкой	
Всего часов	180	

4.3 Содержания дисциплины

Дисциплинарный модуль 1.

Продолжительность изучения модуля 8 недель.

Тематика лекционных занятий модуля 1:

Лекция 1.1. Тема: Введение в механику жидкости и газа

Рассматриваемые вопросы.

- Предмет и методы механики жидкости и газа;
- Идеальная и реальная жидкость, одномерная жидкость;
- Идеальный и реальный газ;
- Основные отличия жидкостей от газов.

Лекция 1.2. Тема: Физические свойства жидкостей, применяемых в различных технологических процессах

Рассматриваемые вопросы.

- Жидкости используемые в различных технологических процессах и гидравлических машинах;
- Плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение жидкостей.

Лекция 1.3. Тема: Неньютоновские жидкости

Рассматриваемые вопросы.

- Неньютоновские жидкости (*суспензии, эмульсии, расплавы полимеров*);
- Поведение ньютоновских и неньютоновских жидкостей;
- Коэффициент вязкости как нелинейная функция от приложенной силы.

Лекция 1.4. Тема: Растворимости газов в жидкостях, смеси

Рассматриваемые вопросы.

- Зависимость растворимости газов в жидкостях от давления над поверхностью жидкостей;
- Зависимость растворимости от температуры (уравнение Клапейрона – Клаузиуса);
- Гомогенные и гетерогенные смеси.

Лекция 1.5. Тема: Силы давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки

Рассматриваемые вопросы.

- Центр давления;
- Центр тяжести;
- Момент инерции относительно центральной оси;
- Мощность поверхностных и массовых сил;
- Закон о переносе энергии.

Лекция 1.6. Тема: Уравнение Бернулли. Истечение жидкости из отверстий и насадков

Рассматриваемые вопросы.

- Уравнение Бернулли;
- Классификация отверстий и насадков;
- Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном уровне;
- Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при переменном ее уровне;
- Истечение жидкости через насадки.

Лекция 1.7. Тема: Расчет простых и сложных трубопроводов

Рассматриваемые вопросы.

- Основные задачи при расчете трубопроводов;
- Расчет простого трубопровода;
- Расчет сложного трубопровода;

Лекция 1.8. Тема: Гидравлический удар

Рассматриваемые вопросы.

- Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой);
- Фаза удара, скорость распространения ударной волны, ударное повышение давления;

Лекция 1.9. Тема: Насосы и гидравлические системы

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

Тематика лабораторных работ модуля 1:

Лабораторная работа 1.1. 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.

Лабораторная работа 1.2. 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.

Тематика практических занятий модуля 1:

Практическое занятие (ПЗ) 1.1. Тема: Решение задач по теме «Физические свойства жидкостей, применяемых в различных технологических процессах» [10, стр. 14-19]

Рассматриваемые вопросы.

Определение плотности, удельного объема, удельного веса, вязкости, сжимаемости, температурного расширения жидкостей при различных температурах и давлениях.

Практическое занятие (ПЗ) 1.2. Тема: Решение задач по теме «Неньютоновские жидкости» [16, стр. 123-125]

Рассматриваемые вопросы.

Определение вязкости суспензий, имульсий, коэффициента жесткости при сдвиге.

Практическое занятие (ПЗ) 1.3. Тема: Решение задач по теме «Растворимости газов в жидкостях, смеси» [16, стр. 132-138]

Рассматриваемые вопросы.

- Определение объема растворенного газа, коэффициента растворимости, закон Генри, уравнение Клапейрона – Клаузиуса.

Практическое занятие (ПЗ) 1.4. Тема: Решение задач по теме «Силы давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки» [16, стр. 41-51, 65-76]

Рассматриваемые вопросы.

- Определение центра давления, центр тяжести, момента инерции относительно центральной оси, мощности поверхностных и массовых сил.

Практическое занятие (ПЗ) 1.5. Тема: Решение задач по теме «Истечение жидкости из отверстий и насадков» [16, стр. 142-153]

Рассматриваемые вопросы.

- Уравнение Бернулли для идеальной, реальной жидкости, потери напора.

Расчет уровня жидкости в сосуде, расхода истекающей жидкости, скорости понижения уровня, скорости истечения, коэффициента скорости.

Практическое занятие (ПЗ) 1.6. Тема: Решение задач по теме «Расчет простых и сложных трубопроводов» [16, стр. 240-259, 275-292]

Рассматриваемые вопросы.

- Определение расхода жидкости, напора, потерь напора на трение по длине, местные сопротивления, гидродинамическое давление.

Практическое занятие (ПЗ) 1.7. Тема: Решение задач по теме «Гидравлический удар» [16, стр. 364-369]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет фазы гидравлического удара, скорости распространения ударной волны, ударного повышения давления.

Практическое занятие (ПЗ) 1.8. Тема: Решение задач по теме «Насосы» [16, стр. 369-405]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет напоров, расходов, давлений на всасывании и нагнетании различных типов насосов.

Практическое занятие (ПЗ) 1.9. Тема: Решение задач по теме «Гидравлические системы» [16, стр. 406-435]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет потерь напоров, расходов, гидродинамических давлений на участках гидравлических систем, суммарных потерь напора гидравлических систем. Подбор насоса(ов).

Самостоятельная работа студента по модулю 1

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным занятиям		
1. Исследование процессов истечения жидкости через отверстия и насадки	Оформлен ие и подготовк а работы	7
2. Изучение конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением		4
Подготовка к практическим занятиям		
1. Физические свойства жидкостей, применяемых в различных технологических процессах	Подготовка к занятиям	2
2. Неньютоновские жидкости		2
3. Растворимости газов в жидкостях, смеси		2
4. Силы давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Силовое воздействие потока		2

на ограничивающие его стенки		
5. Истечение жидкости из отверстий и насадков		2
6. Расчет простых и сложных трубопроводов		2
7. Гидравлический удар		2
8. Насосы		2
9. Гидравлические системы		2
Подготовка реферата №1 (объем 6 – 7 листов)	Доклад	6
Подготовка реферата №2 (объем 6 – 7 листов)	Доклад	6
Подготовка к написанию Теста №1	Тест	4
	Итого:	45

Темы рефератов (объем 6-7 листов).

1. Приборы для измерения плотности жидкостей, используемых в различных технологических процессах (принцип действия, отличия).
2. Приборы для измерения вязкости жидкостей, используемых в различных технологических процессах (принцип действия, отличия).
3. Построение эпюр весового давления на плоскую стенку.
4. Построение эпюр весового давления на криволинейную стенку.
5. Относительный покой неньютоновских жидкостей (сравнении с относительным покоем ньютоновских жидкостей).
6. Зависимость коэффициентов истечения от числа Рейнольдса для малого круглого отверстия с острой кромкой.
7. Работа насосов на сеть.
8. Принцип действия, конструкция дискового насоса.
9. Принцип действия, конструкция струйного насоса.
10. Принцип действия, конструкция шнекового насоса.
11. Принцип действия, конструкция кулачкового насоса.
12. Принцип действия, конструкция поршневого плунжерного насоса.
13. Принцип действия, конструкция аксиально-поршневого насоса.
14. Принцип действия, конструкция радиально-поршневого насоса.
15. Принцип действия, конструкция кривошипного насоса.

Дисциплинарный модуль 2.

Продолжительность изучения модуля 9 недель.

Тематика лекционных занятий модуля 2:

Лекция 2.1. Тема: Гидродинамическое подобие и моделирование потоков
Рассматриваемые вопросы.

- Виды подобия и моделирования;

- Критерии подобия.

Лекция 2.2. Тема: Физические свойства газов. Газостатика и кинематика

Рассматриваемые вопросы.

- Плотность, удельный объем, удельный вес, вязкость температурное расширение, сжатие газов;
- Статическое давление;
- Основное уравнение газостатики;
- Приведенное давление газа;
- Основные понятия кинематики газов;
- Уравнение неразрывности газов.

Лекция 2.3. Тема: Газодинамика

Рассматриваемые вопросы.

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

Лекция 2.4. Тема: Потери давления на линейных и местных сопротивлениях в газопроводах

Рассматриваемые вопросы.

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

Лекция 2.5. Тема: Аэродинамика инженерных сетей

Рассматриваемые вопросы.

- Суммарные потери давления газа;
- Примеры и расчет вентиляционных систем с естественной тягой;
- Пример и расчет систем с естественной и искусственной циркуляцией.

Лекция 2.6. Тема: Изопроцессы идеального газа

Рассматриваемые вопросы.

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

Лекция 2.7. Тема: Истечение газов из отверстий

Рассматриваемые вопросы.

- Скорость истечения газов (формула Сен-Венана);
- Сверхзвуковые сопла (сопла Лавалья);
- Истечение газа из отверстий с острой кромкой;

Лекция 2.8. Тема: Вентиляторы

Рассматриваемые вопросы.

- Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой, диаметральный и др.);
- Особенности конструкции, работы;
- Основные параметры работы вентиляторов и их характеристики: объемный расход и давление, мощность и КПД.

Лекция 2.9. Тема: Газовые компрессора

Рассматриваемые вопросы.

- Типы, виды компрессоров (газовый, воздушный, поршневые, роторно-винтовые и др.);
- Особенности конструкции, работы;
- Основные параметры работы компрессоров и их характеристики: нагнетаемое давление, температура нагнетания, объемный и массовый расход, мощность и КПД.

Тематика лабораторных работ модуля 2:

Лабораторная работа 2.1. Тема: «Изучение потерь давления на местных сопротивлениях в воздуховодах».

Содержание занятия.

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 2.2. Тема: «Изучение потерь давления на линейных сопротивлениях в воздуховодах».

Содержание занятия.

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.

Тематика практических занятий модуля 2:

Практическое занятие (ПЗ) 2.1. Тема: Решение задач по теме «Гидродинамическое подобие и моделирование потоков» [16, стр. 116-126]

Рассматриваемые вопросы

- Определение критериев подобия потоков газов и жидкостей (критерий Рейнольдса, Фруда, Вебера, Ньютона).

Практическое занятие (ПЗ) 2.2. Тема: Решение задач по теме «Физические свойства газов. Газостатика. Кинематика газа» [6, стр. 13-16]

Рассматриваемые вопросы

- Определение плотности, вязкости, удельного веса газов;
- Определение абсолютного давления газа, используя основное уравнение газостатики;
- Определение параметров потока газа, используя уравнение неразрывности для газа.

Практическое занятие (ПЗ) 2.3. Тема: Решение задач по теме «Газодинамика. Режимы течения газа» [6, стр. 28-31, 64-66]

Рассматриваемые вопросы

- Определение давлений при использовании уравнения Бернулли идеального и реального газов;
- Определение верхнего и нижнего критических чисел Рейнольдса для различных типов потоков газа.

Практическое занятие (ПЗ) 2.4. Тема: Решение задач по теме «Потери давления на линейных и местных сопротивлениях в газопроводах» [6, стр. 82-86]

Рассматриваемые вопросы

- Определение потерь давления на линейных сопротивлениях, числа Рейнольдса, коэффициента линейного сопротивления (ламинарный режим течения газа);
- Определение потерь давления на линейных сопротивлениях при турбулентном режиме (формула Дарси-Вейсбаха);
- Определение коэффициента линейного сопротивления газа по формулам Альтшуля, Блазиуса;
- Определение коэффициента местного сопротивления для вентиля, конусов, сужений, расширений и потерь давления газа (формула Вейсбаха).

Практическое занятие (ПЗ) 2.5. Решение задач по теме «Аэродинамика инженерных сетей» [17]

Рассматриваемые вопросы

- Расчет потерь давлений, естественно тяги и давления систем естественной циркуляции.

Практическое занятие (ПЗ) 2.6. Тема: Решение задач по теме: «Изопроецессы идеального газа» [6 стр. 28-32]

Рассматриваемые вопросы

- Расчет давления, температуры, объема газов для изотермического, изобарного и изохорного процессов;
- Расчет давления, температуры, объема газов для адиабатного и политропного процессов.

Практическое занятие (ПЗ) 2.7. Решение задач по теме «Истечение газов из отверстий» [6, стр. 42-45]

Рассматриваемые вопросы

- Определение скорости истечения газов из отверстий.

Практическое занятие (ПЗ) 2.8. Тема: Решение задач по теме: «Вентиляторы» [17]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет основных характеристик различных типов вентиляторов.

Практическое занятие (ПЗ) 2.9. Тема: Решение задач по теме: «Газовые компрессора» [18]

Рассматриваемые вопросы.

- Расчет основных характеристик различных типов газовых компрессоров.

Самостоятельная работа студента по модулю 2

Наименование тем	Форма отчетности или контроля	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным занятиям		
1. Исследование процессов истечения жидкости через отверстия и насадки	Оформлен ис и подготовк а работы	7
2. Изучение конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением		4
Подготовка к практическим занятиям		
1. Физические свойства жидкостей, применяемых в различных технологических процессах	Подготовка к занятиям	2
2. Неньютоновские жидкости		2
3. Растворимости газов в жидкостях, смеси		2
4. Силы давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки		2
5. Истечение жидкости из отверстий и насадков		2
6. Расчет простых и сложных трубопроводов		2
7. Гидравлический удар		2
8. Насосы		2

9. Гидравлические системы		2
Подготовка реферата №1 (объем 6 – 7 листов)	Доклад	6
Подготовка реферата №2 (объем 6 – 7 листов)	Доклад	6
Подготовка к написанию Теста №1	Тест	4
	Итого:	45

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 газопровода на потери давления газа.
18. Влияние резкого расширения газопровода на потери давления газа.
19. Влияние резкого сужения газопровода 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 газопроводах.
26. Построение эпюр давления газов.
27. Примеры изотермического, изобарного и изохорного процессов в промышленности.
28. Примеры адиабатных процессов в промышленности.
29. Примеры политропных процессов в промышленности.

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.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (дифференцированный зачет)

1. Введение в Механику жидкости и газа (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 вентиля, 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. Изопроецессы 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.

6 Рейтинг-план дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине в 4 семестре (очная форма обучения), на 3 курсе (заочная форма обучения) определяется по результатам сдачи зачета с оценкой, с учетом суммарного рейтинга.

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

Суммарный рейтинг по дисциплине

Очная форма обучения				
Семестр	Модуль 1	Модуль 2	Зачет с оценкой	Итого
4	40	35	25	100
Заочная форма обучения				
Курс	Обучение		Зачет с оценкой	Итого
3	75		25	100

7 Распределение часов и тем занятий для студентов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Количество часов			
		ЛК	ЛБ	ПР	СРС
	<i>Третий курс</i>	8		12	156
	Предмет и методы механики жидкости и газа. Идеальная и реальная жидкость, одномерная жидкость. Идеальный и реальный газ. Основные отличия жидкостей от газов. Жидкости используемые в различных технологических процессах и гидравлических машинах. Плотность и удельный объем, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение жидкостей. Зависимость растворимости газов в жидкостях от давления над поверхностью жидкостей. Зависимость растворимости от температуры (уравнение Клапейрона – Клаузиуса). Классификация отверстий и насадков. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном уровне. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при переменном ее уровне. Истечение жидкости через насадки.	2		4	
	Основные задачи при расчете трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет сложного трубопровода. Гидравлический удар (прямой гидравлический удар, не прямой). Фаза удара, скорость распространения ударной волны, ударное повышение давления. Основные параметры работы насосов и их характеристики: подача и напор, мощность и КПД, высота всасывания и кавитация в насосах. Виды и типы гидравлических систем. Расчет гидравлических систем (расчет потерь напора, подбор насоса).	2			

<p>Виды подобия и моделирования. Критерии подобия. Плотность, удельный объем, удельный вес, вязкость температурное расширение, сжатие газов. Статическое давление. Основное уравнение газостатики. Приведенное давление газа. Основные понятия кинематики газов. Уравнение неразрывности газов. Уравнение Бернулли для идеального газа. Уравнение Бернулли для реального газа. Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа. Статическое, динамическое давления газа. Режимы течения газа. Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Особенности смены режимов течения, верхнее и нижнее критические числа Рейнольдса.</p>	2		2	
<p>Потери давления на линейных сопротивлениях (ламинарный режим). Формулы Дарси-Вейсбаха, Дарси (ламинарный режим). Виды местных сопротивлений. Формула Вейсбаха. Определение коэффициента местного сопротивления для вентиля, конусов, сужений, расширений и т.д. Суммарные потери давления газа. Примеры и расчет вентиляционных систем с естественной тягой. Пример и расчет систем с естественной и искусственной циркуляцией. Изотермический (Закон Бойля – Мариотта). Изобарный (Закон Гей-Люссака). Изохорный (Закон Шарля). Адиабатный процесс. Политропный процесс. Скорость истечения газов (формула Сен-Венана). Сверхзвуковые сопла (сопла Лавалю). Истечение газа из отверстий с острой кромкой. Типы, виды вентиляторов (центробежный, осевой, диаметральный и др.). Особенности конструкции, работы. Основные параметры работы вентиляторов и их характеристики: объемный расход и давление, мощность и КПД. Типы, виды компрессоров (газовый, воздушный, поршневые, роторно-винтовые и др.). Особенности конструкции, работы. Основные параметры работы компрессоров и их характеристики: нагнетаемое давление, температура нагнетания, объемный и массовый расход, мощность и КПД.</p>	2		2	
<p>Определение критериев подобия потоков газов и жидкостей (критерий Рейнольдса, Фруда, Вебера, Ньютона). Определение плотности, вязкости, удельного веса газов. Определение абсолютного давления газа, используя основное уравнение газостатики. Определение параметров потока газа, используя уравнение неразрывности для газа. Определение давлений при использовании уравнения Бернулли идеального и реального газов. Определение верхнего и нижнего критических чисел Рейнольдса для различных типов потоков газа. Определение потерь давления на линейных сопротивлениях, числа Рейнольдса, коэффициента линейного сопротивления (ламинарный режим течения газа). Определение потерь давления на линейных сопротивлениях при турбулентном режиме (формула Дарси-Вейсбаха). Определение коэффициента линейного сопротивления газа по формулам Альтшуля, Блазиуса. Определение коэффициента местного сопротивления для вентиля, конусов, сужений, расширений и потерь давления газа (формула Вейсбаха). Расчет потерь давлений, естественной тяги и давления систем естественной циркуляции. Расчет давления, температуры, объема газов для изотермического, изобарного, изохорного, адиабатного и политропного процессов. Определение скорости истечения</p>			4	

	газов из отверстий. Расчет основных характеристик различных типов вентиляторов. Расчет основных характеристик различных типов газовых компрессоров.				
	<i>Темы для самостоятельного изучения</i>				
	Центр давления. Центр тяжести. Момент инерции относительно центральной оси [1, 17].				
	Гомогенные и гетерогенные смеси. [1, 3].				
	Мощность поверхностных и массовых сил. Закон о переносе энергии [1, 10].				
	Неньтоновские жидкости (суспензии, эмульсии, расплавы полимеров).				
	Поведение ньютоновских и неньтоновских жидкостей [1, 3].				
	Коэффициент вязкости как нелинейная функция от приложенной силы [10].				
	Типы, виды насосов (центробежный, шестеренчатый, винтовой и др.). Особенности конструкции, работы [3, 15, 16].				
	Приборы для измерения давления газа. Приведенное давление газа [4, 5].				
	Уравнение Бернулли для идеального газа. Энергетический смысл уравнения Бернулли для газа [4, 6].				
	Общая характеристика ламинарного и турбулентного течений. Основные закономерности ламинарного режима течения газа [6].				
	Энергетические потери при ламинарном режиме течения газа. Распределение скоростей при ламинарном режиме течения газа [6].				
	Основные закономерности турбулентного режима течения [6].				
	Энергетические потери при турбулентном режиме течения газа. Распределение скоростей при турбулентном режиме течения газа [6].				
	Виды местных сопротивлений [2].				
	Сверхзвуковые сопла (сопла Лавала) [6, 9].				
	Примеры и расчет вентиляционных систем с естественной и искусственной тягой [18].				
	Пример и расчет систем с естественной циркуляцией [18].				
	Особенности конструкции, работы вентиляторов. Основные параметры работы вентиляторов и их характеристики: объемный расход и давление, мощность и КПД [15].				
	Особенности конструкции, работы газовых компрессоров. Основные параметры работы компрессоров и их характеристики: нагнетаемое давление, температура нагнетания, объемный и массовый расход, мощность и КПД [15, 16].				
	Контрольная работа				
	Зачет с оценкой		4		
	ИТОГО по дисциплине	8		12	156
					180

8 Рекомендуемая литература

8.1. Основная литература

1. Шулюпин А.Н. Механика жидкости и газа. Введение в динамику газожидкостных сред, 2009г.
2. Иодис В.А. Гидравлика. Учебное пособие для студентов морских специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 125 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник, 2003г.
2. Лепешкин А.В., Шейнак А.А., Михайлин А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие. - 3-е изд., – М.: МГИУ, 2005 г. – 352 с.
3. Попов Д.Н. Механика гидро- и пневмоприводов: учебник, 2002г.

8.3. Перечень методических указаний по изучению дисциплины.

Иодис В.А. Гидравлика. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов (курсантов) инженерных специальностей и направлений очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 31 с.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. ГД7. Установка для изучения процессов истечения жидкости через отверстия и насадки.
2. Лабораторный стенд для изучения конструкции и принципа действия шестеренчатых насосов с внутренним зацеплением.
3. Установка для изучения потерь давления на местных и линейных сопротивлениях в воздухопроводах.

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

8.6. Раздаточный материал

Номограммы Прандтля-Никурадзе, диаграммы зависимости физических свойств жидкостей и газов от температуры, схемы гидравлических систем, систем с естественной тягой, с естественной и искусственной циркуляциями, каталоги гидравлического оборудования, эскизы насосов, компрессоров, вентиляторов.

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 (дифференцированный зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: о свойствах жидкостей и газов, законах гидро- и газостатики, кинематики и гидро- и газодинамики, о режимах течения жидкостей и газов, о потерях напора и давления при движении сред, о расчетах, подборе гидро- и газового оборудования, гидро- и газовых систем. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 за ____ / ____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине _____ для направления _____ вносятся следующие дополнения и изменения:

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

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) _____ (Ф.И.О.)