

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2023 09:23:38

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков

« 23 » 06 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Гидрогазодинамика»

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)

«Пожарная безопасность»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки - 2022

Грозный – 2022

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» является формирование, необходимой начальной базы, знаний о законах равновесия и движения жидкостей и газа, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, решения технологических задач нефтегазового производства, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах. Изучение дисциплины позволяет сформировать у студентов комплекс знаний, необходимых для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач отрасли, в том числе связанных с построением проектов разработки машиностроительных производств и ремонтных цехов и участков различных отраслей промышленности, оценки параметров течения в технологических процессах машиностроительного производства.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к обязательной части в учебном плане ОП направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» и предусмотрена для изучения в пятом семестре. В теоретико-методологическом и практическом направлении она тесно связана со следующими дисциплинами учебного плана: Математика, Физика, Информатика, теория горения и взрыва, метрология, стандартизация и сертификация, управление техносферной безопасностью, пожарная безопасность гражданских зданий и сооружений и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций (Таблица 1)

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	ОПК-1.1 Учитывает современные тенденции техники и технологий в области техносферной безопасности.	знать: <ul style="list-style-type: none">- основные физические свойства жидкости;- основные законы покоя и движения жидкости и гидромашин;- силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки;- общие сведения о гидравлических потерях;- законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах. уметь: <ul style="list-style-type: none">- применять дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости;

		<ul style="list-style-type: none"> - проводить практические расчеты различных резервуаров, и емкостей применяемых для сбора, хранения и подготовки различных жидкостей машиностроительных производств; - проводить расчеты простых и сложных трубопроводов, гидравлических систем и насосов; - проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; - проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки; - применять формулы подобия для пересчета характеристик объемных, центробежных и лопастных насосов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - режимами движения жидкости и основами гидродинамического подобия; - методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем и гидравлических машин; - методами оптимизации гидродинамических процессов; - гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций на производствах.
--	--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестры	
				5	6
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		51/1,5	12/0,33	51/1,5	12/0,33
В том числе:					
Лекции		34/1,0	6/0,17	34/1,0	6/0,17
Практические занятия		17/0,5	6/0,17	17/0,5	6/0,17
Семинары					
Лабораторные работы					
Самостоятельная работа (всего)		57/1,5	96/2,7	57/1,5	96/2,7
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР		21/0,6	24/0,7	21/0,6	24/0,7
Рефераты					
Доклады					
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям		18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
Подготовка к зачету, экзамену		18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
Вид отчетности		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	108	108	108	108
	ВСЕГО в зачетных единицах	3	3	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Основные физические свойства жидкости	4	1			2	1	6	2
2	Гидростатика Силы давления жидкости	4				2		6	
3	Кинематика и механика жидкости	2	1			1	1	3	2
4	Гидравлические потери	4				2		6	
5	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия. Местные гидравлические сопротивления	4				2		6	
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	4	1			2	1	6	2
7	Гидравлический расчет трубопроводов.	4	1			2	1	6	2
8	Гидромашины	4	1			2	1	6	2
9	Центробежные насосы. Объемные насосы	4	1			2	1	6	2
	ВСЕГО:	34	6			17	6	51	12

5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные физические свойства жидкости	Предмет гидрогазодинамики. Применение и значение гидравлики в современном машиностроении. Основные физические свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Идеальная жидкость. Ньютоновские жидкости.
2	Гидростатика Силы давления жидкости	Свойство давления в неподвижной жидкости. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда. Плавание тел.
3	Кинематика и механика жидкости	Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
4	Гидравлические потери	Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито, расходомер Вентури.
5	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия. Местные гидравлические сопротивления	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия. Потери напора в трубах. Формула Шероховатость стенок, абсолютная и относительная. Графики Никурадзе и Мурина. Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена.
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение через насадки различного типа Истечение при переменном напоре. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара. Гидравлический удар в трубах.
1	2	3

7	Гидравлический расчет трубопроводов.	<p>Движение жидкости в напорных трубопроводах. Короткие трубопроводы постоянного диаметра. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Горизонтальная и вертикальная водоспускные трубы. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Трубопровод с насосной подачей. Взаимодействие струи с твердыми преградами. Силы воздействия потока на стенки. Расчет длинного трубопровода. Магистральные нефтепроводы.</p>
8	Гидромашины	<p>Общие сведения о гидромашинах. Насосы и гидродвигатели. Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных насосов. Основы теории подобия насосов. Основные параметры насосов. Лопастные насосы. Явление кавитации. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационная характеристика. Кавитационный запас. Формула Руднева и ее применение.</p>
9	Центробежные насосы. Объемные насосы	<p>Центробежные насосы. Уравнение Эйлера. Схемы одноступенчатых центробежных насосов. Теоретический напор насоса. Полезный напор. Потери энергии в насосе. Характеристика центробежных насосов. Объемные насосы. Принцип действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Индикаторная диаграмма. Графики идеальной подачи и ее неравномерность. Диафрагменные насосы. Роторные насосы и гидродвигатели</p>

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

5.3 Лабораторные занятия (не предусмотрены)

5.4 Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Гидростатика Силы давления жидкости.	Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля
2	Кинематика и механика жидкости.	Уравнение Бернулли. Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли.
3	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия.	Режимы движения жидкости. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления критического числа Рейнольдса.
4	Местные гидравлические сопротивления.	Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях.
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся	Изучение истечения жидкости через малые отверстия и насадки в тонкой стенке при постоянном напоре в атмосферу.
6	движение жидкости. Гидравлический удар.	
7	Центробежные насосы. Объемные насосы	Параметрические испытания центробежного насоса.
8		Кавитационные испытания центробежного насоса.
9		Испытание нерегулируемого объемного насоса.

Практические (лабораторные) занятия проводятся с использованием необходимых технических и информационных материалов: подготовленные в виде таблиц, графиков, схем, принципиальных технологических схем и т.д. Студентам передается материал на электронном носителе. Материалы передаются студентам на кафедре или в библиотеке в электронном виде. На лабораторных занятиях материалы предоставляются методическим пособием, в котором изложены теоретические аспекты изучаемой темы, представлены схема установки необходимые графики расчетные формулы. Лабораторная работа выполняется на специализированных сертифицированных стендах, а также на основе разработанной компьютерной программы в виртуальной форме.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, контрольным работам, выполнение расчетного задания ИТР, РГР в письменной форме, подготовку к зачету или экзамену. Самостоятельная работа выполняется также в виде реферата, доклада или презентации студентом по ниже представленным темам. Впоследствии студенты представляют для защиты свои работы, в процессе оценивания происходит обсуждение работы, а также блиц опрос студента. При этом исполнитель может выбрать тему из предложенной тематики. В отдельных случаях тема может быть избрана студентом вне тематического списка рефератов.

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

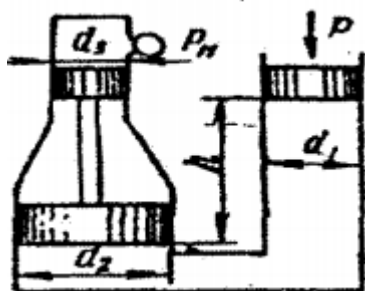
Таблица 6

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Закон Архимеда. Плавание тел.
2	Гидростатические машины
3	Приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды.
4	Давление жидкости на плоские стенки. Центр давления. Эпюры гидростатического давления.
5	Местные потери напора при больших числах Рейнольдса.
6	Истечение через насадки различного типа Истечение при переменном напоре.
7	Установившееся и неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах.
8	Гидравлический расчет трубопроводов. Длинные трубопроводы.
9	Основы теории подобия насосов. Основные параметры насосов Лопастные насосы. Явление кавитации. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов.
10	Устройство, классификация, рабочий процесс, основные параметры и уравнения гидротрансформаторов.
11	Объемные насосы. Принцип действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы.
12	Назначение принцип действия и характеристики. Гидроаккумуляторы. Фильтры.

Самостоятельная работа студентов включает проработку тем, включенных в рабочую программу, а также самоконтроль знаний по темам с помощью нижеперечисленных заданий.

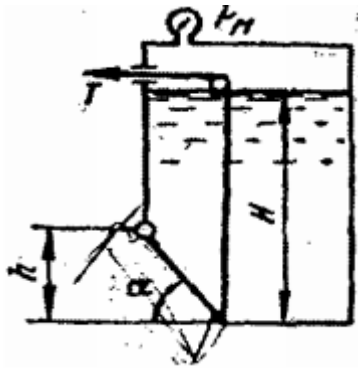
Работа выполняется в виде расчетно - графической (РГР).

Задача 1. Определить манометрическое давление p_m в верхней части одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, под действием силы P , приложенной к поршню правого сосуда (см. рис.). Исходные данные: $P = 400$ кН, $d_1 = 250$ мм, $d_2 = 400$ мм, $d_3 = 150$ мм, $h = 0,9$ м.



Задача 2. Поворотный клапан закрывает выход из бензохранилища в трубу квадратного сечения (см. рис.). Определить, какую силу T нужно приложить к тросу для открытия клапана при следующих данных: $h = 0,4$ м, $H = 1,1$ м,

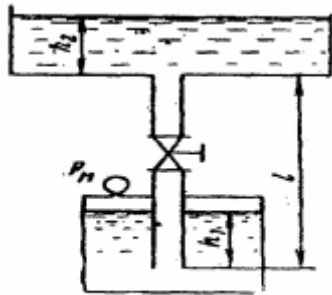
$\alpha = 30^\circ$; объемный вес бензина $\rho_b = 700 \text{ кг/м}^3$; манометрическое давление паров бензина в резервуаре $P_m = 5 \text{ кПа}$



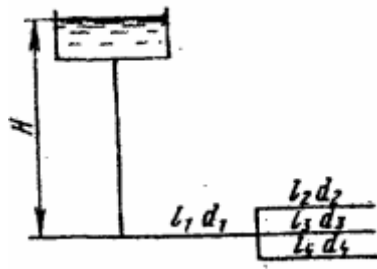
Задача 3. На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила $P_1 = 0,70 \text{ кН}$. Какую силу P_2 нужно приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды под ним был $h = 0,7 \text{ м}$ выше уровня воды под первым поршнем? Диаметр первого поршня $d_1 = 20 \text{ мм}$, второго $d_2 = 300 \text{ мм}$.

Задача 4. По сифонному трубопроводу длиной $l = 40 \text{ м}$ и диаметром $d = 100 \text{ мм}$ нужно обеспечить расход бензина $Q = 16 \text{ л/с}$. Определить разность уровней H , если длина трубопровода $l_1 = 20 \text{ м}$, ее возвышение над верхним резервуаром $h = 2 \text{ м}$. Коэффициент сопротивления сетки $\xi_c = 6$, задвижки $\xi_z = 3$. Коэффициент сопротивления трения $\lambda = 0,025$. Объемный вес бензина $\rho_b = 750 \text{ кг/м}^3$

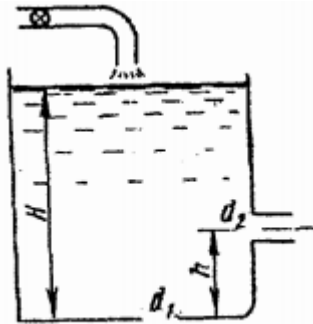
Задача 5. Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке $p_m = 70 \text{ кПа}$ (см. рис.). Определить расход воды Q при следующих данных: $d = 125 \text{ мм}$, $l = 3,5 \text{ м}$, $h_1 = h_2$. Коэффициент сопротивления трения определить по эквивалентной шероховатости $\Delta = 0,2 \text{ мм}$, предполагая наличие квадратичной зоны сопротивления. Коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу $\xi_{вх} = 0,5$; вентиля $\xi_{вент} = 4,5$; выхода из трубы $\xi_{вых} = 1,0$.



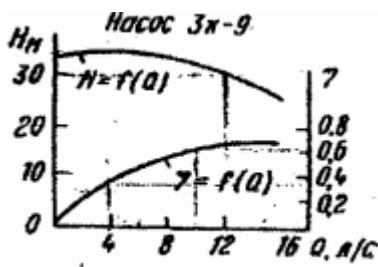
Задача 6. Определить общий расход воды Q , поступивший по системе труб под напором $H = 4,64 \text{ м}$. Диаметры труб $d_1 = 150 \text{ мм}$, $d_2 = d_3 = d_4 = 100 \text{ мм}$. Длины труб $l_1 = 120 \text{ м}$; $l_2 = l_3 = l_4 = 60 \text{ м}$. Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых водопроводных труб: $k_1 = 61,4 \text{ л/с}$, $k_2 = k_3 = k_4 = 110 \text{ л/с}$.



Задача 7. В баке, имеющем в дне отверстие диаметром $d_1 = 100$ мм и в стенке отверстие, снабженное цилиндрическим насадком, диаметром $d_2 = 75$ мм; установился уровень воды на высоте $H = 1,8$ м (см. рис.). Определить, какой расход воды Q поступает в бак, если центр бокового отверстия возвышается над дном бака на высоту $h = 0,4$ м.



Задача 8. Определить мощность на валу центробежного, подающего воду по трубопроводу длиной $l = 1400$ м и диаметром $d = 150$ мм, высота подъема воды $H_{\Gamma} = 10$ м, свободный мотор $h_{св} = 15$ м. Коэффициент сопротивления трения трубопровода $\lambda = 0,025$.



6.3 Учебно - методическое обеспечение для выполнения самостоятельной работы студентов

Литература

1. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск:

Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/35498.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 31 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26873.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Савиновских А.Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Савиновских А.Г., Коробейникова И.Ю., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86069.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Карелин В.С., Турлуев Р.А-В., Исаев Х.А. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.- Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2009 г.
6. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНИ 2008 г
7. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидродинамике. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
8. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНИ 2010 г.

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.
4. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
5. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
6. Гидростатическое давление и его свойства? Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»? Что такое техническая и физическая атмосфера в каких единицах выражается.
7. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
8. Уравнение Эйлера.
9. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
10. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.
11. Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
12. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
13. Какие приборы для измерения давления Вам известны?
14. Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?

15. Что называют относительным покоем жидкости?
16. Что называют поверхностями равного давления?
17. Сформулируйте закон Архимеда.
18. Принцип работы гидравлического прессы.
КПД гидравлического прессы.
19. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?
20. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Центр давления.
21. По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
22. Что называют телом давления?

КАРТОЧКА № 1 (к первой рубежной аттестации)

Карточка № 1	
Дисциплина: «Гидрогазодинамика»	I аттестация
1. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное) его единицы измерения	
2. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.	
3. Определение глубины погружения точки и ее параметры.	
4. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации

- 1 Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
2. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
3. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока.
4. Уравнение неразрывности.
5. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
6. Как называется коэффициент α , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
7. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
8. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
9. Скоростная трубка и трубка Пито?
10. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости? Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
11. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?

12. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью? Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют? Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
13. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов λ и ξ . Что характеризуют коэффициенты λ и ξ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
14. Объясните, что такое Δz и $\Delta z/d$, как найти величину Δz при гидравлических расчетах. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
15. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на 90° , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.
16. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
17. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным? Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
18. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
19. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
20. Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.
21. Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения.
22. Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный). Сформулируйте понятия гидравлического удара.
23. Прямой и не прямой гидравлический удар. Что такое фаза удара? Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
24. Напишите и поясните формулу Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при ударе. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
25. Назовите технические показатели насоса. Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
26. Что такое КПД насоса? Какие потери учитывает КПД насоса и его связь с другими КПД? Что называется характеристикой насоса? Что называется полем насоса $Q-H$ и связь его с КПД насоса?
27. Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?
28. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки? Что называется кавитационным запасом Δh и как его определить при испытаниях?
29. Что называется критическим кавитационным запасом $\Delta h_{кр}$? Что называется допускаемым кавитационным запасом $\Delta h_{доп}$? Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
30. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией? Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически? Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?

31. Что называется объемным насосом, какие вы знаете объемные насосы? Что называется характеристикой объемного насоса? Изобразите характеристику этого насоса.
32. Назовите и поясните основные технические показатели объемных насосов. Что называется напорной характеристикой объемного нерегулируемого насоса, каково её графическое изображение?
33. Что такое коэффициент утечек насоса и как он связан с объемным коэффициентом полезного действия?
34. Напишите и поясните уравнение напорной характеристики объемного насоса. Как определить мощность приводного двигателя объемного насоса по его параметрам.
35. Какие насосы называются роторными радиально-поршневыми, основные сведения о них? Изложите основные сведения о роторных аксиально-поршневых насосах?

КАРТОЧКА № 1 (ко второй рубежной аттестации)

Дисциплина: «Гидрогазодинамика»	II аттестация
Карточка № 1	
1. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное) его единицы измерения	
2. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка тока.	
3. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.	
4. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

7.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Гидрогазодинамика»

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.
4. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
5. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
6. Гидростатическое давление и его свойства? Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»? Что такое техническая и физическая атмосфера в каких единицах выражается.
7. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
8. Уравнение Эйлера.
9. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
10. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота? Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Определение давления жидкости в пьезометре.

11. Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
12. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
13. Какие приборы для измерения давления Вам известны?
14. Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?
15. Что называют относительным покоем жидкости?
16. Что называют поверхностями равного давления?
17. Сформулируйте закон Архимеда.
18. Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
19. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?
20. По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Центр давления.
21. По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?
22. Что называют телом давления?
23. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
24. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
25. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока.
26. Уравнение неразрывности.
27. Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
28. Как называется коэффициент α , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
29. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
30. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
31. Скоростная трубка и трубка Пито?
32. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости? Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
33. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит
34. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов λ и ξ . Что характеризуют коэффициенты λ и ξ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
35. Объясните, что такое Δz и $\Delta z/d$, как найти величину Δz при гидравлических расчетах. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
36. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на 90° , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.
37. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
38. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?

39. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным? Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
40. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
41. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
43. Напишите и поясните формулу Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при ударе. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
44. Назовите технические показатели насоса. Что такое напор насоса и как его определить по показаниям приборов? Что такое мощность насоса и полезная мощность?
45. Что такое КПД насоса? Какие потери учитывает КПД насоса и его связь с другими КПД? Что называется характеристикой насоса? Что называется полем насоса Q-H и связь его с КПД насоса?
46. Как изменяются подача, напор и мощность насоса при изменении частоты вращения рабочего колеса?
47. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки? Что называется кавитационным запасом Δh и как его определить при испытаниях?
48. Что называется критическим кавитационным запасом $\Delta h_{кр}$? Что называется допустимым кавитационным запасом $\Delta h_{доп}$? Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?
49. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией? Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически? Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?
50. Назовите и поясните основные технические показатели объемных насосов. Что называется напорной характеристикой объемного нерегулируемого насоса, каково её графическое изображение?

Примерная карточка к зачету по дисциплине «Гидрогазодинамика»

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<u>«Гидрогазодинамика»</u>
Группа	ПБ -21
Карточка № 1	
1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.	
Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение неразрывности.	
2. Гидравлические потери. Каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?	
3. Гидравлический удар в трубах.	
Зав кафедрой «Т и Г»	Р.А-В. Турлуев

7.4 Текущий контроль

Практическая работа 1.1

Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля

1. Цель работы:

1. Измерить с помощью пружинных манометров M_1 , M_2 , M_3 (рисунок 1.3) гидростатическое давление в трёх точках (1,2,3), заглублённых на различную величину под уровень жидкости соответственно на h_1 , h_2 , h_3 находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
2. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля;
3. Построить по данным опытов № 1, 2 в масштабе эпюру манометрического давления по глубине h (см. рис. 2).

3. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.1)

1. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
2. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
3. Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»?
4. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия.
7. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
8. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
9. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?
10. Эпюра гидростатического давления, как ее строят и с какой целью?

Практическая работа 1.1а (Бр.)

Определение гидростатического давления и плотности жидкости

1. Цель работы:

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах, кг/м^2 , м вод. ст., мм рт. ст., Па, учитывая, что манометр имеет сто элементарных делений.
2. Определить плотность второй жидкости, считая, что в левом дифференциальном пьезометре – вода.

4. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.1а Бр.)

1. Что понимают под свободной поверхностью жидкости?
2. Какими свойствами обладает *единичное гидростатическое давление*?
3. Единичное гидростатическое давление это-
4. От чего зависит Единичное гидростатическое давление?
5. Если на свободную поверхность жидкости действует атмосферное давление p_0 , то общее или абсолютное давление в точке жидкости: выразится формулой
6. Если на свободную поверхность жидкости действует давление p_m – больше, чем атмосферное ($p_m > p_a$), то абсолютное давление в точке жидкости найдем по формуле:
7. Под избыточным давлением понимают ...
8. Напишите и объясните основное уравнение гидростатики
9. Что и в каких единицах измеряет: жидкостной манометр, пьезометр. Какого давления Пьезометр даёт показание...
10. Как определяется высота жидкости в пьезометре. Приведите формулу.
11. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном водой?
12. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном ртутью?
13. Для определения разности давлений в двух произвольно взятых точках применяют...
14. Жидкостной дифманометр даёт показания....., выраженной в жидкости.
15. Как называется поверхность, на протяжении которой гидростатическое давление не меняется.
16. Горизонтальная плоскость в жидкости, находящейся в покое под действием силы тяжести называется (нарисуйте, дайте определения)?

Практическая работа 1.2 Бр.

Определение плотностей несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах

1. Цель работы:

Определить в сообщающихся сосудах плотности двух несмешивающихся жидкостей

Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.2 Бр.):

1. Как будет располагаться поверхность равного давления в сообщающихся сосудах?
2. Как называется плоскость, проходящая через точки с одинаковым единичным гидростатическим давлением?
3. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах одинаково, то эти поверхности будут ...
4. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах неодинаково, то то уровень свободной поверхности в сосуде с ...
5. По прекращении движения жидкости из одного сосуда в другой наступит..... т.е. сила давления на свободную поверхность жидкости в сосуде А будет ...
6. Абсолютное давление p_1 будет равно....., а давление p_2 будет определяться
7. Что определяет разность уровней свободных поверхностей ?

8. Как и по каким формулам определим абсолютное давление в сообщающихся сосудах
9. Если плотность ρ_1 в сообщающихся сосудах известна, как определить плотность ρ_2 .
10. Если давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково, то как определить абсолютное давление в т.1 и т.2.

Практическая работа 1.3 Бр.

Гидравлический пресс. Определение сжимающей силы в гидравлическом прессе по показанию манометра

1. Цель работы:

Определение силы и давления, создаваемое гидравлическим прессом.

Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.3 Бр.):

1. Назначение и применение гидравлического пресса.
2. Что представляют из себя гидростатические машины?
3. На чем основан принцип действия гидростатических машин?
4. Нарисуйте и объясните схему работы гидроаккумулятора.
5. Выведите коэффициента полезного действия пресса η
6. Для чего предназначен Гидравлический аккумулятор?
7. Как рассчитывается энергия, накопленная аккумулятором при полном подъеме плунжера?
8. Как определить гидростатическое давление, создаваемое гидроаккумулятором
9. Гидростатическое давление, создаваемое аккумулятором, будет тем....., чем меньше площадь сечения плунжера.
10. Каким уравнением определяется полная работа, совершаемая гидроаккумулятором?

Практическая работа 1.4 Бр.

Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность

1. Цель работы:

1. Определение силы суммарного давления воды на плоскую стенку.
2. Расчет положения центра давления.
3. Построение эпюры давления и вычисление ее объема.

5. Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. №1.4 Бр.):

1. Что представляет собой Сила давления на плоскую поверхность?
2. Как определяется Сила давления на плоскую поверхность?
3. Что следует иметь ввиду при определении силы давления жидкости на стенку сосуда?
4. Силу давления можно определить не только по уравнению...
5. Что называется центром давления?
6. Положение центра давления для стенок, обладающих вертикальной осью симметрии, при учете только избыточного давления находится с помощью?
7. Что такое Линия уреза?

8. Она всегда больше нуля и равна нулю только при горизонтальном положении стенки.
9. Какая величина называется эксцентриситетом гидростатического давления?
10. Эксцентриситетом гидростатического давления всегдануля и равна нулю только при
11. Следовательно, центр давления всегда расположени совпадает с..... При горизонтальном положении стенки.
12. Какое расположение площади стенки отвечает максимальному значению эксцентриситета?

Практическая работа №1.5 Бр.

Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде

1. Цель работы:

1. Определение частоты вращения вращающегося сосуда, n .
2. Построение свободной поверхности жидкости опытным и расчетным путем.
3. Построение эпюры избыточного давления на дно сосуда.

4. Основные контрольные вопросы (к лаб. раб. 1.5 Бр.):

1. Какая сила действует при состоянии относительного равновесия жидкости в сосуде, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω ?
2. Под относительным равновесием в гидравлике при движении частиц жидкости в пространстве понимается...
3. В результате действия центробежной массовой силы свободная поверхность жидкости представится ...
4. Центробежная массовая сила $F_{ц}$ действует в направлении...
5. Появление центробежной массовой силы $F_{ц}$ вызывает изменение
6. С учетом действия сил тяжести и центробежной силы, получите уравнение поверхности равного давления
7. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
8. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
9. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
10. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
11. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
12. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.

13. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
14. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?
15. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
16. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?
17. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
18. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
19. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
20. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
21. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
22. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
23. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
24. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?
25. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
26. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?

Практическая работа 1.2

Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернули

1. Цель работы:

1. Определить опытным путем слагаемые z , $p/\rho g$, $v^2/2g$ уравнения Д. Бернулли для сечений I-I...II-II, а также потери полного напора h_{w1-2} между сечениями (см. рис. 8,9).

2. Вычислить средние скорости потока v и отвечающие им скоростные напоры $v^2/2g$ для указанных живых сечений потока жидкости.
6. Построить в масштабе по опытным данным пьезометрическую линию и линию полного напора (см. рис.6).

7. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.2)

1. Поясните геометрический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
 2. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
 3. Как называется коэффициент α , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
 4. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл?
 5. Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
 6. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
 7. Поясните, что такое скоростная трубка и трубка Пито?
 8. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?
 9. Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
 10. Охарактеризуйте движение жидкости на пути между сечениями I-I ÷ II-II, исходя из классификации движений жидкости.
5. Результаты измерений и вычислений

Практическая работа 1.3

Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса

1. Цель работы:

1. Убедиться на опыте путем окрашивания струйки воды в стеклянной трубе в существовании ламинарного и турбулентного режимов.
2. Вычислить по данным опытов, проведенных на этой трубе, числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах, сравнить их с критическим, убедиться, что при ламинарном режиме $Re < Re_{кр}$, а при турбулентном – $Re > Re_{кр}$.
3. Построить по опытным данным, полученным на винипластовой трубе, график $lgh_e = f(\lg U)$, определить с его помощью критическую скорость $U_{кр}$, а через нее вычислить критическое число $Re_{кр} = 2320$.
2. Подтвердить с помощью графика $lgh_e = f(\lg U)$, что при ламинарном режиме потери напора по длине h_e пропорциональны средней скорости в первой степени, а при турбулентном - в степени $1,75 \leq m \leq 2$.

8. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.3)

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
3. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
5. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?
6. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
7. Изобразите график зависимости потерь напора по длине от средней скорости (в логарифмических координатах) и дайте пояснения к нему.
8. Поясните, как определяются Re и $Re_{кр}$ для труб некруглого сечения?
9. Поясните, почему график $h\ell = f(v)$ строят в логарифмических координатах?
10. Поясните, что такое гидравлический радиус и что он характеризует?

Практическая работа 1.4

Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях

1. Цель работы:

1. Определить по опытным данным, воспользовавшись формулами (1) и (2), значение коэффициента гидравлического трения λ_{on} и величины коэффициента ζ для трех видов местных сопротивлений;
2. Установить, воспользовавшись соотношениями А.Н. Альтшуля или же графиком Никурадзе (см. рис. 1) области гидравлического сопротивления, в которых работали участки напорного трубопровода;
3. Вычислить значения коэффициентов гидравлического трения λ по соответствующим эмпирическим формулам;
9. Найти справочные значения коэффициентов местных сопротивлений ($\zeta_{p.нов}$ по таблице, ζ_{pp} и $\zeta_{p.c.}$ вычислить по формулам (4), (6);
5. Оценить сходимость λ_{on} и ζ_{on} с их расчетными справочными значениями.

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.4)

1. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.

2. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов λ и ξ .
3. Что характеризуют коэффициенты λ и ξ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
4. Объясните, что такое Δ_3 и Δ_3/d , как найти величину Δ_3 при гидравлических расчетах.
5. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
6. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на 90° , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.

Практическая работа 1.5

Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу.

1. Цель работы:

1. Определить по опытным данным величины коэффициентов: $\mu_{оп}$, $\varphi_{оп}$, $\varepsilon_{оп}$, $\zeta_{оп}$, при истечении через малое круглое отверстие диаметром $d = 2$ см при постоянном напоре в атмосферу и величины коэффициентов $\mu_{Ноп} = \varphi_{Ноп} = \zeta_{Ноп}$ для внешнего цилиндрического и конических (сходящегося и расходящегося) насадков при $H = const$ в атмосферу.
2. Сравнить значения коэффициентов, полученные в опытах, со справочными и подсчитать относительные отклонения.

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.5)

1. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий?
2. Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
3. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение?
4. Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется?
5. Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
6. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным?
7. Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
8. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
9. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.

10. Какое уравнение лежит в основе формул для вычисления скорости истечения ϑ и расхода жидкости Q при истечении из отверстий и насадков? Напишите и поясните это уравнение.

Практическая работа 1.6

Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе

1. Цель работы:

Определить опытным путем величину повышения давления $\Delta P_{оп}$ при прямом гидравлическом ударе в напорном трубопроводе, сравнить ее с величиной ΔP , вычисленной по формуле Н. Е. Жуковского (см. формулу 1), и подсчитать относительное отклонение

$$\varepsilon_{\Delta P} = \frac{|\Delta P - \Delta P_{оп}|}{\Delta P} \cdot 100\%$$

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.6)

1. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
2. Прямой и непрямой гидравлический удар.
2. Что такое фаза удара?
3. Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
4. Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.
5. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.

7.5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
Шифр компетенции: ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека (согласно ФГОС ВО)					
<p>Знать: - виды и режимы движения жидкости; уравнение динамического равновесия равномерного потока; логарифмический закон распределения скоростей в круглой трубе; законы движения и равновесия жидкостей.</p>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Контролирующие материалы по дисциплине, задания для контрольной работы, задания для лабораторных и практических работ, тестовые задания.
<p>Уметь: - пользоваться программными комплексами, при осуществлении процессов хранения и перекачки жидкостей и газов, а также средствами управления и контроля; применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей.</p>	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<p>Владеть: - практическими методами определения основных физико-химических свойств, жидкостей и газов, методиками расчета объема и массы при их хранении и перекачки по трубопроводам различного назначения.</p>	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется

звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглых** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 31 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26873.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Савиновских А.Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Савиновских А.Г., Коробейникова И.Ю., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86069.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Карелин В.С., Турлуев Р.А-В., Исаев Х.А. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.- Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2009 г.
6. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНИ 2008 г
7. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидродинамике. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
8. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНИ 2010 г.

б) дополнительная литература

1. Айвазян О.М. Основы гидравлики бурных потоков [Электронный ресурс]/ Айвазян О.М.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010.— 266 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16585.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Зуйков А.Л. Гидравлика. Том 2. Напорные и открытые потоки. Гидравлика сооружений [Электронный ресурс]: учебник/ Зуйков А.Л., Волгина Л.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86298.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Савиновских А.Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Савиновских А.Г., Коробейникова И.Ю., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86069.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Глухов В.С. Основы гидравлики и теплотехники: Раздел 1. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глухов В.С., Дикой А.А., Дикая И.В.— Электрон. текстовые данные.— Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/82446.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНИ 2008 г
6. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидродинамике. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
7. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНИ 2010 г.
8. Мадаева М.З. Магомадова М.Х. Поршневые и центробежные насосы. Примеры расчета. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
9. Магомадова М.Х. Исаев Х.А. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидравлика».
10. Карелин В.С. Турлуев Р.А-В Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли Метод. указ. к лаб. работе. Изд. ГГНИ 2010 г.

в) программное и коммуникационное обеспечение

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины».
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

г). **Интернет ресурсы:** Интернет ресурс - www.gstou.ru электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», «Консультант студента»

Гидрогазодинамика

	borisov.3dn.ru>_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf
	forest-college.ru>files/uchebn-mat-1/tehnich...
	firing-hydra.ru>index.php...
	twirpx.com>file/189316/
	gidravlika.3dn.ru>index/kurs_lekcij/0-4
	hydro133.narod.ru>lecture/og_lec_04.pdf
	shporgaloshka.ucoz.ru>gidravlika-konspekt...
	borisov.3dn.ru>_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf
	allformgsu.ru>Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике
	hydro133.narod.ru>lecture/og_lec_04.pdf

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1 Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Гидрогазодинамика (наличие оборудования и ТСО)

1.	Типовой комплект учебного оборудования: стенд гидравлический универсальный "Экспериментальная механика жидкости" ЭМЖ-09-14ЛР-01 (14 лабораторных работ)
2	Типовой комплект учебного оборудования: «Измерение давлений, расходов и температур в системах газоснабжения» ИСГ ДРТ-012-12ЛР-ПК (12 лабораторных работ)
3	Виртуальные лабораторные работы: «Лабораторный комплекс Гидравлика»; «Гидромашины и гидроприводы»; «Исследование открытого потока»; «Гидравлическое моделирование кольцевых, тупиковых, или комбинированных трубопроводных сетей». Программный лабораторный комплекс "Гидравлика" (45 лабораторных работ)
4	Комплекты плакатов (размер 560x800 мм):
4.1	Комплект плакатов «Гидравлика и гидропривод» 560x800 мм, 16 шт. Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
5.1	Гидравлика и гидропривод (171шт.)
	Презентации:
1	Основы прикладной гидравлики;
2	Гидравлические потери по длине трубопровода;
3	Насосы и гидроприводы
4	Лекции по разделу гидравлические машины
5	Гидроэлектростанции

Методические указания по освоению дисциплины «Гидрогазодинамика»

Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Гидрогазодинамика» состоит из 9 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Гидрогазодинамика» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, лабораторные занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, лабораторным занятиям, и иным формам письменных работ, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и другие формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/лабораторному занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 - 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры, изучить схему, описание и порядок проведения лабораторной работы, рассмотреть графики и диаграммы. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лабораторные работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, желать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала,

обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения. Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, необходимо использовать литературу, которую рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позвонит глубоко овладеть теоретическим материалом. Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный. Дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к практическому/семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия; который .. отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и

Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Гидрогазодинамика» - это углубление и расширение знаний в области формирования навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе.

Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины.

Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организации самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимися учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры
«Теплотехника и гидравлика»



_____/Р.А-В. Турлуев/

Согласовано:

Зав. кафедрой
«Теплотехника и гидравлика»



_____/Р.А-В. Турлуев/

Зав. выпускающей кафедрой «БЖД»



_____/М.С. Хасиханов/

Директор ДУМР



_____/М.А. Магомаева/