

«УТВЕРЖДАЮ»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»**

**Направление подготовки**  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Направленность (профили):**  
«Тепловые электрические станции»  
«Энергообеспечение предприятий»

**Квалификация**  
Бакалавр

Год начала подготовки – 2022

Грозный – 2022

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины "Гидрогазодинамика" является освоение основных законов покоя и движения жидкости и газа, а также методов их практического применения. Ознакомление с теоретическими методами расчета основных параметров движения жидкости и газа.

**Задачей курса** является изучение основных физических свойств жидкости, изучение основ кинематики и динамики жидкости и применение теоретического материала при расчете различных гидросистем.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и изучается в 5 и 6 семестрах. Для изучения курса требуется знание: Высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов, метрологии. В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов: Тепловые двигатели и нагнетатели, Тепловые и атомные электрические станции, Турбины тепловых и атомных электростанций, Технологические энергоносители предприятий, Системы газоснабжения, водоснабжения и водоотведения.

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

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p><b>ОПК-3</b> Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.</p>	<p>ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа;  ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физико-механические свойства жидкости и силы, действующие в жидкости</li> <li>свойства гидростатического давления, основные законы движения жидкости;</li> <li>- общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей виды и режимы движения жидкости, основы гидродинамической теории смазки;</li> <li>- назначение и классификацию трубопроводов;</li> <li>- методы гидравлического расчета и проектирования трубопроводов;</li> <li>- классификацию гидравлических машин гидропневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода;</li> <li>- методику расчета и проектирования гидравлических машин и объемных гидропередат;</li> <li>- особенности конструкции и расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей;</li> <li>- осуществить гидравлический расчет простого и сложного трубопроводов;</li> <li>- составлять гидроэнергетический баланс насосной установки;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>- проводить расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения;</li><li>- классификацию гидropневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода.</li></ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами исследования движения жидкости, методами гидравлического расчета и проектирования трубопроводов;</li><li>- законами сопротивления движения жидкости, истечения жидкости через отверстия и насадки;</li><li>- существующими гидравлическими и пневматическими системами;</li><li>- методикой расчета и проектирования, гидравлических машин и объемных гидропередат проведение расчетов на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения.</li></ul>
--	--	---

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры				
			5	6	5	6	
	ОФО	ЗФО	ОФО		ЗФО		
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>83/2,3</b>	<b>26/0,7</b>	<b>51/1,4</b>	<b>32/1,0</b>	<b>16/0,44</b>	<b>10/0,3</b>	
В том числе:							
Лекции	33/0,9	14/0,4	17/0,5	16/0,5	8/0,22	6/0,17	
Практические занятия	17/0,5	4/0,11	17/0,5		4/0,11		
Семинары							
Лабораторные работы	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>133/3,7</b>	<b>190/5,3</b>	<b>57/1,6</b>	<b>76/2,1</b>	<b>128/3,5</b>	<b>62/1,7</b>	
В том числе:							
Курсовая работа (проект)	40/1,1	26/0,7		40/1,1		26/0,7	
Расчетно-графические работы							
ИТР	9/0,25	20/0,55	9/0,25		20/0,55		
Рефераты							
Доклады							
Презентации							
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>							
Подготовка к лабораторным работам	34/0,9	54/1,5	16/0,4	18/0,5	36/1,0	18/0,5	
Подготовка к практическим занятиям	16/0,4	36/1,0	16/0,4		36/1,0		
Подготовка к зачету	16/0,4	36/1,0	16/0,4		36/1,0		
Подготовка к экзамену	18/0,5	18/0,5		18/0,5		18/0,5	
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	зачет	экзамен	зачет	экзамен	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО часов в</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1.1 Разделы дисциплины и виды занятий (5 семестр)

**Таблица 3.1**

№ 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	2	2	2	1	2	1	6	4
2	Вязкость жидкости. Силы, действующие на жидкость	2		2		2		6	
3	Гидростатическое давление	2	2	2	1	2	1	6	4
4	Основные уравнения гидростатики	2		2		2		6	
5	Силы давления на твердые поверхности. Эпюры давления	2	2	2	1	3	1	7	4
6	Приборы для измерения давления.	2		2		2		6	
7	Закон Архимеда. Плавание тел. Гидростатические машины.	2	2	2	1	2	1	6	4
8	Относительный покой жидкости. Сообщающиеся сосуды	3		3		2		8	
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>51</b>	<b>16</b>

### 5.1.2 Разделы дисциплины и виды занятий (6 семестр)

**Таблица 3.2**

№ 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 понятия гидродинамики.	1						1	
2	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.	1	2	2	1			3	3
3	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	2		2				4	
4	Гидравлические потери. Местные гидравлические сопротивления.	2	2	2	1			4	3
5	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.	2		2				4	
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки	1		2				3	
7	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	2	2	2	2			4	4
8	Фильтрация жидкости. Законы фильтрации жидкости в грунтах.	2		2				4	
9	Статика и динамика газов. Аэродинамика инженерных сетей	2		2				4	
10	Гидравлический расчет трубопроводов	1						1	
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>4</b>			<b>32</b>	<b>10</b>

## 5.2.1 Лекционные занятия (5 семестр)

**Таблица 4.1**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные физические свойства жидкости	Предмет гидравлики и гидромашин. Применение и значение гидравлики в энергетических отраслях. Силы действующие на жидкость. Основные физические свойства жидкости. Плотность, удельный объем, удельный вес, коэффициент объемного сжатия жидкости, коэффициент температурного расширения, Поверхностное натяжение.
2	Вязкость жидкости. Силы, действующие на жидкость	Вязкость жидкости. Идеальные и реальные жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Зависимость вязкости от температуры для воды Коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Динамический коэффициент вязкости для газов при температурах, отличных от 0°C. Формула Гросса. Вязкостно-весовая константа, формула Пинкевича. Уравнение кривой течения. Пластичная вязкость. Вязкость пластичной жидкости, движущейся по трубопроводу. Псевдопластичные жидкости.
3	Гидростатическое давление	Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основные уравнения гидростатики. Свойство давления в неподвижной жидкости. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давление, вакуум.
4	Основные уравнения гидростатики	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Уравнение Эйлера. Силы давления жидкости на поверхность. Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.
5	Силы давления на твердые поверхности. Эпюры давления	Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Центр давления. Тело давления Центр тяжести. Сила давления жидкости на плоскую прямоугольную стенку. Сила давления на дно сосуда. Сила давления жидкости в отводе. Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность. Свойство давления в неподвижной жидкости. Эпюры давления. Правила построения эпюр для различных поверхностей. Расчет тонкостенных цилиндрических сосудов, подверженных внутреннему давлению.



6	Приборы для измерения давления.	Приборы для измерения давления. Пьезометр, дифференциальный манометр, ртутный манометр вакуумметр и способы расчета давления для каждого из приборов. Схема дифференциального манометра. Механические манометры.
7	Закон Архимеда. Плавание тел. Гидростатические машины	Закон Архимеда. Плавание тел. Условия статической устойчивости плавающего тела. Гидравлический пресс, гидравлический аккумулятор и схема их работы.
8	Относительный покой жидкости. Сообщающиеся сосуды	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.  Относительный покой (равновесие жидкости в движущемся сосуде) Равновесие жидкости во вращающемся сосуде. Три случая относительного покоя жидкости.  Жидкость находится в равновесии в резервуаре, движущемся горизонтально с некоторым ускорением.  Жидкость находится в равновесии в резервуаре только под действием силы тяжести.  Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью $\omega$ .

### 5.2.2 Лекционные занятия (6 семестр)

### Таблица 4.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные понятия гидродинамики.	Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Средняя скорость.
2	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.	Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
3	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия.

4	Гидравлические потери. Местные гидравлические сопротивления.	Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора. Экспериментальное определение потерь напора. Трубка Пито, расходомер Вентури. Потери напора в трубах. Формула. Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном движении Основы теории гидродинамического подобия. Напорное движение в трубах. Потери напора в трубах
5	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.	Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Шероховатость стенок, абсолютная и относительная. Формулы для определения коэффициента потерь по длине и коэффициента Шези и Дарси, при равномерном движении. Графики Никурадзе и Мурина. Экспериментальное изучение коэффициента Дарси. Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена. Коэффициент сопротивления системы. Понятие о свободном напоре
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение через насадки различного типа, коротких труб и из-под затворов. Истечение при постоянном напоре. Истечение при переменном напоре. Гидравлические струи. Классификация струи. Затопленные и незатопленные струи. Динамические свойства струи.
7	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара. Гидравлический удар в трубах. Процесс изменения давления и скорости в трубопроводе после мгновенного закрытия задвижки. Гидравлический таран.
	2	3
8	Фильтрация жидкости. Законы фильтрации жидкости в грунтах.	Фильтрация жидкости. Виды движения грунтовых вод. Скорость фильтрации. Линейный закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Фильтрация через однородную земляную плотину. Закон Дарси. Фильтрация через неоднородный изотропный грунт. Просачивание воды с поверхности земли. (инфильтрация). Фильтрация воды из каналов. Турбулентная фильтрация Понятие о минимальной глубине подземного безнапорного потока. Приток безнапорных и напорных вод к колодцу. Особенности плавного и резко изменяющегося движения грунтовых вод. Дифференциальное уравнение установившегося неравномерного плавного изменяющегося движения грунтовых вод при линейном законе фильтрации. Фильтрация из каналов.

9	Статика и динамика газов. Аэродинамика инженерных сетей	Статика и динамика газов. Аэродинамический коэффициент. Аэрационные расчеты зданий и сооружений. Эпюры давлений газа. Плоскость равных давлений (нейтральные зоны) Гравитационный напор сосуда заполненного газом. Динамика газов. Уравнение Д. Бернулли для идеального и реального потока газа. Аэродинамика инженерных сетей.
10	Гидравлический расчет трубопроводов	Движение жидкости в напорных трубопроводах. Короткие трубопроводы постоянного диаметра. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Взаимодействие струи с твердыми преградами. Силы воздействия потока на стенки. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Горизонтальная и вертикальная водоспускные трубы. Основы технико-экономического расчета простых трубопроводов. Определение экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Расчет подводящего всасывающего трубопровода центробежного насоса. Расчет распределительных водонапорных линий. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Трубопровод с насосной подачей. Расчет всасывающего трубопровода центробежного насоса.

### 5.3.1 Лабораторные занятия (5 семестр)

**Таблица 5.1**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Гидростатика	ВЛР. Лабораторная работа 1.1 «Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля»
2	Силы гидростатического давления на твердые поверхности.	1. ВЛР. Лабораторная работа 1.1а (Бр.) «Определение гидростатического давления и плотности жидкости» 2. ВЛР. Лабораторная работа 1.4 Бр. «Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность»
3	Приборы для измерения давления. Эпюры давления	ВЛР. Лабораторная работа 1.2 Бр. «Определение плотностей несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах»
4	Закон Архимеда. Плавание тел. Гидростатические машины	ВЛР. Лабораторная работа 1.3 Бр. «Гидравлический пресс. Определение сжимающей силы в гидравлическом прессе по показанию манометра»

5	Равновесие жидкости в движущемся сосуде	Лабораторная работа №1.5 Бр. «Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде»

#### 5.4 Практические (семинарские) занятия (5 семестр)

**Таблица 5.2**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Вязкость жидкости. Силы, действующие на жидкость	Коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Динамический коэффициент вязкости для газов при температурах, отличных от 0 °С. Формула Гросса. Вязкостно-весовая константа, формула Пинкевича. Уравнение кривой течения. Пластичная вязкость.
2	Гидростатическое давление	Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давление, вакуум.
3	Силы давления на твердые поверхности. Эпюры давления	Свойство давления в неподвижной жидкости. Эпюры давления. Правила построения эпюр для различных поверхностей. Расчет тонкостенных цилиндрических сосудов, подверженных внутреннему давлению.
4	Приборы для измерения давления.	Схема дифференциального манометра. . Механические манометры.
5		Жидкость находится в равновесии в резервуаре, движущемся горизонтально с некоторым ускорением.
6	Относительный покой жидкости. Сообщающиеся сосуды	Жидкость находится в равновесии в резервуаре только под действием силы тяжести.
7		Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью $\omega$ .

#### 5.3.2 Лабораторные занятия (6 семестр)

**Таблица 5.3**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
<b>М 2</b>	<b>Модуль 2 Гидродинамика</b>	
1	Кинематика и механика жидкости	1. ВЛР. Лабораторная работа 1.2 «Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернули» (3 сечения; 7 сечений) 2. ВЛР. Лабораторная работа 1.9 Бр. «Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды»
2	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	Лабораторная работа 1.3 «Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса»
3	Гидравлические потери. Потери напора в трубах. Местные гидравлические сопротивления.	1. ВЛР. Лабораторная работа 1.4 «Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях» 2. ВЛР. Лабораторная работа 1.8 Бр. «Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления»
10	Истечение жидкости через отверстия и насадки	1. ВЛР. Лабораторная работа 1.5 «Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу» 2. ВЛР. Лабораторная работа 1.10 Бр. «Определение коэффициентов расхода дроссельного прибора (диафрагмы) и водомера Вентури»
13	Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар.	ВЛР. Лабораторная работа 1.6 «Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе».
14	Фильтрация жидкости.	ВЛР. Лабораторная работа 1.7 «Изучение фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси»

\*ВЛР – виртуальная лабораторная работа

**5.4. Практические (семинарские) занятия в 6 семестре (не предусмотрены)**

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### 6.1 Темы для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения (5 семестр)
1	Гидростатические законы для жидкости, находящейся в относительном покое. Дифференциальные уравнение поверхности равного давления в жидкости. Относительный покой жидкости находящейся в резервуаре, движущемся по наклонной плоскости с ускорением.
2	Плавание тел. Закон Архимеда.
3	Гидростатические машины.
4	Давление жидкости на плоские стенки. Центр давления. Эпюры гидростатического давления
5	Динамический коэффициент вязкости для газов при температурах, отличных от 0°C. Формула Гросса. Вязкостно-весовая константа, формула Пинкевича
6	Уравнение кривой течения. Пластичная вязкость. Вязкость пластичной жидкости, движущейся по трубопроводу. Псевдопластичные жидкости.
7	Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давление, вакуум.
8	Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.
9	Сила давления жидкости в отводе. Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде.

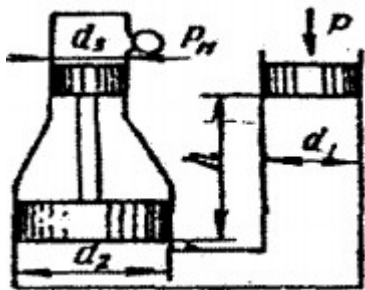
### 6.2 Темы для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения (6 семестр)
1	Гидравлика газов. Уравнение равновесия газов. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеального газа. Уравнение неразрывности. Скорость звука в газе. Истечение газа через насадок.
2	Местные потери напора при больших числах Рейнольдса.
3	Потери напора по длине при турбулентном установившемся движении жидкости для квадратичной области сопротивления. Формула Шези.
4	Истечение через насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.
5	Фильтрация жидкости. Фильтрация через однородную земляную плотину. Закон Дарси. Фильтрация через неоднородный изотропный грунт.
6	Экспериментальное определение потерь напора. Трубка Пито, расходомер Вентури.
7	Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса.
8	Гидравлические струи. Классификация струи. Затопленные и незатопленные струи. Динамические свойства струи.
9	Процесс изменения давления и скорости в трубопроводе после мгновенного закрытия

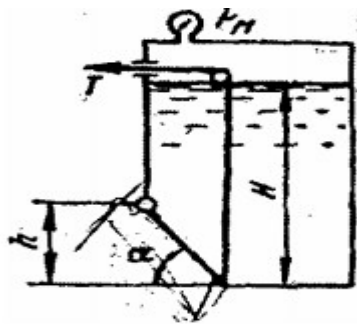
	задвижки. Гидравлический таран.
10	Приток безнапорных и напорных вод к колодцу. Особенности плавно и резко изменяющегося движения грунтовых вод.
11	Дифференциальное уравнение установившегося неравномерного плавно изменяющегося движения грунтовых вод при линейном законе фильтрации. Фильтрация из каналов.
12	Динамика газов. Уравнение Д. Бернулли для идеального и реального потока газа. Аэродинамика инженерных сетей.
13	Горизонтальная и вертикальная водопускные трубы. Основы технико-экономического расчета простых трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы.

**Примерное задание к РГР и курсовому проекту**

**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.



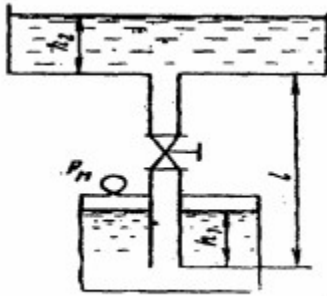
**Задача 2.** Поворотный клапан закрывает выход из бензохранилища в трубу квадратного сечения (см. рис.). Определить, какую силу  $T$  нужно приложить к тросу для открытия клапана при следующих данных:  $h = 0,4$  м,  $H = 1,1$  м,  $\alpha = 30^\circ$ ; объемный вес бензина  $\rho_v = 700$  кг/м<sup>3</sup>; манометрическое давление паров бензина в резервуаре  $P_m = 5$  кПа



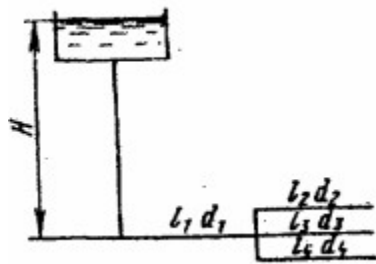
**Задача 3.** На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила  $P_1$  0,70 кН. Какую силу  $P_2$  нужно приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды под ним был  $h = 0,7$  м выше уровня воды под первым поршнем? Диаметр первого поршня  $d_1 = 20$  мм, второго  $d_2 = 300$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

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

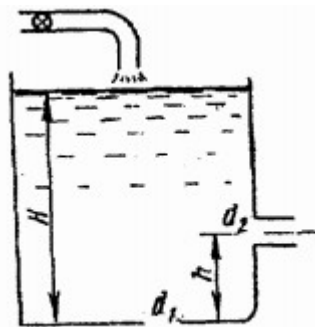
**Задача 5.** Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке  $p_m = 70$  кПа (см. рис.). Определить расход воды  $Q$  при следующих данных:  $d = 125$  мм,  $l = 3,5$  м,  $h_1 = h_2$ . Коэффициент сопротивления трения определить по эквивалентной шероховатости  $\Delta = 0,2$  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  $H = 4,64$  м. Диаметры труб  $d_1 = 150$  мм,  $d_2 = d_3 = d_4 = 100$  мм. Длины труб  $l_1 = 120$  м;  $l_2 = l_3 = l_4 = 60$  м. Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых водопроводных труб:  $k_1 = 61,4$  л/с,  $k_2 = k_3 = k_4 = 110$  л/с.

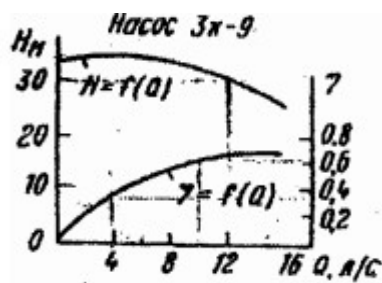


**Задача 7.** В баке, имеющем в дне отверстие диаметром  $d_1 = 100$  мм и в стенке отверстие, снабженное цилиндрическим насадком, диаметром  $d_2 = 75$  мм; установился уровень воды на высоте  $H = 1,8$  м (см. рис.). Определить, какой расход воды  $Q$  поступает в бак, если центр бокового отверстия 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  $H_r = 10$  м, свободный мотор  $h_{св} = 15$  м. Коэффициент сопротивления трения трубопровода  $\lambda = 0,025$ .





### 6.3 Учебно - методическое обеспечение для выполнения самостоятельной работы студентов

#### 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.

## 7. Оценочные средства

### 7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации (5 семестр)

Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.

Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.

Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления.

Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?

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.

Силы действующие на жидкость. Основные физические свойства жидкости. Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.

Плотность, удельный объем, удельный вес, коэффициент объемного сжатия жидкости, коэффициент температурного расширения, Поверхностное натяжение.

Вязкость жидкости. Идеальные и реальные жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Зависимость вязкости от температуры для воды Коэффициенты динамической и кинематической вязкости.

Динамический коэффициент вязкости для газов при температурах, отличных от 0°C. Формула Гросса. Вязкостно-весовая константа, формула Пинкевича. Уравнение кривой течения. Пластичная вязкость.

Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основные уравнения гидростатики.

Свойство давления в неподвижной жидкости. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давление, вакуум.

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Силы давления жидкости на поверхность.

Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.

### Образец билета к первой рубежной аттестации (5 семестр)

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" <b>Билет № 1</b>
	<u>Первая рубежная аттестация</u>
	Дисциплина: <b>«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»</b>
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
2	Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
3	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.

**Образец тестового задания к первой рубежной аттестации (5 семестр)**

1. Что такое гидравлика?

- а) наука о движении жидкости
- б) наука о равновесии жидкостей
- в) наука о взаимодействии жидкостей
- г) наука о равновесии и движении жидкостей

**7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации (5 семестр)**

Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Центр давления.

Центр тяжести. Сила давления жидкости на плоскую прямоугольную стенку.

Сила давления на дно сосуда. Сила давления жидкости в отводе.

Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность. Свойство давления в неподвижной жидкости.

Эпюры давления. Правила построения эпюр для различных поверхностей.

Приборы для измерения давления. Пьезометр, дифференциальный манометр, ртутный манометр вакуумметр и способы расчета давления для каждого из приборов.

Сформулируйте закон Архимеда. Плавание тел. Условия статической устойчивости плавающего тела.

Что называют поверхностями равного давления?

Что называют относительным покоем жидкости?

Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?

Гидравлический пресс, гидравлический аккумулятор и схема их работы. Основные формулы.

Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.

Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.

Относительный покой (равновесие жидкости в движущемся сосуде).

Равновесие жидкости во вращающемся сосуде.

Три случая относительного покоя жидкости. Жидкость находится в равновесии в резервуаре, движущемся горизонтально с некоторым ускорением

Жидкость находится в равновесии в резервуаре только под действием силы тяжести.

Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью  $\omega$ .

Расчет тонкостенных цилиндрических сосудов, подверженных внутреннему давлению.

Схема дифференциального манометра.

Механические манометры.

Тело давления. Центр давления. Статическое состояние сплошной среды.

По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки?

Что называют телом давления, центром давления?

По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?

### Образец билета ко второй рубежной аттестации (5 семестр)

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" <b>Билет № 1</b>	
<u>Вторая рубежная аттестация (5 семестр)</u>	
Дисциплина: <b>«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»</b>	
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
2	Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
3	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
Зав. кафедрой «Т и Г» <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>	

### Образец тестового задания ко второй рубежной аттестации (5 семестр)

#### ТЕСТ №1

I. Силы, действующие на ограниченный объем жидкости, в гидравлике принято делить на:

1. Прямые и обратные;
2. Внешние и наружные;
3. Внутренние и внешние;
4. Нормальные и перпендикулярные;
5. Касательные и наружные.

#### 7.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Гидрогазодинамика» (5 семестр)

Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.

Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости.

Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.

Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.

Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.

Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения давления.

Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?

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.

Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.

Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.

Какие приборы для измерения давления Вам известны?

Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?

Что называют относительным покоем жидкости?

Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Центр давления. Центр тяжести. Сила давления жидкости на плоскую прямоугольную стенку. Сила давления на дно сосуда. Сила давления жидкости в отводе.

Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность. Свойство давления в неподвижной жидкости.

Эпюры давления. Правила построения эпюр для различных поверхностей.

Приборы для измерения давления. Пьезометр, дифференциальный манометр, ртутный манометр вакуумметр и способы расчета давления для каждого из приборов.

Сформулируйте закон Архимеда. Плавание тел. Условия статической устойчивости плавающего тела.

Что называют поверхностями равного давления?

Что называют относительным покоем жидкости?

Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра?

Гидравлический пресс, гидравлический аккумулятор и схема их работы. основные формулы.

Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.

Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.

Относительный покой (равновесие жидкости в движущемся сосуде).

Равновесие жидкости во вращающемся сосуде.

Три случая относительного покоя жидкости. Жидкость находится в равновесии в резервуаре, движущемся горизонтально с некоторым ускорением

Жидкость находится в равновесии в резервуаре только под действием силы тяжести.

Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью <sup>(1)</sup>.

Расчет тонкостенных цилиндрических сосудов, подверженных внутреннему давлению.

Схема дифференциального манометра.

Механические манометры.

Тело давления. Центр давления. Статическое состояние сплошной среды.

По какой формуле определяется сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки ?

Что называют телом давления, центром давления?

По какой формуле определяется сила давления жидкости на криволинейную поверхность?

### Образец билета к зачету (5 семестр)

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" <b>Билет № 1</b>
<b><u>Зачет</u></b>

Дисциплина: «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
2	Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
3	Жидкость находится в равновесии в цилиндрическом резервуаре, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью $\omega$ .
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев

#### 7.4 Вопросы к первой рубежной аттестации (6 семестр)

1. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
2. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости.
3. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Понятие удельной энергии.
4. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. 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  $\alpha$ , 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  $\lambda$  и  $\xi$ . Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
14. Объясните, что такое  $\Delta z$  и  $\Delta z/d$ , как найти величину  $\Delta z$  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  $90^0$ , 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.

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" <b>Билет № 1</b>	
<u>Первая рубежная аттестация 6 семестр</u>	
Дисциплина: «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	
1	Магистральные нефтепроводы.
2	Гидравлический расчет трубопровода при параллельном соединении труб.
3	Гидравлический расчет трубопровода при изменении расхода вдоль пути.
Зав. кафедрой «Т и Г» <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>	

### Образец тестового задания к первой рубежной аттестации 6 семестр)

#### ТЕСТ №1

**I. Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:**

1. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
2. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
3. Режимы движения жидкости.
4. Движение твердых тел.

#### 7.5 Вопросы ко второй рубежной аттестации (6 семестр)

Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?

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?

Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.

Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.

Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.

Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения.

Режимы движения жидкости (ламинарный, турбулентный).

Сформулируйте понятия гидравлического удара.

Прямой и непрямой гидравлический удар. Что такое фаза удара?

Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.

Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.

Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.

Движение жидкости в напорных трубопроводах.

Короткие трубопроводы постоянного диаметра. Основное расчетное уравнение простого трубопровода.

Горизонтальная и вертикальная водоспускные трубы.

Определение экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода.

Сифонный трубопровод. Основы технико-экономического расчета простых трубопроводов.

Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.

Сложные трубопроводы.

Трубопровод с насосной подачей.

Расчет всасывающего трубопровода центробежного насоса.

Взаимодействие струи с твердыми преградами. Силы воздействия потока на стенки

### **Образец билета ко второй рубежной аттестации (6 семестр)**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" <b>Билет № 1</b>	
<u>Вторая рубежная аттестация (5 семестр)</u>	
Дисциплина: <b>«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»</b>	
1	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
2	Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия, основные формулы. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
3	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
Зав. кафедрой «Т и Г» <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>	

### **Образец тестового задания ко второй рубежной аттестации (6 семестр)**

#### **Тест №1**

1. Что такое гидродинамический напор?

- а) это скоростная характеристика движущейся жидкости
- б) это давление, с которым поток жидкости набегае на обтекаемое тело
- в) это энергетическая характеристика движущейся жидкости
- г) это характеристика напряжений в движущейся жидкости
- д) это сила, с которой поток жидкости набегае на обтекаемое тело

### **7.6 Вопросы к экзамену по дисциплине «Гидрогазодинамика» (6 семестр)**

1	Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
2	Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
3	Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное). Единицы измерения



	давления. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
4	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.
5	Основное уравнение гидростатики. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля.
6	Дифференциальные уравнения покоя жидкости, уравнение Эйлера.
7	Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде. Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах. Определение давления на поверхности жидкости в сообщающихся сосудах.
8	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.
9	Определение глубины погружения точки и ее параметры. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
10	Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
11	Чем отличается по назначению пьезометр от ртутного манометра? Что называют относительным покоем жидкости?
12	Что называют поверхностями равного давления?
13	Сформулируйте закон Архимеда.
14	Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
15	Сила давления жидкости на плоские горизонтальные площадки? Сила давления жидкости на плоские наклонные стенки. Что называют телом давления?
16	Сила давления жидкости на криволинейную поверхность
17	Свойство давления в неподвижной жидкости.
18	Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления.
19	Силы давления жидкости на поверхность. Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.
20	Сила давления жидкости на плоскую прямоугольную стенку.
21	Сила давления жидкости на цилиндрическую поверхность.
22	Эпюры давлений.
23	Закон Архимеда. Условия плавания тел. Остойчивость плавающих тел. Определение величины метацентрического радиуса.
24	Сила давления жидкости на произвольно ориентированные плоские и криволинейные стенки.
25	Определение положения ригелей в плоских прямоугольных затворах.
26	Центр давления. Графоаналитическое определение величины и центра давления на плоские прямоугольные поверхности.
27	Моменты инерции, координаты центра тяжести площадки и центры давления плоских фигур.
28	Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).
29	Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости.
30	Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Понятие удельной энергии.
31	Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
32	Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Средняя скорость потока. Расход жидкости. Уравнение расхода для элементарной струйки, потока. Уравнение неразрывности
33	Вывод уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Д.

	Бернулли.
34	Как называется коэффициент $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
35	Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл? Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
36	Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости? Скоростная трубка и трубка Пито?
37	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»?
38	Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
39	Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
40	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.
41	Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов $\lambda$ и $\xi$ . Что характеризуют коэффициенты $\lambda$ и $\xi$ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
42	Объясните, что такое $\Delta z$ и $\Delta z/d$ , как найти величину $\Delta z$ при гидравлических расчетах. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
43	Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на $90^\circ$ , 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.
44	Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий? Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
45	Что называют насадкой, типы насадок, их назначение? Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется? Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
46	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?
47	Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
48	Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.
49	Измерение расходов и скоростей жидкости (объемный и весовой способ). Расходомер Вентури, принцип действия.
50	Гидравлические сопротивления. Вязкость жидкости. Законы внутреннего трения
51	Сформулируйте понятия гидравлического удара. Прямой и не прямой гидравлический удар. Что такое фаза удара? Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
52	Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.
53	Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
54	Движение жидкости в напорных трубопроводах. Короткие трубопроводы постоянного диаметра. Основное расчетное уравнение простого трубопровода.

55	Горизонтальная и вертикальная водопускные трубы.
56	Определение экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода.
57	Сифонный трубопровод. Основы технико-экономического расчета простых трубопроводов.
58	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.
59	Сложные трубопроводы. Расчет всасывающего трубопровода центробежного насоса.
60	Трубопровод с насосной подачей. Взаимодействие струи с твердыми преградами. Силы воздействия потока на стенки.

### Образец билета к экзамену

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<u>Гидрогазодинамика</u>
	Семестр - 6
Группа	<u>ТЭС-21, ЭОП-21</u>
Экзамен	Билет № 1
1.	Принцип работы гидравлического пресса. КПД гидравлического пресса.
2.	Как называется коэффициент $\alpha$ , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
3.	Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов $\lambda$ и $\xi$ . Что характеризуют коэффициенты $\lambda$ и $\xi$ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
4.	Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	

## 7.7 Текущий контроль (5 семестр)

### Лабораторная 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?

### **Лабораторная работа 1.1а (Бр.)**

#### **Определение гидростатического давления и плотности жидкости**

##### **1. Цель работы:**

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах,  $\text{кг/м}^2$ , 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 дает 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)?

### **Лабораторная 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  $\rho_1$  в сообщающихся сосудах известна, как определить плотность  $\rho_2$ .
10. Если давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково, то как определить абсолютное давление в т.1 и т.2.

### **Лабораторная 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 прессы //
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?

## Лабораторная 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 всегда .....нуля и равна нулю только при .....
11. Следовательно, центр давления всегда расположен .....и совпадает с..... При горизонтальном положении стенки.
12. Какое расположение площади стенки отвечает максимальному значению эксцентриситета?

## Лабораторная работа №1.5 Бр.

### Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде

#### 1. Цель работы:

1. Определение частоты вращения вращающегося сосуда,  $\Omega$ .
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  $\omega$ ?
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?

## 7.8 Текущий контроль (6 семестр)

### Лабораторная работа 1.2

#### Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли

##### 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  $\alpha$ , 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

### **Лабораторная 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  $lgh_e = f(\lg v)$ , определить с его помощью критическую скорость  $v_{кр}$ , а через нее вычислить критическое число  $Re_{кр} = 2320$ .
2. Подтвердить с помощью графика  $lgh_e = f(\lg v)$ , 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?

## **Лабораторная 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  $\lambda_{оп}$  и величины коэффициента  $\xi$  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  $\lambda$  по соответствующим эмпирическим формулам;
9. Найти справочные значения коэффициентов местных сопротивлений ( $\xi_{р.пов.}$  по таблице,  $\xi_{рр}$  и  $\xi_{р.с.}$  вычислить по формулам (4), (6));
5. Оценить сходимость  $\lambda_{оп}$  и  $\xi_{оп}$  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  $\lambda$  и  $\xi$ .
3. Что характеризуют коэффициенты  $\lambda$  и  $\xi$  от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
4. Объясните, что такое  $\Delta_3$  и  $\Delta_3/d$ , как найти величину  $\Delta_3$  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  $90^\circ$ , 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.

## **Лабораторная 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:  $\mu_{оп}$ ,  $\varphi_{оп}$ ,  $\epsilon_{оп}$ ,  $\xi_{оп}$ , при истечении через малое круглое отверстие диаметром  $d = 2$  см при постоянном напоре

в атмосферу и величины коэффициентов  $\mu_{H_{on}} = \varphi_{H_{on}} = \zeta_{H_{on}}$  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 опытными 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  $v$  и расхода жидкости  $Q$  при истечении из отверстий и насадков? Напишите и поясните это уравнение.

### **Лабораторная работа 1.6**

#### **Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе**

##### **1. Цель работы:**

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

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

#### **Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.6)**

1. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
2. Прямой и не прямой 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.

## **Лабораторная работа 1.7**

### **Изучение фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси**

#### **1. Цель работы:**

1. Убедиться в справедливости закона Дарси путём построения в масштабе (по данным пяти опытов) графиков зависимости скорости фильтрации  $v$  от градиента напора  $J$ , т.е. графиков  $v = f(J)$  для пяти видов песчаного грунта, отличающихся крупностью частиц (рис. 1).
2. Определить по графику  $v = f(J)$  для одного вида песчаного грунта (указанного преподавателем) среднюю величину коэффициента фильтрации  $k_t$  и указать её на графике (рис. 1).
3. Построить в масштабе по данным одного опыта, указанного преподавателем, эпюру напоров, т.е. график  $H = f(z)$  изменения напора  $H$  по пути фильтрации (рис. 2).

#### *Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.7)*

1. Напишите и поясните закон Дарси.
2. Напишите и поясните зависимость, связывающую скорость фильтрации с действительной средней скоростью движения жидкости в порах грунта.
3. Изобразите график  $v = f(J)$  и объясните, как с его помощью можно определить среднюю величину коэффициента фильтрации грунта?
4. Поясните, что такое коэффициент фильтрации?
5. Сформулируйте понятие градиента напора и поясните, как определяется его величина?
6. Изобразите эпюру напоров  $H = f(z)$  и дайте комментарий к ней. 7. Объясните, почему величина коэффициента фильтрации грунта зависит от температуры фильтрующей жидкости?
8. Как найти величину коэффициента фильтрации  $k$  грунта при  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если известна его величина при температуре  $t$ , отличающейся от  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
9. От каких факторов зависит фильтрационная способность грунта?

## **Лабораторная работа 1.8 Бр.**

## **Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления**

### **1. Цель работы:**

1. Определение опытным путем потерь напора на преодоление сопротивления по длине трубопровода и на участках с местными сопротивлениями.
2. Расчет коэффициентов местных потерь и коэффициентов Дарси.
3. Построение напорной и пьезометрической линий.

### *Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.8)*

1. Как рассчитывается Полная удельная энергия жидкости в рассматриваемом сечении (напор) для установившегося потока;
2. Если удельная потенциальная энергия, израсходованная жидкостью на преодоление сопротивлений между первым и вторым сечениями, равна  $h_{тр}$ , то уравнение Бернулли, связывающее удельные полные энергии в этих двух сечениях, будет иметь вид;
3. Приведите формулы для расчета местных потери энергии и потери энергии по длине, от чего они зависят зависят;
4. Как связаны между собой удельная кинетическая и потенциальная энергии потока;
5. Как изобразить графически изменение удельной энергии жидкости;
6. Как называется Линия, соединяющая точки, соответствующие значениям суммы всех видов энергии;
7. Что такое линия полной удельной энергии или напорная линия;
8. Дайте определение напорной линии;
9. Дайте определение линией полной удельной энергии.
10. Дайте определение пьезометрической высоты (нарисуйте, приведите формулы);
11. Если плоскость сравнения рассматриваемого трубопровода совпадает с осью горизонтальной части трубопровода, чему будет равна величина  $Z$  во всех сечениях (нарисуйте, приведите формулы);
12. Определение средней скорости жидкости производится по формуле:
13. Удельная энергия, израсходованная на преодоление сопротивления в любом местном сопротивлении, может быть определена как:
14. Удельная энергия, израсходованная на преодоление сопротивления трения по длине, может быть определена для сечений 1 и 2 по формуле:
15. При определении  $h_m$  по уравнению кинетическая энергия рассчитывается по скорости, которой обладает поток:

### **Лабораторная работа 1.9**

## **Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды**

### 1. Цель работы:

1. Определение режима движения (расчет числа Рейнольдса).
  2. Установление зависимости гидравлического уклона от скорости:
    - а) построение графической зависимости  $\lg i = f(\lg v)$ ;
    - б) определение коэффициентов  $m$  и  $b$  аналитически и графически.
  3. Построение графической зависимости  $\lg \lambda = f(\lg Re)$ .
- Работа проводится на установке, схематически изображенной на рис. 2.40.

### Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.9)

1. Дайте определение гидравлическому уклону (приведите и объясните формулу, способы выражения единиц измерения);
2. Как зависят потери напора по длине потока от характеристики шероховатости стенок трубы?
3. Что называют ламинарным подслоем или пленкой?
4. При турбулентном движении в зависимости от того, как соотносятся размеры выступов шероховатости  $\Delta$  и толщина ламинарной пленки  $\sigma$ , все трубы подразделяются на три вида (приведите их, и охарактеризуйте каждый из них).
5. Какие трубы называются гидравлически шероховатыми?
6. Какую трубу называют гидравлически гладкой трубой?
7. Дайте определение и приведите параметры промежуточного вида шероховатости трубы.
8. Толщина ламинарного слоя определяется по формуле:
9. При движении потока вдоль стенки с одинаковой высотой выступов толщина ламинарной пленки меняется....
10. Потери напора по длине определяются по формуле
11. При ламинарном движении в трубах коэффициент Дарси  $\lambda$  зависит от..... для круглых труб он равен:
12. Напишите и объясните уравнение Пуазейля:
13. При турбулентном режиме коэффициент Дарси может зависеть от
14. Дайте определение относительной шероховатости.
15. Дайте определение относительной гладкости.
16. В области гидравлически гладких труб коэффициент Дарси рассчитывается по формуле Блазиуса:
17. Формуле Блазиуса дает достоверные результаты при
18. Коэффициент Дарси в области гидравлически шероховатых труб (область квадратичного сопротивления или квадратичная область) зависит только от ...
19. Потери по длине в квадратичной области сопротивления рассчитываются по формуле:
20. При турбулентном движении путевые потери рассчитываются по общей формуле:

## Лабораторная работа 1.10 Бр.

### Определение коэффициентов расхода дроссельного прибора (диафрагмы) и водомера Вентури

#### 1. Цель работы:

1. Определить коэффициент дроссельного прибора диафрагмы  $C$  и коэффициент расхода  $\mu$  водомера Вентури.
2. Построить тарировочные графики обоих приборов, т.е. зависимости  $Q_d = f(\Delta H_d)$  и  $Q_v = f(\Delta H_v)$ .

#### Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.10)

1. Нарисуйте и поясните принцип работы диафрагмы, и водомера Вентури;
2. Примените уравнение Бернулли к сечениям 1 и 2, диафрагмы;
3. Примените уравнение Бернулли к сечениям 1 и 2, водомера Вентури;
4. Коэффициент кинетической энергии  $\alpha$  учитывает... и представляет собой...;
5. Напишите (выведите формулу) для определения расхода жидкости через диафрагму в промышленных условиях;
6. Напишите (выведите формулу) для определения расхода жидкости через водомер Вентури в промышленных условиях.

## 7.9 Тесты Гидродинамика

Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:

- A. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а также вопросы обтекания тел жидкостью;
- B. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
- C. Режимы движения жидкости.
- D. Движение твердых тел.

ANSWER: A

Гидродинамика - это раздел, в котором рассматривают:

- A. Жидкость, находящуюся в абсолютном или относительном покое;
- B. Режимы движения жидкости.
- C. Законы движения жидкости в трубах, каналах и пористых телах, а
- D. Также вопросы обтекания тел жидкостью;
- E. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Полный напор вдоль струйки не постоянен, а:

- A. Возрастает по направлению движения жидкости;
- B. Сначала убывает, а затем возрастает;
- C. Убывает по направлению движения жидкости.
- D. Нет правильных ответов.

ANSWER: C

Напорным называется:

- A. Поток жидкости, ограниченный поверхностями разрыва скоростей, поверхностью в движущейся жидкости, при переходе через которую касательные к этой поверхности векторы скорости скачкообразно изменяют свою величину.
- B. Поток, частично ограниченный твердыми стенками и имеющий по всей длине свободную поверхность;
- C. Поток, ограниченный со всех сторон твердыми стенками;

D. Нет правильного ответа.

ANSWER: C

Установившимся (стационарным) называют движение жидкости:

A. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени изменяются;

B. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени не изменяются;

C. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;

D. При котором изменяется с течением времени скорость движения жидкости, а давление жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;

E. Установившееся движение — это движение, при котором скорость не изменяется во времени, а зависят только от положения в потоке, т. е. являются функциями координат.

ANSWER: B, E

Неустановившимся (нестационарным) называют движение жидкости:

A. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени не изменяются;

B. Называют такое движение жидкости, при котором скорость и давление в каждой точке потока изменяются во времени, т. е. зависят не только от координат, но и от времени

C. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;

D. При котором изменяется давление жидкости с течением времени, а скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;

E. При котором изменяется с течением времени скорость движения жидкости, а давление жидкости в любой точке занятого ею пространства остается постоянной;

F. При котором давление и скорость жидкости в любой точке занятого ею пространства с течением времени изменяются;

ANSWER: B, F



7.10. 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)	
<b>ОПК-3</b> Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.					
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физико-механические свойства жидкости и силы, действующие в жидкости свойства гидростатического давления, основные законы движения жидкости;</li> <li>- общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей виды и режимы движения жидкости, основы гидродинамической теории смазки;</li> <li>- назначение и классификацию трубопроводов;</li> </ul>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Кейс-задания, задания для контрольной работы, темы рефератов, докладов.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы гидравлического расчета и проектирования трубопроводов;</li> <li>- классификацию гидравлических машин гидропневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода;</li> <li>- методику расчета и проектирования; гидравлических машин и объемных гидропередат;</li> <li>- особенности конструкции и расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем.</li> <li>- учетом особенности конструкции и условий применения.</li> </ul>					
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей;</li> <li>- осуществить гидравлический расчет простого и сложного трубопроводов;</li> <li>- составлять гидроэнергетический баланс насосной установки;</li> <li>- проводить расчеты на безопасность, прочность,</li> </ul>	<p>Частичные умения</p>	<p>Неполные умения</p>	<p>Умения полные, допускаются небольшие ошибки</p>	<p>Сформированные Умения</p>	

<p>надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию гидропневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода.</li> </ul>					
<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами исследования движения жидкости, методами гидравлического расчета и проектирования трубопроводов;</li> <li>- законами сопротивления движения жидкости, истечения жидкости через отверстия и насадки;</li> <li>- существующими гидравлическими и пневматическими системами;</li> <li>- методикой расчета и проектирования, гидравлических машин и объемных гидропередат проведение расчетов на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения.</li> </ul>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	



## **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;

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

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

3) 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

### 9.1 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.

**в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине Тесты для компьютерного тестирования студентов

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

**Гидрогазодинамика**

1	<a href="http://borisov.3dn.ru/_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf">borisov.3dn.ru&gt;_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf</a>
2	<a href="http://forest-college.ru/files/uchebn-mat-1/tehnich...">forest-college.ru&gt;files/uchebn-mat-1/tehnich ...</a>
3	<a href="http://firing-hydra.ru/index.php...">firing-hydra.ru&gt;index.php...</a>
4	<a href="http://twirpx.com/file/189316/">twirpx.com&gt;file/189316/</a>
5	<a href="http://gidravlika.3dn.ru/index/kurs_lekcij/0-4">gidravlika.3dn.ru&gt;index/kurs_lekcij/0-4</a>
6	<a href="http://hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf">hydro133.narod.ru&gt;lecture/og_lec_04.pdf</a>
7	<a href="http://shporgaloshka.ucoz.ru/gidravlika-konspekt...">shporgaloshka.ucoz.ru&gt;gidravlika-konspekt ...</a>
8	<a href="http://borisov.3dn.ru/_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf">borisov.3dn.ru&gt;_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf</a>
9	<a href="http://allformgsu.ru/Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике">allformgsu.ru&gt;Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике</a>
1	<a href="http://hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf">hydro133.narod.ru&gt;lecture/og_lec_04.pdf</a>

**9.2 Методические указания по освоению дисциплины (Приложение)**

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

**11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год**

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учтенные экземпляры.

**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	<b>Комплекты плакатов</b> (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	<b>Электронные плакаты</b> 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.)
	<b>Презентации:</b>
1	Основы прикладной гидравлики;
2	Гидравлические потери по длине трубопровода;
3	Насосы и гидроприводы
4	Лекции по разделу гидравлические машины
5	Гидроэлектростанции

*Приложение*

### **Методические указания по освоению дисциплины**

#### **"Гидрогазодинамика"**

#### **1. 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 14 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине "Гидрогазодинамика" осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому 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).



1. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
2. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).

4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. 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, делать 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 не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит 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 семинарскому занятию:

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

1. Проработать конспект лекций;

2. Прочитать основную и дополнительную 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;

3. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
4. Выполнить домашнее задание;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. 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.

### **3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине "Гидрогазодинамика" - это углубление и расширение знаний в области основных законов покоя и движения жидкости и газа; формирование 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 организация 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.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

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 обучающимся 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. выпускающей каф.  
«Теплотехника и гидравлика» \_\_\_\_\_ / Р.А-В. Турлуев/

Директор ДУМР, доцент \_\_\_\_\_ / М.А. Магомаева /