

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(11944) Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика

Направление подготовки (специальность): **21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии**

Направленность: **специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»**

Уровень высшего образования: **специалитет**

Форма обучения: **очная; заочная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Механика и технология машиностроения (МТМ);**

Трудоемкость дисциплины: **6 з.е. (216час)**

Октябрьский 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Информационные технологии; Ознакомительная практика; Основы геологии; Основы нефтегазового дела; Основы переработки нефти и нефтепродуктов; Основы разработки нефтяных и газовых месторождений; Системы искусственного интеллекта; Транспортирование нефти, газа и продуктов их переработки; Физика; Химия нефти и газа

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Научно-исследовательская работа; Теоретическая и прикладная механика; Теплотехника; Технологическая (проектно-технологическая) практика

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Обязательная часть;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
4	6	216	96	120	экзамен;
ИТОГО:	6	216	96	120	

Форма обучения: заочная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
6	6	216	30	186	экзамен;
ИТОГО:	6	216	30	186	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
1	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области физических процессов горного и нефтегазового производства	ОПК-7-3

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ОПК-7	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	З(ОПК-7)	Знать: Основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход». Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.
		У(ОПК-7)	Уметь: Использовать: основные законы статики и кинематики жидко-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			стей и газов; применять основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; снять показания с приборов, манометров, расходомеров применять законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Создавать и редактировать файлы в программных продуктах MS Word, MS Excel; участвовать в видеоконференциях на платформах Zoom, Webinar, Google Meet, Яндекс Телемост, Teams; работать в программных продуктах Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello; создавать и демонстрировать презентации в MS Power Point; пользоваться корпоративными сайтами компаний.
		В(ОПК-7)	Владеть: основными навыками дисциплин инженерно-механического модуля; законами гидравлики, гидромеханики; основными математическими понятиями, приемами расчета; навыками работы с приборами (манометрами, расходомерами);

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			навыками организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов и явлений, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия; приемами расчета; принципами работы с цифровыми источниками данных, принципами работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Muro, Google, MS Power Point, принципами работы в личном кабинете студента на сайте УГНТУ ams.rusoil.net .

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	96				96								
лекции (всего)	30				30								
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	28				28								
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	28				28								
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	4				4								
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	6				6								
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	120				120								
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	20				20								
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	25				25								
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	10				10								

подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	20				20								
подготовка к сдаче зачета, экзамена	23				23								
иные виды работ обучающегося (при наличии)	22				22								
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	216				216								

Форма обучения: заочная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	30						30						
лекции (всего)	6						6						
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	6						6						
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	8						8						
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	4						4						
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	6						6						
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	186						186						
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	20						20						
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	22						22						
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	93						93						
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	28						28						
подготовка к сдаче зачета, экзамена	23						23						
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	216						216						

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Введение	4	2	0	0	5	7	З(ОПК-7)
2	Гидростатика	4	6	8	4	28	46	З(ОПК-7) У(ОПК-7)

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обуче- ния
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
								В(ОПК-7)
3	Гидродинамика	4	6	0	8	14	28	З(ОПК-7) У(ОПК-7)
4	Гидравлические сопротивления	4	6	6	8	18	38	З(ОПК-7) У(ОПК-7) В(ОПК-7)
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	4	2	2	8	13	25	З(ОПК-7) В(ОПК-7)
6	Движение жидкости в напорном трубопроводе	4	8	12	0	42	62	З(ОПК-7) У(ОПК-7)
	ИТОГО:		30	28	28	120	206	

Форма обучения: заочная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обуче- ния
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Введение	6	1	0	0	6	7	З(ОПК-7)
2	Гидростатика	6	1	2	2	46	51	З(ОПК-7) У(ОПК-7) В(ОПК-7)
3	Гидродинамика	6	1	0	2	26	29	З(ОПК-7) У(ОПК-7)
4	Гидравлические сопротивления	6	1	2	4	36	43	З(ОПК-7) У(ОПК-7) В(ОПК-7)
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	6	1	1	0	15	17	З(ОПК-7) В(ОПК-7)
6	Движение жидкости в напорном трубопроводе	6	1	1	0	57	59	З(ОПК-7) У(ОПК-7)
	ИТОГО:		6	6	8	186	206	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Введение	Содержание курса гидромеханики и его роль в нефтяной промышленности. Историческая справка о развитии гидромеханики. Силы, действующие на жидкость. Основные свойства жидкостей. Вязкость жидкости. Реологические свойства и характеристики неньютоновских жидкостей. Гидравлика — наука древняя, зарождение отдельных представлений уходит корнями в глубокую древность — Египет, Рим, Вавилон, Греция, Китай, Месопотамия, Закавказье и Средняя Азия. Первым научным трудом в области гидравлики можно считать трактат Архимеда «О плавающих телах», появившийся за 250 лет до н.э. В этом трактате изложены основы теории плавающих тел и устойчивости плавающего тела, приводится известный закон Архимеда. В древнем Риме был накоплен большой опыт в вопросах строительства водопроводов. На протяжении последующих 15 веков гидравлика не получила сущест-	2		1

		венного развития. В период Возрождения в Италии гениальный человек Леонардо да Винчи занимался разработкой теорий плавания тел, истечения жидкости из отверстий, изучением водосливов, свободных струй, гидравлических машин, а также механизма движения воды в трубах, реках и каналах. Во второй половине XV и начале XVI веков механика, являющаяся теоретической базой гидравлики, превращается в физическую науку. В 1687 г. Ньютон высказал гипотезу о законе внутреннего трения в жидкостях.			
2	2-Гидростатика	Гидростатика. Понятие гидростатического давления. Свойства гидростатического давления. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности уровня. Относительный покой. Гидростатика — раздел гидравлики, в котором изучается равновесие жидкостей и воздействие покоящихся жидкостей на погруженные в них тела и поверхности, ограничивающие жидкости. Одна из основных задач гидростатики — изучение распределения давления в жидкости и определение на этой основе сил, действующих со стороны жидкости на соприкасающиеся с ней твердые тела. Значение законов гидростатики позволяет рассчитывать силы, действующие на дно и стенки сосудов различной формы и назначения. На законах гидростатики основано действие гидравлических подъемников, прессов и тормозов, жидкостных манометров и многих других машин, механизмов и приборов. Гидростатическое давление обладает двумя основными свойствами: 1. Оно направлено по внутренней нормали к площадке, на которую действует. 2. Его значение в данной точке не зависит от ориентировки в пространстве площадки, включающей эту точку.	2		1
3	2-Гидростатика	Основное уравнение гидростатики. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давления. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды. Приборы для измерения давления. или где — глубина погружения рассматриваемой точки под свободной поверхностью. Последнее уравнение является фундаментальным. Оно называется основным уравнением гидростатики и показывает, что гидростатическое давление в любой точке покоящейся тяжелой каплевой жидкости полностью определяется глубиной ее погружения под свободной поверхностью жидкости или под какой-либо другой поверхностью с известным на ней давлением, говоря иначе, изменяется в зависимости только от вертикальной координаты этой точки. В этом уравнении величина может быть названа весовым давлением, поскольку она представляет ту часть полного гидростатического давления, или, как говорят, абсолютного давления в рассматриваемой точке, которая обусловлена весом самой жидкости. Из рассмотрения основного уравнения гидростатики заключаем, что абсолютное давление в точке равно сумме внешнего поверхностного и весового давлений. Из этого же выражения непосредственно следует, что внешнее давление на поверхность находящейся в равновесии жидкости передается одинаково во все точки внутри жидкости (закон Паскаля). Внутри покоящейся жидкости во всех точках, погруженных на одну и ту же глубину, абсолютное давление одинаково. Таким образом, при равновесии жидкости под действием силы тяжести поверхность равного давления, или поверхность уровня, представляет собой горизонтальную плоскость. Превышение полного гидростатического давления над атмосферным называется избыточным, или манометрическим давлением.	2		
4	2-Гидростатика	Сила давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления. Сила давления на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Понятие о плавании тел. Таким образом, сила абсолютного гидростатического давления жидкости на погруженную плоскую поверхность равна произведению площади этой поверхности на давление в ее центре тяжести.	2		

		При этом сила внешнего гидростатического давления, поскольку внешнее гидростатическое давление распределено равномерно по всей площади смоченной части поверхности, его равнодействующая приложена в центре тяжести этой поверхности. Сила избыточного гидростатического давления. В случае, когда стенка расположена горизонтально (угол $\theta = 0$), т. е. представляет собой не боковую стенку, а горизонтальное дно сосуда, суммарное давление определяется по тем же формулам и составляет: H, где H — высота столба жидкости в сосуде. Следовательно, давление на дно зависит не от формулы и объема сосуда, а только от площади дна и высоты столба жидкости в сосуде. Поэтому для сосудов разной формы, заполненных одной и той же жидкостью до одного и того же уровня и имеющих одинаковую площадь дна, силы полного давления на дно будут одинаковы.			
5	3-Гидродинамика	Понятие гидродинамики. Классификация видов движения жидкости. Основные понятия кинематики. Методы описания движения жидкости. Линии и трубки тока. Расход жидкости. Дифференциальное уравнение неразрывности. Гидродинамикой называется раздел гидравлики, изучающий движение жидкости, а также взаимодействие между жидкостью и твердыми телами при их относительном движении. Исходя из этого, вводят понятие о внутренней и внешней задачах механики жидкости. К внутренней задаче относится движение жидкости в трубах, каналах и т.п., а к внешней задаче относится обтекание потоком твердых тел. В гидродинамике рассматриваются две модели жидкости: идеальные (или невязкие) и реальные (вязкие). При изучении принимается, что жидкости являются сплошной средой даже при бесконечно малых объемах. Поэтому гидродинамику можно считать в общем случае разделом механики сплошных сред. В гидродинамике существуют два метода изучения движения жидкости. Метод Лагранжа и метод Эйлера.	2		
6	3-Гидродинамика	Движение элементарной жидкой частицы. Деформации. Напряженное состояние жидкости. Связь напряжений и деформаций. Дифференциальное уравнение Коши. Уравнение Навье-Стокса. Дифференциальные уравнения движения реальной (вязкой) жидкости можно получить, дополнив уравнения Эйлера, выведенные для идеальной (невязкой) жидкости, составляющими сил внутреннего трения, обусловленными вязкостью. Входящие в уравнение Эйлера объемные (массовые) силы, отнесенные к единице массы жидкости и определяемые через проекции соответствующих ускорений X, Y, Z и т.д., останутся при этом неизменными, а силы поверхностные будут иными, и кроме нормальных сил давления, выражаемых через нормальные напряжения, будут иметь место касательные (вязкостные) силы сопротивления, выражающиеся через соответствующие касательные напряжения.	2		
7	3-Гидродинамика	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока. Применение уравнения Бернулли. Энергия, отнесенная к единице силы тяжести (веса жидкости), называется удельной энергией или напором. Уравнение Д. Бернулли математически выражает закон сохранения механической энергии, открытый Ломоносовым: вдоль элементарной струйки невязкой жидкости сумма потенциальной и кинетической энергии — постоянная величина.	2		1
8	4-Гидравлические сопротивления	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Формула Пуазейля. Режим движения, при котором имеет место слоистое движение жидкости, называется ламинарным (от латинского слова <i>Lamina</i> — слой), и в этом случае частицы жидкости не перемешиваются. Беспорядочный режим движения, при котором происходит перемешивание частиц жидкости, называют турбулентным. Следовательно, при скорости потока V меньше всегда будет ламинарный режим движения, а при — турбулентный.	2		1

		При скоростях в пределах движение может быть и ламинарным и турбулентным. Оно зависит от изменения скорости движения жидкости. Если скорость уменьшается, то в зоне будет турбулентный режим движения, т.е. такой, которой был до этой зоны, и наоборот, при увеличении скорости в этой зоне сохранится ламинарный режим движения.			
9	4-Гидравлические сопротивления	Турбулентное движение жидкости в трубах. Турбулентная составляющая вязкости. Приближенная теория Прандтля. Логарифмический закон. Одно из важнейших свойств турбулентности — неупорядоченность движения. Но в то же время турбулентное движение поддается описанию с помощью законов теории вероятности. При этом оказывается возможным указать статически точные средние характеристики движения (скорость, давление и др.). По И.О. Хинце определение турбулентности может быть сформулировано так: турбулентное движение жидкости предполагает наличие неупорядоченности течения, в котором различные величины претерпевают хаотическое изменение во времени и в пространственных координатах и при этом могут быть выделены их статистически точные осредненные значения.	2		
10	4-Гидравлические сопротивления	Экспериментальный график Никурадзе. Потери напора для промышленных труб. Местные гидравлические сопротивления. Коэффициент местных потерь. Местные потери при малых числах. Переходная зона. Эквивалентная длина трубы. Принцип наложения потерь. В соответствии с рекомендациями А. Д. Альтшуля, можно принять также критерии для этих трех областей: если $Re < 2300$, то это область гидравлически гладких труб; если $2300 < Re < 10^5$, то это область квадратичного сопротивления гидравлически шероховатых труб; если $Re > 10^5$, то это переходная область, или область докватратичного сопротивления гидравлически шероховатых труб. При турбулентном режиме для определения коэффициента λ в разное время было предложено большое число расчетных формул. Для области гидравлически гладких труб можно применить формулу Коэнкова: $\lambda = 0,3164 Re^{-0,25}$ К указанной области сопротивления относятся технически гладкие трубы (из цветных металлов — медные, латунные, свинцовые, стеклянные трубы и др.) во всем диапазоне их практического использования по числам Re , а также стальные трубы до значений числа Рейнольдса, ориентировочно равных $Re = 10^5$ (здесь — эквивалентная или абсолютная шероховатость). В области гидравлически шероховатых труб (квадратичная область) значения λ можно получить по формуле Никурадзе: $\lambda = 0,025 Re^{-0,25}$ или близкой к ней формуле Шифринсона: $\lambda = 0,046 Re^{-0,2}$ Для старых водопроводных (стальных и чугунных) труб, значительно корродированных в результате длительной эксплуатации (δ — мм) применимо также выражение: $\lambda = 0,11 (Re \delta)^{-0,25}$ Близкие к опытным значениям результаты дает универсальная формула Альтшуля (применяемая во всех областях турбулентного режима): $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25} + \frac{20000}{Re} + \frac{10^6}{Re^{1,75}}}$	2		
11	5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через отверстия. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Влияние вязкости на параметры истечения. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Вакуум в насадке. Насадки различных форм. Истечение с переменным уровнем. Изучение вопроса об истечении жидкости из отверстий и насадок имеет большое прикладное значение. В соответствии с особенностями гидравлического расчета, отверстия подразделяют на малые и большие. Малым называется отверстие, в различных точках которого геометрический напор H (расстояние по вертикали от свободной поверхности жидкости до рассматриваемой точки отверстия) практически одинаков (высота такого отверстия, расположенного в вертикальной стенке, не превышает $0,1H$). Отверстие в дне всегда будет малым. Большим называется отверстие, геометрический напор в различных точ-	2		1

		ках по высоте которого не одинаков. Речь идет не об абсолютных геометрических размерах отверстий, а о соизмеримости их высоты и расчетного напора. Таким образом, узкая вертикальная щель является большим отверстием. Отверстие может быть в тонкой или толстой стенке. Стенка считается тонкой, если ее толщина (в этом случае абсолютная толщина стенки не сказывается на характере истечения из отверстия). Толстой называется стенка при , когда ее толщина уже сказывается на истечении. На характер истечения из отверстия существенно влияет сжатие струи при подходе к отверстию, постоянство или изменение действующего напора, уровень жидкости за отверстием. Сжатие называется совершенным, когда боковые стенки и дно сосуда практически не влияют на истечение.			
12	6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	Гидравлический расчет трубопровода. Основное расчетное уравнение для простого трубопровода. Уравнение Лейбензона. Сложные трубопроводы. В современной технике применяются трубопроводы для перемещения разнообразных жидкостей, изготавливаемые из различных материалов. В зависимости от геометрической конфигурации различают простые и сложные трубопроводы. Простым называют трубопровод, состоящий из одной линии труб, не имеющий боковых ответвлений, т.е. трубопровод с одинаковым расходом на всем пути движения жидкости от места ее забора А до пункта потребления В. Такой трубопровод может быть выполнен из труб одного диаметра по всей длине или из участков труб различной длины и диаметра. Сложным называют трубопровод, состоящий из основной магистрали и ряда отходящих от нее ответвлений. Различают следующие виды: а) параллельные, когда к основной магистрали М параллельно подключены одна или несколько труб; б) разветвленные, в которых жидкость из магистрали М подается в боковые ответвления, обратно в магистраль она не поступает; в) кольцевые, представляющие собой сеть, замкнутую в кольцо, питаемую от основной магистрали М. В напорных трубопроводах жидкость находится под избыточным давлением и полностью заполняет все поперечное сечение. Для расчета трубопроводов исходным является уравнение Бернулли, из которого следует, что разность значений напора H_1 в сечении 1–1 и H_2 в сечении 2–2 затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений при движении жидкости на участке между этими сечениями.	2		1
13	6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	Трубопровод с равномерным путевым расходом. Сифонный трубопровод. Всасывающий трубопровод насоса. Экономический расчет трубопровода. В определенной части работает в условиях вакуума. Наивысшая точка С сифона находится выше отметок воды резервуаров А и В. Задача расчета сифонных трубопроводов сводится к определению расхода Q при заданной разности уровней Н, а также к проверке вакуума в точке С.	2		
14	6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	Гидравлический удар. Формула Жуковского. Способы ослабления гидравлического удара. Гидравлический удар в трубопроводах с упругими стенками. Определение скорости распространения ударной волны. При резком изменении скорости движения жидкости в длинных трубопроводах имеет место изменение (нарастание или понижение) давления, которое называется гидравлическим ударом. Изучение гидравлического удара было начато русским ученым М. Е. Жуковским в 1898 году. Жуковский пришел к выводу, что в связи с быстрым закрытием задвижек на водопроводной сети и резким уменьшением скорости до нуля происходит переход кинетической энергии движущегося по трубопроводу потока в потенциальную, которая затрачивается на работу по деформации стенок трубопровода и на сжатие воды, возникающее в момент гидравлического удара. Дополнительное давление в трубопроводе возрастает	2		

		примерно на 1–1,2 МПа на каждый 1 м/с потерянной скорости. Вследствие этого могут возникать осложнения в нормальной работе трубопровода, вплоть до разрыва стенок, и аварии оборудования насосных станций. При гидравлическом ударе возможно также и резкое падение давления, вплоть до давления насыщенных паров жидкостей при данной температуре. Как следствие появления столь низкого давления при гидравлическом ударе, возможен даже разрыв сплошности жидкости, при этом также может быть нарушена нормальная работа трубопровода. Причины возникновения гидравлического удара могут быть разными: быстрое закрытие или открытие запорных и регулирующих устройств, внезапная остановка насоса; выпуск воздуха через гидранты на оросительной сети при заполнении трубопровода водой, пуск насоса при открытом затворе на нагнетательной линии. Характер гидравлического удара может быть различным в зависимости от условий, в которых проложен трубопровод, и причин возникновения удара. Гидравлический удар различают прямой и непрямой.			
15	6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	Теория подобия гидравлических явлений. Метод анализа размерностей. В инженерной практике при расчете новых гидропроцессов прибегают к теории моделирования. При таком моделировании изучаемые гидравлические процессы воспроизводятся на модели, отличающейся в масштабе от натурной, на основе общих законов подобия механических систем. Явления (процессы) будут механически подобны в том случае, если в них одинаково отношение всех геометрических элементов — размеров, расстояний, перемещений, одинаково отношение плотностей и сил, действующих в соответственных точках и направлениях. Моделью в этом случае называется уменьшенное гидротехническое сооружение или гидравлическая машина вместе с омывающим ее потоком жидкости. Для полного гидродинамического подобия потоков необходимо их геометрическое, кинематическое и динамическое подобие.	2		
-		ИТОГО:	30		6

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Гидростатика	1	Изучение приборов для измерения давления Цель работы 1. Ознакомление с различными приборами для измерения давления: пьезометрами, манометрами, дифманометрами. 2. Научиться по показаниям приборов определять давление. Силы, действующие в жидкости, делятся на массовые и поверхностные. К массовым силам относятся: сила тяжести, сила инерции, они распределены по всему объему жидкости и пропорциональны массе. Силы, распределенные по поверхности, называются поверхностными. Резльтирующую поверхностных сил можно разложить на составляющие: нормальную к поверхности и касательную к ней. Гидростатическое давление в данной точке имеет одно и то же значение по всем направлениям. Это свойство вместе с уравнением (4) используется в гидравлике при расшифровке показаний приборов для	2		2

		измерения давления. Простейшим прибором, измеряющим давление, является пьезометр (рис.4), который представляет собой стеклянную вертикальную трубку небольшого диаметра, верхний конец которого открыт, а нижний присоединен к сосуду, в котором измеряется давление. Пьезометр показывает избыточное давление в точке А. слева оно равно измеренному абсолютному давлению в сосуде на уровне расположения точки.			
2-Гидростатика	2	Изучение физических свойств жидкости. Цель работы. Освоение техники измерения плотности, теплового расширения, вязкости и поверхностного натяжения.	2		
3-Гидродинамика	3	Иллюстрация уравнения Бернулли. ЦЕЛИ РАБОТЫ 1. Опытное подтверждение уравнения Д.Бернулли, т.е. понижения механической энергии по течению и перехода потенциальной энергии в кинетическую и обратно (связи давления со скоростью). 2. Определение потерь напора в трубопроводе переменного сечения. 3. Построение пьезометрической линии.	4		2
3-Гидродинамика	4	Изучение структуры потоков жидкости. Цель работы. Наблюдение потоков жидкости с различной структурой и выявление факторов, влияющих на структуру.	2		
3-Гидродинамика	5	Определение режима движения жидкости. Цель работы. Освоение расчетного метода определения режима течения.	2		
4-Гидравлические сопротивления	6	Определение коэффициента гидравлического трения. ЦЕЛЬ РАБОТЫ Освоение экспериментального и расчетного способов определения потерь напора на трение по длине.	4		2
4-Гидравлические сопротивления	7	Определение коэффициентов местных сопротивлений. ЦЕЛЬ РАБОТЫ Определение опытным путем потерь напора на преодоление местных сопротивлений и сравнение их с рассчитанными по инженерным формулам.	4		2
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	8	Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. 2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ Определить коэффициенты: - скорости, - расхода, - сопротивления, - сжатия струи.	4		
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	9	Истечение жидкости через цилиндрические, конфузорные и диффузорные насадки. ЦЕЛЬ РАБОТЫ 1. Изучить истечение жидкости через цилиндрические, конфузорные и диффузорные насадки. 2. Подсчитать коэффициенты расхода, скорости, сжатия и сопротивления насадков.	4		
-		ИТОГО:	28		8

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Гидростатика	1	Давление в покоящейся жидкости Гидростатическим давлением покоящейся жидкости является нормально действующая сжимающая сила, или гидростатическое давление есть	2		1

		предел отношения нормально сжимающей силы P к элементарной площадке ΔF при уменьшении размеров последней до нуля.			
2-Гидростатика	2	Силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки Гидростатическое давление создает силу давления на ограничивающие жидкость поверхности — стенки и дно сосуда. Сила абсолютного гидростатического давления жидкости на погруженную в нее плоскую поверхность равна произведению площади этой поверхности на давление в ее центре тяжести	2		1
2-Гидростатика	3	Силы давления покоящейся жидкости на криволинейные стенки Силы давления жидкости на криволинейные цилиндрические поверхности могут быть приведены к одной равнодействующей силе, которая определяется по трем составляющим, обычно по вертикальной и двум взаимно перпендикулярным горизонтальным. В большинстве практических задач криволинейные стенки расположены симметрично относительно вертикальной плоскости, в этом случае сумма элементарных сил давления приводится к одной равнодействующей силе, лежащей в плоскости симметрии, или к паре сил, лежащих в той же плоскости. Величина и направление равнодействующей силы определяется обычно по двум составляющим: горизонтальной и вертикальной.	2		
2-Гидростатика	4	Равновесие жидкости в движущихся сосудах Жидкость, заключенная в неподвижный резервуар и находящаяся в равновесии под действием силы тяжести, пребывает в абсолютном покое относительно земли. Жидкость может быть в равновесии и при действии других внешних сил, помимо собственного веса. Жидкое тело в таком случае будет находиться в относительном покое. При равновесии в движущихся сосудах жидкость движется вместе с ними как твердое тело. Если резервуар движется прямолинейно с постоянным ускорением, то свободная поверхность будет представлять собой плоскость, наклоненную к горизонту под углом.	2		
4-Гидравлические сопротивления	5	Режимы движения жидкостей Движение жидкости происходит не всегда одинаково. Детальные экспериментальные исследования режимов движения жидкости выполнил английский физик О. Рейнольдс. В ходе своих опытов он выяснил, что при малых скоростях движение жидкости имеет упорядоченный слоистый характер. При более высоких скоростях происходит перемешивание частиц жидкости, и движение становится беспорядочным. Режим движения, при котором имеет место слоистое движение жидкости, называется ламинарным, хаотическое движение называется турбулентным. Критерием перехода с ламинарного режима к турбулентному является число Рейнольдса — безразмерный численный параметр, не зависящий от рода жидкости и размеров живого сечения потока.	2		1
4-Гидравлические сопротивления	6	Потери напора на трение Потери напора на трение или по длине трубопровода могут быть определены по формуле Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического трения λ зависит от режима движения жидкости. При ламинарном режиме он может быть определен по формуле Стокса. При турбулентном режиме коэффициент λ определяется по эмпирическим формулам в зависимости от структуры турбулентного потока. При турбулентном режиме движения различают три зоны трения: зону гидравлически гладких труб, переходную область и область гидравлически шероховатых поверхностей.	2		1
4-Гидравлические сопротивления	7	Местные сопротивления При движении реальной жидкости помимо потерь на трение по длине	2		

		возникают местные потери, которые обусловлены наличием местных сопротивлений, коротких участков трубы, на которых происходит изменение скорости как по назначению, так и по направлению. Коэффициент местного сопротивления зависит от формы сопротивления, шероховатости его стенок, стесненности потока, условий входа и выхода, также при малых значениях $Re < 105$ от числа Рейнольдса.			
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	8	Истечение жидкости через отверстия, насадки, водосливы Истечение жидкости через отверстия является одной из основных задач гидравлики, которая сводится к определению скорости истечения и расхода вытекающей жидкости. Наиболее просто и точно ее можно решить в случае, когда 23 напор одинаков по всему сечению отверстия (донное отверстие или малое отверстие). Малым называется отверстие, в различных точках которого геометрический напор H (расстояние по вертикали от свободной поверхности жидкости до рассматриваемой точки отверстия) практически одинаков (высота такого отверстия, расположенного в вертикальной стенке, не превышающий $0,1 H$).	2		1
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	9	Расчет трубопроводов Трубопроводы бывают простые, состоящие из последовательно соединенных труб разного диаметра, и сложные, имеющие разветвленные участки. Основной задачей при расчете трубопроводов является определение связей между потерей напора, расходом и геометрическими параметрами (длина, диаметр трубы, шероховатость, наличие местных сопротивлений). При этом конкретная постановка задачи может быть различной: определение потерь напора во всем трубопроводе и его ветвях при заданных расходах и геометрии; определение размеров трубы по известному располагаемому напору и расходу жидкости и т. д. Эти задачи решают на основе уравнения Бернулли, которое записывается для двух сечений жидкости.	10		1
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	10	Гидравлический удар При резком изменении скорости движения жидкости в длинных трубопроводах имеет место изменение давления, которое называется гидравлическим ударом. Гидравлические удары делятся на прямые и не прямые. Прямой гидроудар происходит при времени закрытия задвижки меньшем фазы гидроудара.	2		
-		ИТОГО:	28		6

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Введение	подготовка к сдаче зачета, экзамена	3		3
1-Введение	иные виды работ обучающегося (при наличии)	2		
1-Введение	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку			3
2-Гидростатика	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
2-Гидростатика	иные виды работ обучающегося (при наличии)	5		
2-Гидростатика	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	5		7
2-Гидростатика	выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсо-	4		4

	вой работы			
2-Гидростатика	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку			20
2-Гидростатика	выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	10		11
3-Гидродинамика	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
3-Гидродинамика	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	1		3
3-Гидродинамика	выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	4		4
3-Гидродинамика	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	5		15
4-Гидравлические сопротивления	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
4-Гидравлические сопротивления	иные виды работ обучающегося (при наличии)	5		
4-Гидравлические сопротивления	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	5		8
4-Гидравлические сопротивления	выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	4		4
4-Гидравлические сопротивления	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку			20
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	5		2
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	4		4
5-Истечение жидкости через отверстия и насадки	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку			5
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	иные виды работ обучающегося (при наличии)	10		
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	4		8
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	4		4
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	5		30
6-Движение жидкости в напорном трубопроводе	выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	15		11
-	ИТОГО:	120		186

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Введение

Подготовка к тестированию

Раздел 2. Гидростатика

Подготовка к тестированию; освоение теоретического материала по темам, рекомендуемым для самостоятельного изучения; подготовка к проведению лабораторных занятий; подготовка к проведению практических занятий; выполнение РГР; подготовка к сдаче экзамена.

Раздел 3. Гидродинамика

Подготовка к тестированию; освоение теоретического материала по темам, рекомендуемым для самостоятельного изучения; подготовка к проведению лабораторных занятий; подготовка к сдаче экзамена.

Раздел 4. Гидравлические сопротивления

Подготовка к тестированию; освоение теоретического материала по темам, рекомендуемым для самостоятельного изучения; подготовка к проведению лабораторных занятий; подготовка к проведению практических занятий; выполнение РГР; подготовка к сдаче экзамена.

Раздел 5. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Подготовка к тестированию; освоение теоретического материала по темам, рекомендуемым для самостоятельного изучения; подготовка к проведению лабораторных занятий; подготовка к проведению практических занятий; выполнение РГР; подготовка к сдаче экзамена.

Раздел 6. Движение жидкости в напорном трубопроводе

Подготовка к тестированию; освоение теоретического материала по темам, рекомендуемым для самостоятельного изучения; подготовка к проведению практических занятий; выполнение РГР; подготовка к сдаче экзамена.

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
Дистанционное обучение	http://do.rusoil.net/
Журнал "Нефтегазовое дело"	http://www.ogbus.ru
Интернет-олимпиады	http://olymp.i-exam.ru/
Электронно-библиотечная система "Лань"	http://e.lanbook.com/
Электронный каталог УГНТУ в интернете	http://www.bibl.rusoil.net/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования**

№ пп	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
------	-----------------	---	------------------------

1	1-102	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(4);Компьютер в сборе(жест.диск3,5,мат.плата,мониторACER,опер.память,проц.клав.мышь)(1);Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
2	1-104 и 105	Агрегат бензоэлектрический (104)(1);Емкость для жидкости (10г)(1);Компрессор (104)(1);Монитор Acer AL1516A TFT 15"*(7);Монорельс (104)(1);Настольная лаб."Капелька" (компл-4шт)(1);Расходомер (104)(1);Системный блок Intel Pentium 4 631.512Mb*(5);Системный блок Intel Pentium 4 640.512Mb*(2);Составная емкость и прибор. стойка (104)(1);Установка лабораторная "Истечение жидкости ч/з отверстие с остр.кромкой"(1);Установка лабораторная "Определение к Дарси для цилиндрической круглой трубы"(1);Э/таль(105)(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Емкость для жидкости (10г);Установка для определения коэффициентов местных сопротивлений (вентиль, поворот). Центробежный насос с электродвигателем -1 компл.; ;Установка для проведения лабораторных работ "Капелька" - 2 шт. Установка для определения коэффициента гидравлического трения (коэффициента Дарси). Установка для определения коэффициентов истечения. Компьютеры - 3 шт.;Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
3	1-121	3D Принтер Anycubic 4 max рго(1);Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5/10МПа-01-М20-Б(1);Модель.8-й цилиндрический двигатель(1);Монитор Acer AL1516A TFT 15"*(1);Монитор LG L1918S-SN*(1);Насос UP 15-14 D (1/2") B80(1);Системный блок Intel Pentium 4 631.512Mb*(1);Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат.вязкости(1);Установка УУПН-2м(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Барометр Бриг БМ 91212-М;Барометр Бриг БМ 91229-М;Бытовой кондиционер;Ватметр 2 шт.;Датчикдавления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5;Измеритель теплоемкости ИТ-С-400;Измеритель теплоемкости ИТЭМ-1М;Компьютер Celeron 400;Компьютер АТ 486;Лабораторное оборудование для лаборатории: "Теплотехника и термодинамика";Модель. 8-й цилиндрический двигатель;Насос UP 15-14 D;Плакаты (750*1070) по уч. р. 7 шт.;Плакаты по учебно-метод. работе 3 шт.;Потенциометр Р-306;Потенциометр ЭВМ-2-09;Потенциостат;Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости;Установки "Исследование изотермического сжатия СО2 с фазовым переходом"; "Исследование конвективного теплообмена в различных средах"; "Исследование коэффициента теплопроводности стационарным и нестационарным методом"; "Установка по исследованию тепл;Факс модем;Электронный автоматический потенциометр;Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
4	1-321	IP-камера КСМ-3911(6);Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1);Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1);Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1);Сервер INTEL(1);Сервер Intel(1);Сервер Класас(1);Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1);Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

5	1-402	Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard с проектором Vivitek(1);Компьютер в компл.Intel Core3.1(монитор19" PHILIPS,клава Genius.мышьGenius)(1);Проектор (каб. 402)(1);Стенд "Структурно-логическая связь"(1);Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD;Учебно-наглядные пособия по дисциплине,набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
6	1-410	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(9);Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
7	1-412	Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768)(1);Редуктор 1Ц2У 100(1);Редуктор 1ЦУ 100(1);Редуктор 5Ч 80(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения курсового проектирования – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения
8	1-412	Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768)(1);Редуктор 1Ц2У 100(1);Редуктор 1ЦУ 100(1);Редуктор 5Ч 80(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций

9	1-412	Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768)(1);Редуктор 1Ц2У 100(1);Редуктор 1ЦУ 100(1);Редуктор 5Ч 80(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
10	1-412	Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768)(1);Редуктор 1Ц2У 100(1);Редуктор 1ЦУ 100(1);Редуктор 5Ч 80(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	AVP Kaspersky Lab	Дата выдачи лицензии 18.01.2013
2	Microsoft Office 2003 Suites	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
3	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 01.01.2007
4	Office 2007 Open License	Дата выдачи лицензии 10.12.2009, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд"
5	Windows Professional 7 Russian	Дата выдачи лицензии 07.03.2012
6	Windows Professional 8 Russian	Дата выдачи лицензии 16.12.2012
7	Windows XP Professional Russian	Дата выдачи лицензии 26.12.2002
8	ПО "WEBINAR (ВЕБИНАР) Конфигурация "EnterpriseTotal-2000"	Дата выдачи лицензии 25.10.2023, Поставщик: ООО ПИР

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (11944) Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	4		6	Ухин Б. В. Гидравлика : учебное пособие / Б. В. Ухин. – Москва: Форум: ИНФРА-М, 2014. – 464 с.: ил.	1	http://www.znanium.com	1.00
Дополнительная литература	Для изучения теории;	4		6	Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник / Д.В. Штеренлихт. – Изд. 5-е, стер.– Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 656 с.: ил.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

СВЕДЕНИЯ
об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями

Наименование дисциплины: (11944) Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения лабораторных работ;	4		6	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ / сост. Е. Л. Гусейнова. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 1,03 Мб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		6	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика : учебно-методическое пособие к проведению практических занятий / УГНТУ, ИНГ (фил. в г. Октябрьском), каф. МТМ ; сост. Е. Л. Гусейнова. - Уфа : УГНТУ, 2024. - 1,96 Мб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения курсовых работ (проектов);	4		6	Расчет гидравлической циркуляционной установки : учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы по дисциплине "Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика" / сост. Е. Л. Гусейнова. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 695 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	4		6	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика : учебно-методическое пособие к выполнению контрольной и расчетно-графической работ / сост. Е. Л. Гусейнова. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 628 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	4		6	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика : учебно-методические указания для выполнения самостоятельной работы / сост. Е. Л. Гусейнова. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 676 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

_____ В.Ш. Мухаметшин

27.06.2024

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(11944) Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика**

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Уровень высшего образования: специалитет

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е. (216час)

Октябрьский 2024

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Введение	З(ОПК-7)	Основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход». Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Называет основные физические свойства жидкостей	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Находит значения физических свойств жидкостей	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Называет основные физические закономерности	Письменный и устный опрос Тест

			хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.			
2	Гидростатика	В(ОПК-7)	основными навыками дисциплин инженерно-механического модуля; законами гидравлики, гидромеханики; основными математическими понятиями, приемами расчета; навыками работы с приборами (манометрами, расходомерами); навыками организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов и явлений, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия; приемами расчета; принципами работы с цифровыми источниками данных, принципами работы в программных продуктах MS	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Демонстрирует понимание связи величины гидростатического давления с плотностью жидкости и глубиной.	Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Демонстрирует навыки работы с манометрами, расходомерами.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профес-	Решает задачи по определению давления	Контрольная

			Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Muro, Google, MS Power Point, принципами работы в личном кабинете студента на сайте УГНТУ ams.rusoil.net .	сиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	в покоящейся жидкости, определению сил давления на плоские и криволинейные поверхности.	работа Курсовая работа (проект) Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
		3(ОПК-7)	Основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход». Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, ки-	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Называет основное уравнение гидростатики.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Объясняет способы нахождения информации.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной без-	Называет формулы для определения сил давления на плоские и криволинейные поверхности	Письменный и устный опрос Тест

			нематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.	опасности		
		У(ОПК-7)	Использовать: основные законы статики и кинематики жидкостей и газов; применять основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; снять показания с приборов, манометров, расходомеров применять законы и условия организации полного гидродинамического подобия гид-	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Определяет величину гидростатического давления, используя плотность жидкости и глубину.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая ра-

			равлических процес-сов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Создавать и редактировать файлы в программных продуктах MS Word, MS Excel; участвовать в видео-конференциях на платформах Zoom, Webinar, Google Meet, Яндекс Телемост, Teams; работать в про-граммных продуктах Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello; создавать и демонстрировать презентации в MS Power Point; пользоваться корпоративными сайтами компаний.			бота
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Находит значения основных физических свойств жидкостей.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Решает задачи по определению давления в покоящейся жидкости, определению сил давления на плоские и криволинейные поверхности.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
3	Гидродинамика	З(ОПК-7)	Основные законы и положения дисциплин инженерно- механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход».	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Перечисляет основные понятия кинематики и гидродинамики, уравнение Бернулли.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних до-	Называет примеры применения уравнения Бернулли.	Письменный и устный опрос Тест

			Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.	стижений в интересующей области ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Называет определения понятий "средняя скорость", "расход".	Письменный и устный опрос Тест
		У(ОПК-7)	Использовать: основные законы статики и кинематики жидкостей и газов; применять основные математические понятия,	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного	Решает задачи на определение скоростей, расходов.	Контрольная работа Курсовая работа

			а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; снять показания с приборов, манометров, расходомеров применять законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Создавать и редактировать файлы в программных продуктах MS Word, MS Excel; участвовать в видео-конференциях на платформах Zoom, Webinar, Google Meet, Яндекс Телемост, Teams; работать в программных продуктах Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello; создавать и демонстрировать презентации в MS Power Point; пользоваться корпоративными сайтами компаний.	и нефтегазового производства		(проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Демонстрирует навыки работы с манометрами, расходомерами.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Решает задачи с применением уравнения Бернулли.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая ра-

						бота
4	Гидравлические сопротивления	В(ОПК-7)	основными навыками дисциплин инженерно-механического модуля; законами гидравлики, гидромеханики; основными математическими понятиями, приемами расчета; навыками работы с приборами (манометрами, расходомерами); навыками организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов и явлений, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия; приемами расчета; принципами работы с цифровыми источниками данных, принципами работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Muro, Google, MS Power Point, принципами работы в личном кабинете студента на сайте УГНТУ ams.rusoil.net.	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Выполняет гидравлические расчеты на определение режимов движения жидкости	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Проводит анализ гидравлических потерь	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа

						бота
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Решает задачи на определение гидравлических потерь	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
		3(ОПК-7)	Основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные тематические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход». Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных дан-	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Объясняет правила проведения гидравлических расчетов.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Объясняет значения понятий "потери напора на трение" и "потери напора на местные сопротивления".	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профес-	Объясняет правила расчета потерь на тре-	Письменный и

			ных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобию гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.	сиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	ние и на местные сопротивления.	устный опрос Тест
		У(ОПК-7)	Использовать: основные законы статики и кинематики жидкостей и газов; применять основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности;	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Выполняет гидравлические расчеты на определение режимов движения жидкости	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа

			снять показания с приборов, манометров, расходомеров применять законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Создавать и редактировать файлы в программных продуктах MS Word, MS Excel; участвовать в видео-конференциях на платформах Zoom, Webinar, Google Meet, Яндекс Телемост, Teams; работать в программных продуктах Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello; создавать и демонстрировать презентации в MS Power Point; пользоваться корпоративными сайтами компаний.			Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Проводит анализ гидравлических потерь	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Решает задачи на определение гидравлических потерь	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письмен-

						ный и устный опрос Расчетно-графическая работа
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	В(ОПК-7)	основными навыками дисциплин инженерно-механического модуля; законами гидравлики, гидромеханики; основными математическими понятиями, приемами расчета; навыками работы с приборами (манометрами, расходомерами); навыками организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов и явлений, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия; приемами расчета; принципами работы с цифровыми источниками данных, принципами работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Muro, Google, MS Power Point, принципами работы в личном	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Решает задачи на определение скорости и давления при истечении.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Использует современные информационные источники для поиска необходимых данных	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информа-	Решает задачи на истечение.	Контрольная работа Курсовая

			кабинете студента на сайте УГНТУ ams.rusoil.net .	ционной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности		работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
		3(ОПК-7)	Основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля; законы гидравлики, гидромеханики; основные тематические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности; понятия «давление», «расход». Правила планирования, проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включа-	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Называет формулы для определения скорости и расхода при истечении.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Находит значения коэффициентов истечения используя современные информационные источники	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований	Объясняет решение задач на истечение.	Письменный и устный опрос Тест

			ет геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Принципы работы с цифровыми источниками открытых данных и базами знаний, принципы работы с облачными хранилищами (Яндекс диск); принципы работы в программных продуктах MS Word, MS Excel, Zoom, Webinar, Яндекс Телемост, Teams, Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello, Google, MS Power Point; принципы работы в корпоративных сайтах компаний.	информационной безопасности		
6	Движение жидкости в напорном трубопроводе			ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Называет основные понятия.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Объясняет способы нахождения информации.	Письменный и устный опрос Тест
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Объясняет способы решения задач.	Письменный и устный опрос Тест
		У(ОПК-7)	Использовать: основные законы статики и кинематики жидкостей и газов; применять основные математические понятия, а так же физические свойства жидкостей, основные физические закономерности;	ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства	Использует понятие о простом и сложном трубопроводах при решении задач.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Письменный и устный

			снять показания с приборов, манометров, расходомеров применять законы и условия организации полного гидродинамического подобия гидравлических процессов, которое включает геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Создавать и редактировать файлы в программных продуктах MS Word, MS Excel; участвовать в видео-конференциях на платформах Zoom, Webinar, Google Meet, Яндекс Телемост, Teams; работать в программных продуктах Яндекс формы, Sboard, Muro, Trello; создавать и демонстрировать презентации в MS Power Point; пользоваться корпоративными сайтами компаний.			опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.2 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа последних достижений в интересующей области	Находит необходимые данные в современных информационных источниках.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа
				ОПК-7.3 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Решает задачи на расчет трубопровода.	Контрольная работа Курсовая работа (проект) Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если (15 баллов) проявляет творческую активность, которая выражается не только в активном поиске способов решения предлагаемых задач, но и оперировании этими способами. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если 10- 14 баллов) проявляет интерес к учебной деятельности, и самостоятельная познавательная деятельность происходит под действием инициативы самих студентов. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (менее 10 баллов) выполняет задания лишь по указанию преподавателя, активность носит подражательный характер, при этом студент не обладает способностями к ориентации в новых ситуациях, не способен критически подходить к оценке полученных фактов и происходящих явлений. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (0 баллов) не умеет решать задачи. «зачтено» выставляется обучающемуся, если все задачи решены верно. «незачтено» выставляется обучающемуся, если не все задачи решены верно.
2	Курсовая работа (проект)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы типовых групповых или индивидуальных проектов и типовое задание на курсовой проект (работу)	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если 91-100 баллов) знания систематизированы, обобщены, глубоки, мобильны. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если (79-90 баллов) знания обобщенные, но не прочные. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если 61-78 баллов) знания обрывочные, бессистемные, поверхностные. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (0 баллов) знания по дисциплине отсутствуют. «зачтено» выставляется обучающемуся, если Не предусмотрено «незачтено» выставляется обучающемуся, если Не предусмотрено
3	Лабораторная	Средство проверки умений применять по-	Темы, задания для выполнения	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если (15 баллов) знания систематизированы, обобщены,

	работа	лученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	ла-бораторных работ; вопросы и тре-бования к их защите	глубоки, мобильны. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если 8-14 баллов) знания обобщенные, но не прочные. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если менее 8 баллов) знания обрывочные, бессистемные, поверхностные. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (о баллов) знания по дисциплине отсутствуют. «зачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине оцениваются от "отлично" до "удовлетворительно" «незачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине отсутствуют.
4	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если (21-30 баллов) знания систематизированы, обобщены, глубоки, мобильны. Студент проявляет творческую активность, которая выражается не только в активном поиске способов решения предлагаемых задач, но и оперировании этими способами. 30 баллов выставляются в том случае, если студент отвечает на все вопросы. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если (9-20 баллов) знания обобщенные, но не прочные. Студент проявляет интерес к учебной деятельности, и самостоятельная познавательная деятельность происходит под действием инициативы самих студентов. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (менее 9) знания обрывочные, бессистемные, поверхностные, и студент выполняет задания лишь по указанию преподавателя, активность носит подражательный характер, при этом студент не обладает способностями к ориентации в новых ситуациях, не способен критически подходить к оценке полученных фактов и происходящих явлений. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине отсутствуют. «зачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине оцениваются от "отлично" до "удовлетворительно" «незачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине отсутствуют.
5	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач (заданий) темы (раздела) учебной дисциплины	Комплект заданий по вариантам для выполнения расчетно-графической работы.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если (25 баллов) проявляет творческую активность, которая выражается не только в активном поиске способов решения предлагаемых задач, но и оперировании этими способами.

		по заранее определенной методике. Позволяет закрепить теоретические знания, выработать навыки практического выполнения расчетов, анализировать полученные результаты и делать выводы		оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если (15-24 балла) проявляет интерес к учебной деятельности, и самостоятельная познавательная деятельность происходит под действием инициативы самих студентов. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (менее 15 баллов) выполняет задания лишь по указанию преподавателя, активность носит подражательный характер, при этом студент не обладает способностями к ориентации в новых ситуациях, не способен критически подходить к оценке полученных фактов и происходящих явлений. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (0 баллов) задание не выполнено. «зачтено» выставляется обучающемуся, если Не предусмотрено «незачтено» выставляется обучающемуся, если Не предусмотрено
6	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если (15 баллов) знания систематизированы, обобщены, глубоко, мобильны. Получены ответы на все вопросы теста. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если (8-14 баллов) знания обобщенные, но не прочные. При ответе на вопросы теста допущены от 1 до 5 ошибок. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (менее 8 баллов) знания обрывочные, бессистемные, поверхностные. При ответе на вопросы теста допущено более 5 ошибок. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если (0 баллов) знания по дисциплине отсутствуют. Тест не написан, либо на все вопросы получены неправильные ответы. «зачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине оцениваются от "отлично" до "удовлетворительно" «незачтено» выставляется обучающемуся, если знания по дисциплине отсутствуют.

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1. Введение
1. Определение гидравлики как науки. Значение гидравлики в инженерной практике. История развития гидравлики.
2. Определение жидкости. Основные физические свойства жидкости: удельный вес, сжимаемость, вязкость, поверхностное натяжение.
3. Понятие об идеальной жидкости. Силы, действующие на жидкость.
4. Понятие об неньютоновской жидкости.

2. Гидростатика
5. Гидростатическое давление и его основные свойства.
6. Общие дифференциальные уравнения жидкости (уравнение Эйлера для гидростатики).
7. Основное уравнение гидростатики.
8. Жидкость, находящаяся в емкости, движется по горизонтальной поверхности прямолинейно и равномерно (определение уравнения свободной поверхности)
9. Жидкость, находящаяся в сосуде, вращается вокруг горизонтальной оси (определение уравнения свободной поверхности).
10. Давление жидкости на плоскую стенку (графическое изображение основного уравнения гидростатики, общее выражение для определения давления жидкости на плоскую стенку).
11. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность (общее выражение давления на цилиндрическую поверхность).
12. Закон Архимеда. Основные сведения из теории плавания тел.

3. Гидродинамика
13. Два метода изучения движения жидкости. Основные понятия гидродинамики.
14. Дифференциальные уравнения движения невязкой (идеальной) жидкости.
15. Поле скоростей, линия тока, поверхность тока, элементарная струйка, живое сечение, расход жидкости элементарной струйки.
16. Уравнение неразрывности в гидравлической форме.
17. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
18. Уравнение Бернулли для элементарной струйки установившегося движения идеальной жидкости.
19. Геометрическая, физическая и механическая интерпретация уравнения Бернулли.
20. Примеры, иллюстрирующие уравнение Бернулли (расходомер Вентури, водоструйный насос).
21. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса).
22. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
23. Элементы потока жидкости: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, местная и средняя скорости.
24. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
25. Пьезометрический и гидравлический уклоны.

4. Гидравлические сопротивления
26. Виды гидравлических сопротивлений.
27. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.
28. Ламинарное движение жидкости. Параболический закон распределения скоростей по сече-

нию потока. Потери напора при ламинарном режиме.

29. Турбулентное движение жидкости. Осредненная скорость. Эпюра скоростей при турбулентном движении. Ламинарный пристенный слой.
30. Гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые стенки.
31. Линейные потери напора при турбулентном режиме. График Никурадзе. Формулы для определения коэффициента Дарси.
32. Формула Дарси-Вейсбаха для определения потерь напора.
33. Местные потери напора. Коэффициенты местных потерь
34. Потери напора при внезапном расширении потока.
35. Сложение потерь напора. Полный коэффициент гидравлического сопротивления.
36. Давление струи на плоскую и криволинейную поверхности.

5. Истечение жидкости через отверстие и насадки

37. Истечение жидкости через малые отверстия в тонкой стенке.
38. Истечение жидкости через насадки цилиндрические, конические, коноидальные.
39. Истечение жидкости через большие отверстия. Водосливы.

6. Движение жидкости в напорном трубопроводе

40. Гидравлический расчет простого трубопровода.
41. Гидравлический расчет трубопровода из последовательного соединения труб разного диаметра.
42. Гидравлический расчет трубопроводов, соединенных параллельно.
43. Гидравлический расчет трубопровода с путевым, равномерно распределенным расходом.
44. Понятие об экономическом расчете трубопровода.
45. Гидравлический удар в трубах. Формула Жуковского для определения повышения давления при гидравлическом ударе.
46. Скорость распространения ударной волны в круглой трубе с упругими стенками.
47. Сифонный трубопровод.
48. Основы теории подобия гидравлических явлений.
49. Метод анализа размерностей.

Экзаменационный билет № 1

на экзамен по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»

по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

1. Сила давления жидкости на плоские поверхности.
2. Геометрическая, физическая интерпретации уравнения Бернулли.
3. По трубопроводу диаметром 270?10 мм перекачивается вода с расходом 150 м³/час. Определить скорость воды в трубе и режим её движения.

Лектор

Е.Л. Гусейнова

И.о. заведующего кафедрой МТМ

Э.З. Мухамадеев

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Октябрьском
Кафедра механики и технологии машиностроения

Экзаменационный билет № 2

на экзамен по дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»

по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

1. Понятие о неньютоновской жидкости.
2. Сила давления жидкости на криволинейные цилиндрические поверхности.
3. Бензол с расходом 200 т/час и средней температуре 40°C поступает в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из 717 труб диаметром $d_{т\text{т}} = 20\text{ мм}$. Определить скорость бензола в трубах трубного пучка и режим его движения в них.

Лектор

Е.Л. Гусейнова

И.о. заведующего кафедрой МТМ

Э.З. Мухамадеев

Ответы на вопросы.

1. Определение гидравлики как науки. Значение гидравлики в инженерной практике. История развития гидравлики.

Гидравлика — наука древняя, зарождение отдельных представлений уходит корнями в глубокую древность — Египет, Рим, Вавилон, Греция, Китай, Месопотамия, Закавказье и Средняя Азия.

Первым научным трудом в области гидравлики можно считать трактат Архимеда «О плавающих телах», появившийся за 250 лет до н.э. В этом трактате изложены основы теории плавающих тел и устойчивости плавающего тела, приводится известный закон Архимеда. В древнем Риме был накоплен большой опыт в вопросах строительства водопроводов.

На протяжении последующих 15 веков гидравлика не получила существенного развития.

В период Возрождения в Италии гениальный человек Леонардо да Винчи занимался разработкой теорий плавания тел, истечения жидкости из отверстий, изучением водосливов, свободных струй, гидравлических машин, а также механизма движения воды в трубах, реках и каналах.

Во второй половине XV и начале XVI веков механика, являющаяся теоретической базой гидравлики, превращается в физическую науку.

В 1687 г. Ньютон высказал гипотезу о законе внутреннего трения в жидкостях.

В XVII–XVIII веках крупнейшими учеными-механиками Эйлером, Бернулли, Лагранжем были установлены основные законы и получены исходные уравнения гидромеханики.

Д. Бернулли написал труд «Гидродинамика, или записки о силах и движении жидкости», в этом труде он изложил эффективный метод изучения движения жидкости, ввел понятие «гидродинамика», дал теоретическую основу уравнения для установившегося плавно изменяющегося движения, которое носит его имя, является одним из основных уравнений современной гидравлики.

На основе исследований Л.Эйлера возникла родственная гидравлике наука — теоретическая гидромеханика, изучающая законы движения жидкостей строгими методами математического анализа. Развитию теоретической гидромеханики способствовали работы Аламбера, Ж.

В развитии гидравлики большую роль сыграли труды Дарси, Вейсбаха и многих других ученых.

В нефтяной гидравлике фундаментальное значение имеют исследования В.Шухова по гидравлическому расчету магистральных нефтепроводов, Л.С. Лейбензана, И.А. Чарного, Р. И. Щищенко, Мирзаджанзаде и т.д. Современная гидравлика — это наука, в которой теория и опыт взаимно обогащаются и дополняются. Гидравлика широко использует методы и результаты теоретической гидромеханики, поэтому в настоящее время различия в понятиях «гидравлика» и «гидромеханика» исчезли. По существу, это два направления одной и той же науки — гидромеханики: гидромеханика теоретическая и техническая (гидравлика).

13. Два метода изучения движения жидкости. Основные понятия гидродинамики.

Гидродинамикой называется раздел гидравлики, изучающий движение жидкости, а также взаимодействие между жидкостью и твердыми телами при их относительном движении. Исходя из этого, вводят понятие о внутренней и внешней задачах механики жидкости.

К внутренней задаче относится движение жидкости в трубах, каналах и т.п., а к внешней задаче

относится обтекание потоком твердых тел.

В гидродинамике рассматриваются две модели жидкости: идеальные (или невязкие) и реальные (вязкие).

При изучении принимается, что жидкости являются сплошной средой даже при бесконечно малых объемах. Поэтому гидродинамику можно считать в общем случае разделом механики сплошных сред. В гидродинамике существуют два метода изучения движения жидкости. Метод Лагранжа и метод Эйлера.

Метод Лагранжа заключается в изучении движения каждой отдельной частицы жидкости. В этом случае движение определяется положением частицы жидкости в функции от времени t . В начальный момент времени ее положение определено начальными координатами. При движении частица перемещается в новую точку пространства.

Таким образом, метод Лагранжа сводится к определению семейства траекторий движения частиц движущейся жидкости. Метод Лагранжа в гидравлике не нашел широкого применения ввиду его относительной сложности.

Метод Эйлера основан на изучении поля скоростей, под которым понимается вся система векторов, представляющих величину и направление скоростей в соответствующих точках пространства, занятого движущейся жидкостью в данный момент времени. Таким образом, поле скоростей представляет собой совокупность векторов местных скоростей. Построение поля скоростей в разных точках для разных моментов времени достаточно полно характеризует движение жидкости. Метод Эйлера нашел широкое применение в гидравлике. Он позволяет определить скорость в данной точке пространства в любой момент времени; скорость в данной точке пространства с течением времени; скорость t в фиксированный момент времени (в различных точках пространства).

В то же время метод Эйлера не позволяет изучить движение отдельной частицы жидкости.

29. Турбулентное движение жидкости.

Один из современных ведущих исследований турбулентности отмечает, что исследование турбулентности можно назвать искусством понимания уравнений Навье-Стокса без фактического их решения. Характерным признаком турбулентного режима движения является преобладающее действие динамических сил, которые во много раз превосходят силы вязкости. Это имеет место при больших числах Рейнольдса, когда движение становится неустойчивым. С увеличением скорости сложное движение нарушается, и на основное (первичное) движение накладываются случайные во времени и в пространстве колебания скорости и давления. Эти мгновенные нарушения движения уже не могут гаситься силами вязкости и становятся относительно малыми по сравнению с динамическими силами, последние обуславливают неупорядоченное хаотичное весьма сложное в деталях течение жидкости, называемое турбулентным. Наглядное представление дает наблюдение за кружащимися при падении снежинками. Сам термин «турбулентность» был введен в механику жидкости физиком Томсоном (лордом Кельвином).

Различают пристеночную и свободную турбулентности. Пристеночная турбулентность возбуждается силами трения вблизи неподвижных стенок (течения в трубах, в открытых руслах) во внутренней задаче, и в пограничных слоях — во внешней задаче (то есть при обтекании тел).

Свободная турбулентность возникает при течении слоев жидкости с различными скоростями.

Например, в потоке позади местных сопротивлений.

Первоначально рассмотрим потоки с пристеночной турбулентностью, основные источники которой трение о стенки русла, степень турбулентности внешнего течения при обтекании тела или входящего в трубу потока, геометрия передней кромки обтекаемого тела, теплопередача от стенки в поток.

В свое время еще О. Рейнольдс отмечал, что ламинарное движение в трубах переходит в турбулентное не внезапно и не по всякой трубе.

Вначале на некоторых участках появляются отдельные турбулентные «пятна», которые либо растут и занимают все поперечное сечение трубы, образуя турбулентные «пробки», либо уменьшаются в размере и исчезают.

Образование турбулентных «пробок» характеризуется тем, что на таких участках потока имеет

место турбулентный режим движения жидкости, а вне их — ламинарный. При возрастании скорости турбулентные «пробки» занимают все большие участки по длине трубы, пока не сольются в единый турбулентный поток. Если же скорости будут уменьшены, то «пробки» исчезают и весь поток становится ламинарным. Такой вид движения характеризуется локальными турбулентными возмущениями, когда скорость движения уже не носит регулярного характера, его называют перемежающейся турбулентностью. Она характеризуется коэффициентом перемежаемости, который равен отношению промежутка времени, в течение которого в определенном месте трубы наблюдается турбулентное движение, ко всему времени наблюдения. Если режим ламинарный, то $\alpha = 0$, если турбулентный, то $\alpha = 1$.

Таким образом, при больших числах Рейнольдса наступает полностью развитый турбулентный режим движения жидкости.

Одно из важнейших свойств турбулентности — неупорядоченность движения. Но в то же время турбулентное движение поддается описанию с помощью законов теории вероятности. При этом оказывается возможным указать статически точные средние характеристики движения (скорость, давление и др.). По И.О. Хинце определение турбулентности может быть сформулировано так: турбулентное движение жидкости предполагает наличие неупорядоченности течения, в котором различные величины претерпевают хаотическое изменение во времени и в пространственных координатах и при этом могут быть выделены их статистически точные осредненные значения.

Контрольная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Задание 1 Вентиляционная труба $d = 0,1$ м имеет длину $l = 100$ м. Определить потери давления, если расход воздуха, подаваемый по трубе, равен $Q = 0,078$ м³/с. Давление на выходе равно атмосферному ($P_{ат} = 0,1$ МПа). Местные сопротивления по пути движения воздуха отсутствуют. Кинематическая вязкость воздуха при $t = 20$ °С составляет $\nu = 15,7 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Средняя шероховатость выступов $\Delta = 0,2$ мм, плотность воздуха $\rho = 1,18$ кг/м³.

Задание 2 По трубопроводу диаметром $d = 100$ мм транспортируется нефть. Определить критическую скорость, соответствующую переходу ламинарного движения жидкости в турбулентное. Коэффициент кинематической вязкости принять равным $\nu = 8,1 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Задание 3 Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d = 300$ мм, если расход $Q = 0,136$ м³/с. Коэффициент кинематической вязкости для воды (при $t = 10$ °С) $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Задание 4 По трубопроводу диаметром $d = 50$ мм и длиной $l = 100$ м движется вода. Чему равен напор H , при котором происходит смена ламинарного режима турбулентным? Местные потери напора не учитывать.

Задание 5 Определить диаметр трубопровода, по которому подается глицерин с расходом $Q = 10$ л/с из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима.

Задание 6 По трубопроводу длиной 15 км и диаметром 100 мм перекачивается вода с расходом 10 т/час. Стенки трубопровода гладкие. Манометр, установленный в начале, показывает давление 5 ат. Определить показание манометра, установленного в конце трубопровода.

Задание 7 Труба диаметром 200 мм переходит в трубу диаметром 50 мм, после чего поднимается вверх на 20 м. В нижнем и верхнем сечениях трубы установлены манометры. Нижний манометр показывает давление $P_1 = 5$ ат. По трубопроводу перекачивается вода с расходом 55 м³/час. Определить показания верхнего манометра. Наличием сил вязкости пренебречь

Тема Движение в напорном трубопроводе

Вариант 1 Построить гидравлическую характеристику трубопровода

Задание 1 Построить гидравлическую характеристику трубопровода, состоящего из двух параллельных участков, параметры участков $l_1 = 50$ м, $d_1 = 0,2$ м, $l_2 = 60$ м, $d_2 = 0,1$ м, трубы считать гидравлически гладкими.

Задание 2 Построить гидравлическую характеристику трубопровода $H=f(Q)$, состоящего из двух последовательно соединенных участков с параметрами $l_1=100\text{м}$, $d_1=0,1\text{м}$, $l_2=50\text{м}$, $d=0,05\text{м}$, трубы считать гидравлически гладкими.

Задание 3 Построить гидравлическую характеристику трубопровода $H=f(Q)$ диаметр $d=0,1\text{м}$, длина $l=50\text{м}$, $Q \leq 10\text{л/с}$, труба гидравлически гладкая.

Курсовая работа (проект).

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Выполнение курсовой работы «Расчет гидравлической циркуляционной установки» проводится с целью приобретения умений и навыков выполнения типовых гидравлических расчетов. В процессе выполнения курсовой работы студенты изучают литературные источники, выбирают, обобщают, анализируют и оценивают большой объем информации, закрепляют теоретические знания и методики расчета. Выполнение курсовой работы требует от студентов овладеть методами обработки, анализа результатов гидравлических расчетов, оценивать достоверность результатов расчета, делать выводы.

При выполнении курсовой работы студенты должны изучить следующие разделы теоретического курса гидравлики:

- жидкости и их физические свойства;
- ? гидростатика, основное уравнение гидростатики;
- ? уравнение Бернулли;
- ? режимы движения жидкости;
- линейные потери напора;
- местные потери напора;
- ? истечение жидкости при постоянном и переменном напорах;
- гидравлический расчет трубопроводов;
- гидравлический удар.

Выполнение курсовой работы способствует закреплению теоретических знаний по рассматриваемым разделам и развивает умение применять их на практике в освоении дисциплины «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика».

В курсовой работе представлена циркуляционная гидравлическая установка, заданы числовые значения и необходимо решить следующие задачи:

1. Определить геометрическую высоту H_2 .
2. Определить показания дифманометра скоростной трубки по заданной плотности жидкости в нем ρ_2 .
3. Определить показание ртутного дифманометра расходомера Вентури $h_{вен}$, диаметр узкого сечения которого $d_{вен}$ и коэффициент расхода $\mu_{вен}$.
4. Определить установившейся уровень жидкости в промежуточной емкости H_1 , диаметр насадка которой $d_{нас}$ и его коэффициент расхода $\mu_{нас}$.
5. Определить разность показаний манометров $P_{м2}$ и $P_{м3}$.
6. Определить суммарные потери напора в местных сопротивлениях нагнетательной линии и их суммарную эквивалентную длину.
7. Определить необходимый диаметр самотечного трубопровода d_c , обеспечивающий установление заданного постоянного уровня в верхнем резервуаре H_3 .
8. Определить минимальную толщину стальных стенок трубы d_1 , при которой не происходит ее разрыва в момент возникновения прямого гидравлического удара.
9. Определить суммарные потери напора на трение во всасывающей и нагнетательной линиях.

Вопросы для подготовки к защите.

1. Что такое пьезометрический, скоростной и гидродинамический напор?
2. Почему уравнение Бернулли выражает закон сохранения механической энергии в жидкости?

3. Что называется полной удельной энергией потока?
4. Чем отличается уравнение Бернулли для идеальной жидкости от того же уравнения для реальной жидкости?
5. Поясните смысл коэффициента Кариолиса в уравнении Бернулли.
6. За счет чего происходит уменьшение удельной энергии потока?
7. Что такое пьезометрический и гидравлический уклон?
8. В каких измерительных приборах используются закономерности уравнения Бернулли?
9. Каковы факторы, определяющие режим движения жидкости?
10. Каковы особенности ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости?
11. Что такое осредненная скорость при турбулентном режиме движения?
12. Из чего складываются потери напора?
13. От чего зависит коэффициент местного сопротивления?
14. Чем объясняются потери по длине трубопровода?
15. Как влияет режим течения жидкости на потери напора по длине и в местных сопротивлениях?
16. Почему существуют понятия "гидравлически гладкие трубы" и "гидравлически шероховатые трубы"?
17. Почему толщина вязкого подслоя жидкости влияет на потери напора при турбулентном движении?
18. В чем разница между линейными потерями и квадратичными?

Расчетно-графическая работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Задача 1. Определить величину и направление силы F , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы, – жидкость Ж (рис. 1).

Показание пружинного манометра – P_M .

Рис. 1.

Задача 2. Паровой прямодействующий насос подает жидкость Ж на высоту H (рис. 2). Каково абсолютное давление пара, если диаметр парового цилиндра D , а насосного цилиндра d ? Потери на трение пренебречь.

Рис. 2.

Задача 3. Определить силу прессования F , развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большего плунжера D , диаметр меньшего плунжера d . Большой плунжер расположен выше меньшего на величину H , рабочая жидкость Ж, усилие, приложенное к рукоятке, R (рис. 3).

Рис. 3.

Задача 4. Замкнутый резервуар разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a , закрытое крышкой (рис. 4). Давление над жидкостью Ж в левой части резервуара определяется показаниями манометра P_M , давление воздуха в правой части – показаниями мановакуумметра. Определить величину и точку приложения результирующей силы давления на крышку.

Указание. Эксцентриситет e центра давления для результирующей силы может быть определен по выражению

Рис. 4.

Задача 5. Шар диаметром D наполнен жидкостью Ж. Уровень жидкости в пьезометре, присоединенном к шару, установился на высоте H от оси шара. Определить силу давления на боковую половину внутренней поверхности шара (рис. 5). Показать на чертеже вертикальную и горизонталь-

ную состав-ляющие, а также полную силу давления.

Рис. 5.

Задача 6. Определить силу давления на коническую крышку горизон-тального цилиндрического сосуда диаметром D , заполненного жидкостью $Ж$

(рис. 6). Показание манометра в точке его присоединения – $РМ$. Показать на чер-теже вертикаль-ную и горизонтальную составляющие, а также полную си-лу давления.

Рис. 6.

Задача 7. При истечении жидкости из резервуара в атмосфере по гори-зонтальной трубе диаметра d и длиной $2l$ уровень в пьезометре, уста-новленном посередине длины трубы, равен h (рис. 1.7). Определить расход Q и коэффициент гидравлического трения трубы λ , если статический на-пор в баке постоянен и равен H . Построить пьезометрическую и напорную линии. Сопротивлением вхо-да в трубу пренебечь.

Рис. 7.

Задача 8. Жидкость $Ж$ подается в открытый верхний бак по вертикаль-ной тру-бе длиной l и диа-метром d за счет давления воздуха в нижнем замк-нутом резервуаре (рис. 8). Определить давление P воздуха, при котором рас-ход будет равен Q . Принять коэффициенты сопротивления вентиля $\lambda_v = 8,0$; входа в трубу $\lambda_{вх} = 0,5$; выхода в бак $\lambda_{вых} = 1,0$. Эквивалентная шероховатость стенок трубы $k_{Э} = 0,2$ мм.

Рис. 8.

Задача 9. Поршень диаметром D движется равномерно вниз в цилиндре, пода-вая жидкость $Ж$ в открытый резервуар с постоянным уровнем (рис. 9). Диаметр трубопровода d , его длина l . Когда поршень находится ниже уровня жидкости в резервуаре на $H = 0,5$ м, потребная для его переме-щения сила равна F . Определить скорость поршня и расход жидко-сти в трубопроводе. Построить напорную и пьезометрическую линии для трубопровода. Ко-эффициент гидравлического трения трубы принять $\lambda = 0,03$. Коэффициент сопротивления входа в трубу $\lambda_{вх} = 0,5$. Коэффициент сопро-тивления выхода в резервуар $\lambda_{вых} = 1,0$.

Рис. 9.

Задача 10. Определить диаметр трубопровода, по которому подается жидкость $Ж$ с расходом Q из условия получения в нем максимально возмож-ной скорости при сохранении ламинарного режи-ма. Температура жидкости $t = 20$ °С.

Задача 11. При ламинарном режиме движения жидкости по горизон-тальному трубопроводу диа-метром $d = 30$ см расход равнялся Q , а падение пьезо-метрической высоты на участке данной l со-ставило h . Определить кине-матический и динамический коэффициенты вязкости перекачиваемой жидко-сти.

Задача 12. По трубопроводу диаметром d и длиной l движется жидкость $Ж$ (рис.10). Чему равен напор H , при котором происходит смена ламинарно-го режима турбулентным? Местные потери напора не учитывать. Темпе-ратура жидкости $t = 20$ °С.

Указание. Воспользоваться формулой для потерь на трение при лами-нарном режиме (формула Пуазейля).

Рис. 10.

Задача 13. На поршень диаметром D действует сила F (рис. 11). Опре-делить скорость движения поршня, если в цилиндре находится вода, диаметр отверстия в поршне d , толщина поршня a . Си-лой трения поршня о цилиндр пренебечь, давление жидкости на верхнюю плоскость поршня не учиты-вать.

Рис. 11.

Задача 14. Определить длину трубы l , при которой расход жидкости из бака будет в два раза

меньше, чем через отверстие того же диаметра d . Напор над отверстием равен H . Коэффициент гидравлического трения в трубе принять $\lambda = 0,025$ (рис. 12).

Рис. 12.

Задача 15. Определить длину трубы l , при которой опорожнение цилиндрического бака диаметром D на глубину H будет происходить в два раза медленнее, чем через отверстие того же диаметра d . Коэффициент гидравлического трения в трубе принять $\lambda = 0,025$ (рис. 12).

Указание. В формуле для определения времени опорожнения бака коэффициент расхода μ выпускного устройства определяется его конструкцией. Для трубы

где λ - суммарный коэффициент местных сопротивлений.

Задача 16. Определить диаметр d горизонтального стального трубопровода длиной $l = 20$ м, необходимый для пропуска по нему воды в количестве Q , если располагаемый напор равен H . Эквивалентная шероховатость стенок трубы $k = 0,15$ мм.

Указание. Для ряда значений d и заданного Q определяется ряд значений потребного напора H_P . Затем строится график $H_P = f(d)$ и по заданному H определяется d .

Задача 17. Из бака A , в котором поддерживается постоянный уровень, вода протекает по цилиндрическому насадку диаметром d в бак B , из которого сливается в атмосферу по короткой трубе диаметром D , снабженной краном (рис. 13). Определить наибольшее значение коэффициента сопротивления крана ξ , при котором истечение из насадка будет осуществляться в атмосферу. Потери на трение в трубе не учитывать.

Рис. 13.

Задача 18. При внезапном расширении трубопровода скорость жидкости в трубе большего диаметра равна v . Отношение диаметров труб $D:d = 2$

(рис. 14). Определить h - разность показаний пьезометров.

Рис. 14.

Задача 19. Горизонтальная труба служит для отвода жидкости J в количестве Q из большого открытого бака (рис. 15). Свободный конец трубы снабжен краном.

Определить ударное повышение давления в трубе перед краном, если диаметр трубы d , длина l , толщина стенки δ , материал стенки - сталь. Кран закрывается за время $t_{\text{зак}}$ по закону, обеспечивающему линейное уменьшение скорости жидкости в трубе перед краном в функции времени.

Рис. 15.

Задача 20. Вода в количестве Q перекачивается по чугунной трубе диаметром d , длиной l с толщиной стенки δ . Свободный конец трубы снабжен затвором. Определить время закрытия затвора при условии, чтобы повышение давления в трубе вследствие гидравлического удара не превышало $P = 1$ МПа. Как повысится давление при мгновенном закрытии затвора?

Задача 21. Определить время закрытия задвижки, установленной на свободном конце стального водопровода диаметром d , длиной l с толщиной стенки δ , при условии, чтобы максимальное повышение давления в водопроводе было в три раза меньше, чем при мгновенном закрытии задвижки. Через сколько времени после мгновенного закрытия задвижки повышение давления распространится до сечения, находящегося на расстоянии $0,7 l$ от задвижки?

Тест.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Номер: 1

Задание: Количество массы жидкости, содержащейся в единице объема называется:

Ответы:

1) удельным весом

- 2) вязкостью
- *3) плотностью;
- 4) давлением насыщенных паров.

Номер: 2

Задание: Жидкость, не имеющая вязкости, называется:

Ответы:

- *1) идеальной
- 2) реальной
- 3) аномальной
- 4) неньютоновской.

Номер: 3

Задание: Давление, отсчитанное от полного нуля называется:

Ответы:

- 1) избыточным
- 2) атмосферным
- *3) абсолютным
- 4) вакуумметрическим.

Номер: 4

Задание: Гидростатическое давление измеряется в:

Ответы:

- 1) Ньютонах
- 2) метрах
- 3) Джоулях
- *4) Паскалях.

Номер: 5

Задание: Плотность жидкости измеряется

Ответы:

- 1) м/с
- 2) м/с²
- *3) кг/м³
- 4) м²/с

Номер: 6

Задание: Недостаток давления до атмосферного называется:

Ответы:

- 1) манометрическим давлением
- 2) атмосферным давлением
- * 3) вакуумметрическим давлением
- 4) избыточным давлением.

Номер: 7

Задание: Манометр – это прибор, измеряющий:

Ответы:

- 1) атмосферное давление
- 2) абсолютное давление
- 3) вакуумметрическое давление
- *4) избыточное давление.

Номер: 8

Задание: Атмосферное давление измеряется

Ответы:

- *1) барометром
- 2) манометром)
- 3) вакууметром
- 4) пьезометром.

Номер: 9

Задание: Физический смысл какого уравнения выражает закон сохранения энергии:

Ответы:

- 1) основное уравнение гидростатики;
- *2) уравнение Бернулли;
- 3) уравнение сплошности потока;
- 4) формула Борда.

Номер: 10

Задание: Единица измерения объемного расхода в системе СИ:

Ответы:

- 1) кг/с
- 2) м³/ч
- *3) м³/с
- 4) л/с.

Номер: 11

Задание: Значение критического числа Рейнольдса для круглых трубопроводов:

Ответы:

- 1) 130
- 2) 1950
- 3) 2100
- *4) 2320.

Номер: 12

Задание: При числах Рейнольдса, меньшим чем нижнее критическое число Рейнольдса:

Ответы:

- *1) режим всегда ламинарный
- 2) либо ламинарный, либо турбулентный
- 3) всегда турбулентный
- 4) структурный режим.

Номер: 13

Задание: Кинематической вязкостью является

Ответы:

- 1) произведение плотности на динамическую вязкость
- *2) отношение динамической вязкости к плотности
- 3) отношение плотности к динамической вязкости
- 4) понятия кинематической и динамической вязкостей идентичны.

Номер: 14

Задание: Основное уравнение гидростатики выражает

Ответы:

- 1) силу давления жидкости на плоские стенки
- 2) силу давления жидкости на криволинейные поверхности
- *3) закон распределения давления в покоящейся жидкости
- 4) закон Архимеда.

Номер: 15

Задание: Столб воды высотой 10 метров создает давление , равное

Ответы:

- а) 0.1 атмосфере
- +б) 1 атмосфере
- в) 10 атмосферам
- г) 100 атмосферам.

Номер: 16

Задание: Жидкость , имеющая наибольшую плотность

Ответы:

- 1) вода
- 2) нефть

3) спирт

*4) ртуть

Номер: 17

Задание: Давление в покоящейся жидкости с нарастанием глубины

Ответы:

*1) увеличивается

2) уменьшается

3) остается неизменным

4) нельзя дать точного ответа.

Номер: 28

Задание: Максимально возможное вакуумметрическое давление равно

Ответы:

1) 100 Па

2) 10000 Па

*3) 100 000 Па

4) 1 000 000 Па.

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Guseinova13460.pdf

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Guseinova16075.pdf

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Guseinova16076.pdf

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Guseinova16077.pdf

Раздел 1. Лабораторная работа № 1.

1. Какие силы действуют в жидкости?

2. Написать основное уравнение гидростатики и объяснить его смысл.

3. Что такое абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление?

4. Единицы измерения давления?

5. Что такое гидростатический напор? Чем он замечателен?

6. Что такое плоскость сравнения?

7. Как определить давление в измеряемой точке по показаниям пьезо-метра, манометра и вакуумметра?

8. Какое давление измеряет манометр, пьезометр, вакуумметр?

Раздел 2. Лабораторная работа № 2.

1. Что такое вязкость жидкости?

2. Какова связь кинематической и динамической вязкости?

3. В каких единицах измеряется плотность жидкости? Динамическая вязкость. Кинематическая вязкость?

Раздел 3. Лабораторная работа № 3.

1. В чем заключается физический смысл уравнения Бернулли?

2. Чем вызваны потери энергии при движении вязкой жидкости по тру-бопроводу?

3. Как определяется потерянный напор на каком-либо участке трубы? В каком случае потерянный напор можно было бы определить по показаниям пьезометрических трубок?

4. Как можно измерить локальную скорость потока, среднюю скорость потока?

5. Каков геометрический смысл различных членов уравнения Бернулли?

6. Может ли быть отрицательным гидравлический уклон?

7. Как определяется гидравлический уклон?

8. В каком из сечений опытной трубы будет наибольшая (наименьшая) пьезометрическая высота, если считать жидкость идеальной?

9. Как по графику определить потерю напора между заданными сечениями трубы?

Раздел 4. Лабораторная работа № 4.

1. Запишите формулу Дарси.
2. Каков физический смысл коэффициента Дарси?
3. Что такое гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы?
4. Какие зоны трения вы знаете? Чем они отличаются?
5. От чего зависит коэффициент Дарси при ламинарном режиме течения жидкости, при турбулентном режиме течения?
6. От каких факторов зависит толщина вязкого подслоя?
7. Как определить зону трения?
8. Запишите формулу Блазиуса и границы ее применения, формулу Альтштуля и границы ее применения.

Раздел 5. Лабораторная работа № 5.

1. От чего зависят значения коэффициентов сжатия, расхода и скорости?
2. Если увеличить размеры отверстия, что произойдет с коэффициентом расхода?
3. Какое отверстие называется малым, а какое большим?
4. Какая стенка считается тонкой, а какая толстой?
5. Какое сжатие струи называется совершенным? Несовершенным?
6. Когда сжатие струи будет полным, а когда неполным?
7. Какое истечение жидкости называется свободным?

Раздел 6. Лабораторная работа № 6.

1. Почему насадок способствует увеличению расхода?
2. В чем состоит отличие выражений для нахождения скорости и расхода при истечении жидкости из насадков от подобных выражений, выведенных для случая истечения жидкости из малого отверстия?
3. В каких случаях выгоднее применять внешний цилиндрический насадок: конический сходящийся? Конический расходящийся? Коноидальный?
4. При каком типе насадков внутреннее сжатие оказывается наименьшим? Почему?

Раздел 7. Лабораторная работа № 7.

1. Что называется местным сопротивлением?
2. Что такое эквивалентная длина?
3. Какие местные сопротивления относятся к простейшим?
4. Запишите формулу для расчета потери напора на местном сопротивлении.
5. Каков физический смысл коэффициента местного сопротивления?
6. От каких факторов зависят коэффициенты местных сопротивлений?
7. Объясните физическую природу потери напора на местных сопротивлениях.
8. Почему в автомобильной области сопротивления коэффициент местного сопротивления не зависит от числа Re ?
9. Что называется принципом наложения потерь?