

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

В.И. Ряжских

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/В.В. Бородкин/

Заведующий кафедрой
нефтегазового оборудования
и транспортировки

/С.Г. Валухов/

Руководитель ОПОП

/С.Г. Валухов/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

основные законы механики жидких и газообразных сред, подземной гидромеханики; теорию подобия и размерности в процессах движения жидкости и газа; модели течения жидкости и газа

1.2. Задачи освоения дисциплины

строить математические модели гидромеханических явлений; использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов для расчетов на ЭВМ; методами расчета жидких и газовых потоков; проведением гидромеханических экспериментов в лабораторных условиях

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	ИД-1_{ПК-5} Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
	ИД-2_{ПК-5} Умеет планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы
	ИД-3_{ПК-5} Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	126	54	72
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	54	18	36
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	4

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	94	40	54
В том числе:			
Лекции	34	16	18
Практические занятия (ПЗ)	34	16	18
Лабораторные работы (ЛР)	26	8	18
Самостоятельная работа	86	32	54
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Вводные сведения.	Предмет гидравлики. Физическое	10	6	6	8	30

	Основные физические свойства жидкостей и газов.	<p>строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность. Два режима движения жидкостей и газов. Основы кинематики. Силы, действующие в жидкостях. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности). Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Модель идеальной (невязкой) жидкости.</p> <p>Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера.</p>					
2	Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.	<p>Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Закон изменения количества движения. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение баланса энергии. Турбулентность и ее статистические характеристики. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Турбулентность и ее основные статистические характеристики.</p>	10	6	6	8	30
3	Одномерные потоки жидкостей и газов. Расчет трубопроводов. Основы расчета газопроводов.	<p>Ламинарное течение в круглых трубах. Потери напора при турбулентном течении в шероховатых трубах. График И.И. Никурадзе. Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Гидравлический удар. Расчет сложных трубопроводов. Подобие гидромеханических процессов. Основы теории подобия. Критерии механического подобия. Метод анализа размерностей.</p>	10	6	6	8	30
4	Гидравлические системы в машиностроении.	<p>Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения. Гидравлические машины и гидроаппараты. Гидравлические машины, их общая классификация и основные параметры. Динамические насосы: основные сведения, классификация. Гидродинамические передачи. Общие сведения о гидродинамических передачах. Объемные гидравлические насосы. Общие сведения об объемных</p>	8	6	6	10	30

		гидравлических насосах. Общие свойства и классификация роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели. Элементы управления гидравлическими приводами (гидроаппараты). Основные термины, определения и параметры. Следящие гидроприводы.					
5	Основные законы подземной гидромеханики	Введение в подземную гидродинамику. Основные понятия теории фильтрации. Скорость фильтрации. Проницаемость. Опыты и закон Дарси. Основные законы подземной гидромеханики. Пределы применимости закона Дарси и причины его нарушения. Число Рейнольдса для фильтрационного потока. Нелинейные законы фильтрации. Индикаторные кривые.	8	6	6	10	30
6	Основные законы подземной гидромеханики	Коэффициент продуктивности скважины. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости. Одномерные фильтрационные течения. Дебит и распределение давления при линейной фильтрации. Плоско радиальная фильтрация жидкости. Основные законы подземной гидромеханики. Формула Дюпюи. Кривая депрессии. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Принцип суперпозиции. Интерференция скважин.	8	6	6	10	30
Итого			54	36	36	54	180

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов.	Предмет гидравлики. Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность. Два режима движения жидкостей и газов. Основы кинематики. Силы, действующие в жидкостях. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности). Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения Эйлера.	6	4	6	14	30

2	Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.	Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Закон изменения количества движения. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение баланса энергии. Турбулентность и ее статистические характеристики. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Турбулентность и ее основные статистические характеристики.	6	6	4	14	30
3	Одномерные потоки жидкостей и газов. Расчет трубопроводов. Основы расчета газопроводов.	Ламинарное течение в круглых трубах. Потери напора при турбулентном течении в шероховатых трубах. График И.И. Никурадзе. Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Гидравлический удар. Расчет сложных трубопроводов. Подобие гидромеханических процессов. Основы теории подобия. Критерии механического подобия. Метод анализа размерностей.	6	6	4	14	30
4	Гидравлические системы в машиностроении.	Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения. Гидравлические машины и гидроаппараты. Гидравлические машины, их общая классификация и основные параметры. Динамические насосы: основные сведения, классификация. Гидродинамические передачи. Общие сведения о гидродинамических передачах. Объемные гидравлические насосы. Общие сведения об объемных гидравлических насосах. Общие свойства и классификация роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели. Элементы управления гидравлическими приводами (гидроаппараты). Основные термины, определения и параметры. Следящие гидроприводы.	6	6	4	14	30
5	Основные законы подземной гидромеханики	Введение в подземную гидродинамику. Основные понятия теории фильтрации. Скорость фильтрации. Проницаемость. Опыты и закон Дарси. Основные законы подземной гидромеханики. Пределы применимости закона Дарси и причины его нарушения. Число Рейнольдса для фильтрационного потока. Нелинейные законы фильтрации. Индикаторные кривые.	6	6	4	14	30
6	Основные законы подземной гидромеханики	Коэффициент продуктивности скважины. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости. Одномерные	4	6	4	16	30

	фильтрационные течения. Дебит и распределение давления при линейной фильтрации. Плоско радиальная фильтрация жидкости. Основные законы подземной гидромеханики. Формула Дюпюи. Кривая депрессии. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Принцип суперпозиции. Интерференция скважин.					
Итого		34	34	26	86	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. «Исследование вязкости жидкости»;
2. Лабораторная работа №2. «Исследование гидростатического давления»;
3. Лабораторная работа №3. «Относительный покой жидкости»;
4. Лабораторная работа №4. «Изучение режимов течения жидкости»;
5. Лабораторная работа №5. «Определение коэффициента вязкости жидкости методом Пуазейля»;
6. Лабораторная работа №6. «Определение зависимости потерь на трение в трубе от режима течения жидкости»;
- Лабораторная работа №7. «Градуировка ротаметра на приборе Д. Бернулли»

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «_____»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Классификация трубопроводов;
- Расчетная часть
- Методика расчета длинных трубопроводов

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-	Результаты обучения, характеризующие	Критерии	Аттестован	Не аттестован
--------	--------------------------------------	----------	------------	---------------

тенция	сформированность компетенции	оценивания		
ПК-5	ИД-1 _{ПК-5} Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ИД-2 _{ПК-5} Умеет планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	ИД-3 _{ПК-5} Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для очно-заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-5	ИД-1 _{ПК-5} Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

нефти, газа и продуктов переработки			
ИД-2 _{ПК-5} Умеет планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ИД-3 _{ПК-5} Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- 1) Среда, заполняющая пространство сплошным образом
- 2) Среда, в которой все механические характеристики являются функциями координат точки и времени
- 3) Идеальное понятие, введённое для упрощения существующей реальной картины
- 4) Среда, в которой рассматриваются движения тел с изменяющимися расстояниями между точками во время движения
- 5) Дискретная система материальных точек
- 6) Среда, в которой расстояния между элементарными частицами фиксированные

Что значит определить движение среды?

- 1) Описать движение всех её точек
- 2) Определить скорость перемещения точек в пространстве
- 3) Определить расстояния между точками среды
- 4) Определить температурные характеристики среды
- 5) Определить электромагнитные характеристики среды
- 6) Определить динамические характеристики среды

Когда линии тока могут совпасть с траекториями?

- 1) При установившихся движениях
- 2) При неустановившихся, когда поле скоростей меняется по величине и не меняется по направлению
- 3) Никогда не совпадают
- 4) В случае ламинарного движения
- 5) В случае турбулентного режима течения

Какое из приведённых уравнений является дифференциальным уравнением линий тока?

1. $\frac{dx_i}{d\lambda} = v_i(x_1, x_2, x_3, t)$

2. $\frac{dv}{dt} = ds$

3. $\frac{dx_i}{dt} = v_i(x_1, x_2, x_3, t)$

4. $\operatorname{div} \vec{v} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial v_i}{\partial x_i}$

- 1) первое
- 2) второе
- 3) третье
- 4) четвертое

Какие линии называются векторными линиями?

- 1) Семейство линий, касательные к которым совпадают с направлением вектора

- 2) Линии, образованные противоположно направленными векторами
- 3) Семейство линий, образующих эквипотенциальную поверхность
- 4) Линии, являющиеся трубками тока

Что такое местная производная и что она характеризует?

- 1) Характеризует изменение рассматриваемой физической величины данной частицы сплошной среды в единицу времени
- 2) Характеризует изменение рассматриваемой физической величины данной частицы сплошной среды в данной точке пространства в единицу времени
- 3) Это полная производная от рассматриваемой величины по времени
- 4) Это частная производная от рассматриваемой величины по времени

Каким условиям удовлетворяет закон Паскаля для покоящейся вязкой жидкости?

- 1) Касательные напряжения отсутствуют
- 2) Скорости деформации равны 0
- 3) Нормальные напряжения вызваны только давлением
- 4) Нормальные напряжения не зависят от ориентации площадки
- 5) Скорости деформации отличны от нуля
- 6) Нормальные напряжения зависят от ориентации площадки
- 7) Давление равно нулю

Назовите особенность касательных напряжений с одинаковыми, но расположенными в противоположном порядке индексами.

- 1) Они равны
- 2) Равны по величине и противоположны по направлению
- 3) Взаимно уничтожаются

Какое поле называется стационарным?

- 1) Если рассматриваемая величина зависит от времени
- 2) Если рассматриваемая величина не зависит от времени
- 3) Поле, в котором скорость постоянна
- 4) Поле, в котором постоянно ускорение
- 5) Поле, в котором производная по времени от рассматриваемой величины равна 0

В чём заключается основное свойство скалярной функции?

- 1) Численное значение этой функции не меняется при преобразовании координат
- 2) Инвариантность
- 3) Непрерывность
- 4) Дискретность

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Укажите закон вязкого трения Ньютона-Петрова:
вязкость капельных жидкостей с увеличением давления:
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается; а) $\tau = \mu (dU/dh)$;
 - б) $\Delta p = \rho v c$;
 - в) $F = \mu S (dU/dh)$;
 - г) $p = p_0 + \gamma h$.
2. Для какого режима течения справедлив закон вязкого трения:
 - а) ламинарного;
 - б) переходного;
 - в) турбулентного.
3. Укажите взаимосвязь динамической и кинематической вязкостей жидкости:
 - а) $\nu = \mu g$;
 - б) $\mu = \rho \nu$;
 - в) $\nu = \mu g$;
 - г) $\mu = \rho / g$.
4. Как изменяется кинематическая вязкость капельных жидкостей с возрастанием температуры:
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.
5. Как изменяется кинематическая вязкость газов с возрастанием температуры:
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.
6. Назовите размерность динамической и кинематической вязкостей в системе единиц СИ:
 - а) $Pa \cdot c$; б) H / m^3 ; в) $H \cdot c / m^2$; г) $кГс \cdot c / m^2$;
 - д) $кГс / c$; е) $см^2 / c$; ж) m^2 / c ; и) $дин \cdot c / см^2$.
7. Как изменяется время истечения исследуемой жидкости из вискозиметра Энглера при повышении ее температуры:
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.
8. Какая вязкость исследуется на вискозиметре Энглера:
 - а) динамическая;
 - б) кинематическая;
 - в) условная.
9. Почему температуру воды в опытах на вискозиметре Энглера выбирают равной $20^\circ C$:
 - а) примерно соответствует температуре окружающей среды;
 - б) принимается за эталон.

10. Какое соотношение вязкости исследуемой жидкости с вязкостью воды при 20° С должно выдерживаться в опытах:

- а) вязкость воды больше;
- б) вязкость воды меньше;
- в) вязкости равны.

11. Как изменяется

- в) не изменяется.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Укажите выражение для определения градуса Энглера:

- а) $T_{\text{иссл.}}/T_{\text{вод.}}$; б) $t/t_{\text{вод.}}$; в) $\nu_{\text{иссл.}}/\nu_{\text{вод.}}$; г) $\mu/\mu_{\text{вод.}}$,
- где T - температура; t - время.

2. Укажите выражение для определения гидростатического давления в точке:

- а) F/S ; б) p/S ; в) $\lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S}$.

3. Укажите размерность давления в системе единиц СИ:

- а) Н; б) H/m^2 ; в) мм. рт. ст.; г) мм. вод. ст.;
- д) Па; е) $\kappaГс/см^2$.

4. Укажите основное уравнение гидростатики:

- а) $Xdx + Ydy + Zdz = 0$;

- б) $p = p_0 + \gamma(z - z_0)$;

- в) $p = p_0 + \rho h$,

где p_0 - давление на свободной поверхности жидкости.

5. Какое давление измеряется пьезометрами:

- а) абсолютное;
- б) избыточное;
- в) вакуумметрическое.

6. Что определяет выбор рабочей жидкости в жидкостных манометрах:

- а) барометрическое (атмосферное) давление;

- б) вязкость;

- в) предел измеряемых давлений.

7. Какое избыточное давление испытывает тело, погруженное в воду на глубину 10 метров:

- а) $2 \kappaГ/см^2$; б) 1 бар.; в) 10 м. вод. ст.;

- г) 20 м. вод. ст.; д) 1 атм.

8. Как изменяется давление по мере погружения в жидкость:

- а) уменьшается;
- б) остается постоянным;

- в) увеличивается.

9. Укажите значение физической атмосферы:

- а) 1 Па; б) $1 \kappaГ/см^2$; в) 760 мм. рт. ст.; г) 10 м. вод. ст.;

- д) H/m^2 ; д) 735,6 мм. рт. ст.

10. По какому выражению определяется вакуумметрическое давление:

- а) $p_{\text{бар.}} - p_{\text{изб.}}$; б) $p_{\text{изб.}} + p_{\text{бар.}}$; в) $p_{\text{бар.}} - p_{\text{абс.}}$;
г) γh ; д) $p_{\text{бар.}} + \gamma \cdot h$,

где $p_{\text{бар.}}$, $p_{\text{изб.}}$, $p_{\text{абс.}}$ - барометрическое, избыточное и абсолютное давления, соответственно.

11. Укажите максимальное теоретическое значение вакуума:

- а) 1 кг/см^2 ; б) 1 кгс/см^2 ; в) 0 кгс/см^2 ; г) 2 кгс/см^2 .

12. Что понимается под относительным покоем жидкости:

- а) жидкость находится в покое;
б) жидкость перемещается в сосуде;
в) жидкость перемещается вместе с сосудом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность. Два режима движения жидкостей и газов.

2. Основы кинематики. Силы, действующие в жидкостях. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности). Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил.

3. Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Уравнения движения в напряжениях. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Уравнения Эйлера

4. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки.

5. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.

6. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах.

7. Турбулентность и ее статистические характеристики. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.

8. Ламинарное течение в круглых трубах. Потери напора при турбулентном течении в шероховатых трубах. График И.И. Никурадзе. Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Гидравлический удар. Расчет сложных трубопроводов.

9. Основы теории подобия. Критерии механического подобия. Метод анализа размерностей.

10. Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Гидравлические машины, их общая классификация и основные параметры. Динамические насосы: основные сведения, классификация.

Гидродинамические передачи. Общие сведения о гидродинамических передачах. Объемные гидравлические насосы. Общие сведения об объемных гидравлических насосах. Общие свойства и классификация роторных насосов. Объемные гидравлические двигатели. Элементы управления гидравлическими приводами (гидроаппараты). Основные термины, определения и параметры. Следящие гидроприводы.

2. Основные характеристики пористой среды (пористость, просветность, удельная поверхность). Скорость фильтрации и "истинная средняя скорость", связь между ними

3. Опыт и закон Дарси. Определение коэффициентов фильтрации и проницаемости. Определение фильтрационного числа Рейнольдса

4. Пределы применимости закона Дарси. Верхняя и нижняя границы применимости. Нелинейные законы фильтрации.

5. Закон Дарси для трансверсально-изотропного материала. Особенности фильтраций в анизотропных средах.

6. Вывод уравнения неразрывности для неустановившейся фильтрации сжимаемой жидкости.

7. Математическая модель изотермической фильтрации жидкости и газа в недеформируемой пористой среде.

8. Приток флюида к галерее. Случай несжимаемой жидкости.

9. Приток флюида к центральной скважине. Случай несжимаемой жидкости

10. Сжимаемый флюид. Функция Лейбензона. Аналогия между фильтрацией газа и жидкости

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Базовый уровень освоения дисциплины (оценка «удовлетворительно»):

- знает основные физические свойства жидкостей;
- имеет представление о силах, действующих в жидкостях;
- имеет представление о модели идеальной жидкости;
- представляет различие между относительным и абсолютным покоем жидкости;
- умеет определять режим течения жидкости;
- владеет классификацией режимов гидравлического сопротивления при расчете одномерных потоков;
- понимает и правильно использует термины понятийного аппарата из гидравлики;
- знает закон Дарси;
- умеет с помощью справочной литературы определять коэффициенты местного сопротивления.

Уровень освоения дисциплины на оценку «хорошо»:

- знает основные понятия кинематики жидкости;
- знает уравнения движения в форме Эйлера;
- знает основные виды одномерных фильтрационных потоков;
- умеет провести расчет течения в трубопроводе с

использованием уравнения Бернулли;

- умеет с помощью расчетных методов и справочников строить гидравлическую характеристику простого трубопровода с местными сопротивлениями;

- умеет с помощью расчетных методов и справочников проводить расчет одномерных фильтрационных потоков.

Высокий уровень освоения дисциплины (оценка «отлично»):

- знает уравнения количества движения вязкой жидкости;

- знает основы теории подобия;

- владеет классификацией гидравлических машин и гидропневмоагрегатов;

- умеет рассчитывать напорные и кавитационные характеристики насосов;

- умеет устанавливать режимы фильтрации;

- умеет проводить расчет установившихся и неустановившихся фильтрационных потоков жидкости и газа в однородных и неоднородных пластах.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или не соответствия критериям оценки «удовлетворительно».

Оценка знаний экзаменуемого студента складывается из оценок ответов на вопросы би-лета и оценок практических знаний, умений и навыков, проявляющихся в процессе представления и изложения ответов по экзаменационному билету и на дополнительные вопросы, а также решения поставленной задачи. Качество ответа на каждый вопрос экзаменационного билета оценивается каждым членом комиссии по шкале: «неудовлетворительно», то есть 2 балла, «удовлетворительно», то есть 3 балла, «хорошо», то есть 4 балла, и «отлично», то есть 5 баллов.

Критерии оценки должны быть единообразны по всем вопросам контрольного задания (КЗ), а их основополагающим принципом при ответе на качественный вопрос, должно быть четкое соответствие анализа физической и инженерной картины рассматриваемого процесса или технологии (а также, при необходимости, их математического описания) требованиям ФГОС в рамках регламентированных видов профессиональной деятельности.

При оценке ответа на качественный вопрос должно приниматься во внимание:

- раскрыта ли физическая сущность рассматриваемого процесса нефтегазового производства;

- насколько полное представление имеет студент о месте и значимости рассматриваемого процесса в технологической цепочке производства;

- обладает ли знаниями о характере влияния на рассматриваемый процесс внутренних и внешних факторов и количественной оценке этого влияния и выходных параметров процесса;

- способен ли проиллюстрировать докладываемый материал необходимым дополнительным графическим материалом.

Ответ на качественный вопрос экзаменационного билета считается правильным и полным, если у преподавателя складывается мнение, что в процессе ответ студента полностью соответствует вышеотмеченным требованиям, ответ на вопрос считается неудовлетворительным, если студент ответил менее чем на 50% вопроса.

Практическая задача считается решённой правильно, если получено не только правильное численное решение, но и обоснованы ход решения, использованные расчётные формулы и зависимости, доказана необходимость и правомерность использования при решении соответствующей дополнительной информации справочного характера с указанием, из какого литературного источника эта информация может быть получена, если решение задачи составляет менее 50% - практическая задача считается нерешенной.

Качество ответа на вопрос билета преподаватель, при отсутствии у него чёткого мнения об этом, может оценивать в пределах некоторого диапазона, например, максимальный балл (max) – «отлично», а минимальный (min) – «хорошо». Если у преподавателя сложилось чёткое мнение о качестве ответа, то максимальная и минимальная оценки должны быть одинаковыми, например, max – «хорошо» и min – «хорошо».

Полученные средние арифметические оценки по всем вопросам экзаменационного билета складываются, и определяется средняя арифметическая оценка за экзамен.

Ответ на вопрос экзаменационного билета оценивается баллами:

«отлично», если он отвечает отмеченным выше требованиям, то есть, по мнению преподавателя, ответ является полным и правильным (85-100 баллов);

«хорошо», если ответ не полностью аргументирован и в нём имеются относительно негрубые ошибки, которые студент оказался не в состоянии исправить с помощью дополнительных направляющих вопросов, задаваемых преподавателем (70-84 балла);

«неудовлетворительно», если студент отвечает на вопрос в самых общих чертах или в ответе имеются грубые ошибки (менее 50 баллов).

Во всех остальных случаях ответ на вопрос оценивается на **«удовлетворительно»**(50-69 баллов).

Применение информационных технологий при ответах на вопросы экзаменационного билета целесообразно оценивать более высоко.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Вводные сведения. Основные физические свойства жидкостей и газов.	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Абсолютный и относительный	ПК-5	Тест, контрольная работа,

	покой (равновесие) жидких сред.		защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Одномерные потоки жидкостей и газов. Расчет трубопроводов. Основы расчета газопроводов.	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Гидравлические системы в машиностроении.	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Основные законы подземной гидромеханики	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Основные законы подземной гидромеханики	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016.
2. Лурье М.В., Астрахан И.М., Кадет В.В. Гидравлика и ее приложения в нефтегазовом производстве. – М.: МАКС Пресс, 2010.
3. Сборник задач по гидравлике и газодинамике для нефтегазовых вузов под ред. В.В.Кадета – М.: изд. «Грифон», 2007.
4. Астрахан И.М. Динамика вязких жидкостей (ньютоновских и неньютоновских). М.: ИЦ РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Сайт Федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru>);
- Сайт Министерства энергетики РФ, раздел «Нефтегазовый комплекс» (<http://minenergo.gov.ru/activity/oilgas/>);
- Сайт Федеральной службы по тарифам РФ (<http://www.fstrf.ru/>);
- Информационно-правовые порталы «Консультант плюс» (<http://www.consultant.ru>), «Гарант» (<http://www.garant.ru/>);
- Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов (<http://www.infosait.ru/>);
- Сайт «Сметное дело в строительстве» (<http://smetnoedelo.ru/>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

оснащенные компьютерными программами для проведения дискретного моделирования напряженных состояний различных объектов техники.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в

соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.