

**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
И.Г. Дроздов

«23» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Нефтегазовая гидромеханика»

Специальность 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Специализация Машины и оборудование для транспортировки, переработки
и хранения углеводородов

Квалификация выпускника Горный инженер (специалист)

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы _____ С.Г. Валюхов

Заведующий кафедрой
Нефтегазового
оборудования и
транспортировки _____ С.Г. Валюхов

Руководитель ОПОП _____ С.Г. Валюхов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение основ в области теории и практики фильтрации пластовых флюидов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение физических свойств пластовых флюидов; освоение основных законов фильтрации; изучение видов фильтрационных потоков; формирование навыков подхода к решению поставленных задач проектирования, регулирования и информационного обеспечения процессов разработки месторождений углеводородов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нефтегазовая гидромеханика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нефтегазовая гидромеханика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7 - Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области физических процессов горного и нефтегазового производства

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-7	знать принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности
	уметь решать стандартные задачи профессиональной
	деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нефтегазовая гидромеханика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		ы
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54

В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	126	126
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

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	Основные понятия и определения	Особенности движения флюидов в природных пластах. Исходные модельные представления подземной гидромеханики жидкости и газа. Фильтрационно-емкостные свойства пористых сред. Коэффициенты пористости и прорветности. Удельная поверхность.	4	2	4	20	30
2	Основные законы фильтрации	Опыт и закон Дарси. Проницаемость. Понятие «истинной» средней скорости и скорости фильтрации. Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации.	4	2	4	20	30
3	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости (приток к галерее). Плоскорadiaльное напорное движение несжимаемой жидкости. Приток к совершенной скважине. Формула Дюпюи. Радиально-сферическая фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси.	4	2	4	20	30
4	Установившийся приток жидкости к группе гидродинамически совершенных скважин.	Потенциал точечного стока и источника на плоскости. Принцип суперпозиции. Интерференция скважин. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П.Борисова. Связь плоской задачи теории фильтрации с теорией функций комплексного переменного. Влияние гидродинамического несовершенства скважины на ее дебит. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах.	2	4	2	22	30
5	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа	налогия между установившейся фильтрацией сжимаемой жидкости (газа) и несжимаемой жидкости. Функция Лейбензона.	2	4	2	22	30

		Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости. Установившаяся фильтрация идеального газа.					
6	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа	Установившаяся фильтрация реального газа. Установившаяся фильтрация газированной жидкости. Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругом пласте. Приближенные методы решений. Движение границы раздела двух жидкостей в пористой среде с учетом неполноты вытеснения. Теория Баклея – Леверетта.	2	4	2	22	30
Итого			18	18	18	126	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. «Определение коэффициента пористости»;
2. Лабораторная работа №2. «Установившееся одномерное движение несжимаемой жидкости в пористой среде»;
3. Лабораторная работа №3. «Определение коэффициента проницаемости при неустановившейся фильтрации жидкости»;
4. Лабораторная работа №4. «Установившаяся фильтрация газа в пористой среде».

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.

Примерная тематика курсовой работы: «Гидравлический расчет движения жидкости в скважине и пласте»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- привитие навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой;
- выработка аналитического мышления при изучении и решении поставленных вопросов и задач;
- выработка умения грамотно и сжато излагать суть вопроса, поставленного в теме курсовой работы;
- привитие навыков выполнения расчетов по формулам, применения системы единиц
- измерения СИ и других систем единиц измерения;
- привитие умения делать анализ, комментировать и оценивать полученные результаты;
- давать физическую их интерпретацию и формулировать выводы по проведенной работе;
- привитие навыков оформления курсовой работы согласно требованиям, предъявляемым к инженерно-технической документации, в соответствии с ЕСКД.

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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-7	знать принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь решать стандартные задачи профессиональной	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	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 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-7	знать принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь решать стандартные задачи профессиональной	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
	деятельности на основе	Решение	Задачи	Продемонс	Продемонс	Задачи не

информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	прикладных задач в конкретной предметной области	решены в полном объеме и получены верные ответы	тестирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	тестирован верный ход решения в большинстве задач	решены
---	--	---	--	---	--------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые 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. Верхняя граница применимости по закону Н.Н. Павловского:

- а) $Re = \frac{10 \cdot v \cdot \sqrt{k}}{\rho}$;
- б) $Re = \frac{10 \cdot \omega \cdot \sqrt{k}}{\rho \cdot m^{2,3}}$;
- в) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 0,23) \cdot v}$;
- г) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{\rho \cdot m^{2,3}}$;
- д) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 1,23) \cdot v}$.

2. Выберите верное утверждение:

а) При плоскорадиальном движении векторы скорости фильтрации направлены по радиусам к оси скважины, поэтому давление и скорость фильтрации зависят только от одной координаты r ;

б) При прямолинейно-параллельном движении векторы скорости фильтрации направлены по радиусам к оси скважины, поэтому давление и скорость фильтрации зависят только от одной координаты r ;

в) При прямолинейно-параллельном движении векторы скорости фильтрации направлены по градиенту давления и скорость не изменяется

3. Чему равно критическое значение числа Рейнольдса по М.Д.Миллиончикову:

- а) 0,1;
- б) 0,2;
- в) 0,0021;
- г) 0,022.

4. Функция Лейбензона имеет вид:

- а) $P = \int \rho dp$;
- б) $P = \int p dp + C$;
- в) $P = \int \rho dp + C$;
- г) $P = \int \omega dp + C$;
- д) $P = \int k dp + C$.

5. Выберите верное утверждение:

а) Фильтрационный поток называется радиально-сферическим, если векторы скорости фильтрации направлены в пространстве по прямым, радиально сходящимся к одной точке (или расходящимся от нее).;

б) Фильтрационный поток называется радиально-сферическим, если градиенты давления направлены в пространстве по прямым, прямолинейно сходящимся к одной точке (или расходящимся от нее).;

в) Фильтрационный поток называется прямолинейно-параллельным, если векторы скорости фильтрации направлены в пространстве по прямым, радиально сходящимся к одной точке (или расходящимся от нее).;

б. Скважина называется гидродинамически совершенной, если...

а) она вскрывает пласт на всю толщину и забой скважины закрытый;

б) она сообщается с пластом через отдельные отверстия;

в) она сообщается с пластом через отдельные совершенные отверстия;

г) она вскрывает пласт на всю толщину и забой скважины открытый.

7. Давление в любом сечении пласта при прямолинейно-параллельной фильтрации:

а) $p = p_k - p_r - \frac{x}{l}$;

б) $p = p_r - \frac{(p_k - p_r)}{l} x$;

в) $p = p_k - \frac{(p_k - p_r)}{l} x$;

г) $p = p_k - p_r - lx$.

8. Расчет дебита скважины при плокорадиальном напорном движении несжимаемой жидкости по формуле Дюпюи:

а) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot \ln \frac{Rk}{r_c}}$;

б) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot \ln \frac{Rk}{r_c}}$;

в) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot \frac{Rk}{r_c}}$;

г) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_r - p_k)}{\mu \cdot \ln \frac{Rk}{r_c}}$.

9. Расчет дебита гидродинамически несовершенной, как по степени, так и по характеру вскрытия пласта имеет вид:

а) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{C1 + C2}$;

б) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{m \cdot (\frac{Rk}{r_c} + C1 + C2)}$;

в) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot (\ln \frac{Rk}{r_c})}$;

г) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot (\ln \frac{Rk}{r_c} + C1 + C2)}$.

10. Чему равна величина 1 Д (1 Дарси) в СИ?

а) 1,02 мкм²;

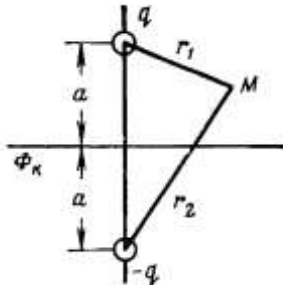
б) 0,02 мкм²;

в) 0,102 мкм²;

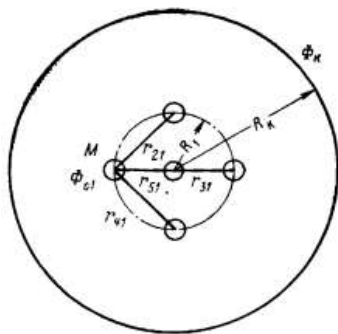
г) 10,02 мкм²;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Изобразить графически скважину, находящуюся в пласте, ограниченную прямолинейным контуром питания на расстоянии a . Показать фиктивную скважину, знак ее потенциала.



2. Изобразить графически батарею из четырех скважин, расположенных вдали от контура питания R_k с потенциалом Φ_k и одной скважины, находящейся в центре; скважины работают в одинаковых условиях, радиус скважин r_c , потенциал на скважинах Φ_c , радиус батареи R_1 , расстояние между скважинами r_1 .



3. Формула для определения размерности коэффициента проницаемости

$$[k] = \frac{[Q][\mu][L]}{[\Delta p][S]} = \frac{M^3 \cdot c^{-1} \cdot Pa \cdot c \cdot M}{Pa \cdot M^2} = M^2$$

4. Верхняя граница применимости по закону В.Н. Щелкачеву:

- а) $Re = \frac{10 \cdot v \cdot \sqrt{k}}{\rho}$;
- б) $Re = \frac{10 \cdot \omega \cdot \sqrt{k} \cdot \rho}{\mu \cdot m^{2,3}}$;
- в) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 0,23) \cdot v}$;
- г) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{\rho \cdot m^{2,3}}$;
- д) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 1,23) \cdot v}$.

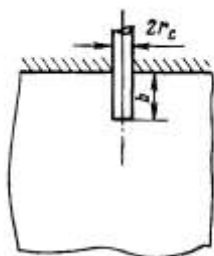
5. Функция Лейбензона имеет вид:

$$P = \int \rho dp + C$$

6. Давление в любом сечении пласта при прямолинейно-параллельной фильтрации:

$$p = p_k - \frac{(p_k - p_r)}{l} x$$

7. Изобразить несовершенную по степени вскрытия пласта скважину



8. Формула для определения размерности коэффициента проницаемости

$$[k] = \frac{[Q][\mu][L]}{[\Delta p][S]} = \frac{m^3 \cdot c^{-1} \cdot Pa \cdot c \cdot m}{Pa \cdot m^2} = m^2$$

9. Верхняя граница применимости по закону Н.Н. Павловского:

- а) $Re = \frac{10 \cdot v \cdot \sqrt{k}}{\rho}$;
- б) $Re = \frac{10 \cdot \omega \cdot \sqrt{k}}{\rho \cdot m^{2,3}}$;
- в) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 0,23) \cdot v}$;
- г) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{\rho \cdot m^{2,3}}$;
- д) $Re = \frac{\omega \cdot d_{эф}}{(0,75m + 1,23) \cdot v}$.

10. Расчет дебита гидродинамически несовершенной, как по степени, так и по характеру вскрытия пласта имеет вид:

- а) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{C1 + C2}$;
- б) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{m \cdot (\frac{Rk}{r_c} + C1 + C2)}$;
- в) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot (\ln \frac{Rk}{r_c})}$;
- г) $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_r)}{\mu \cdot (\ln \frac{Rk}{r_c} + C1 + C2)}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить значение числа Рейнольдса у стенки гидродинамически несовершенной по характеру вскрытия нефтяной скважины, если известно, что эксплуатационная колонна перфорирована, на каждом метре длины

колонны прострелено 10 отверстий диаметром $d_0=10$ мм, толщина пласта $h=15$ м, проницаемость пласта $k=1$ мкм², пористость его $m=18\%$, коэффициент вязкости нефти $\mu=4$ мПа·с, плотность нефти $\rho =870$ кг/м³ и дебит скважины составляет 140 м³/сут.

- а) $Re_{\text{щ}} = 15,6$;
- б) $Re_{\text{щ}} = 10,2$;
- в) $Re_{\text{щ}} = 21,7$;
- г) $Re_{\text{щ}} = 1,6$;

2. Определить радиус призабойной зоны $r_{\text{кр}}$, в которой нарушен закон Дарси, при установившейся плоскорадиальной фильтрации идеального газа, если известно, что приведенный к атмосферному давлению дебит скважины $Q_{\text{ат}}= 2 \cdot 10^3$ м³/сут, толщина пласта $h=10$ м, коэффициент проницаемости $k=0,6$ мкм², коэффициент пористости пласта $m=19\%$, динамический коэффициент вязкости газа в пластовых условиях $\mu=1,4 \cdot 10^{-2}$ мПа·с, плотность газа при атмосферном давлении и пластовой температуре $\rho_{\text{ат}} =0,7$ кг/м³.

- а) $r_{\text{кр}} = 2,5$ м;
- б) $r_{\text{кр}} = 10,2$ м;
- в) $r_{\text{кр}} = 7,9$ м;
- г) $r_{\text{кр}} = 2,3$ м;

3. Определить по формуле В.Н. Щелкачева, происходит ли фильтрация в пласте по закону Дарси, если известно, что дебит нефтяной скважины $Q=200$ м³/сут/, толщина пласта $h=5$ м, коэффициент пористости $m=16\%$, коэффициент проницаемости $k=0,2$ мкм², плотность нефти $\rho=0,8$ г/см³, динамический коэффициент вязкости нефти $\mu=5$ мПа·с. Скважина гидродинамически совершенна, радиус ее $r_c=0,1$ м.

- а) $Re_{\text{щ}} = 0,036$, фильтрация происходит;
- б) $Re_{\text{щ}} = 0,036$, фильтрация не происходит;
- в) $Re_{\text{щ}} = 3,6$, фильтрация происходит
- г) $Re_{\text{щ}} = 3,6$, фильтрация не происходит.

4. Определить дебит дренажной галереи шириной $B=100$ м, если толщина пласта $h=10$ м, расстояние до контура питания $l=10$ км, коэффициент проницаемости пласта $k=1$ мкм², динамический коэффициент вязкости жидкости $\mu=1$ мПа·с, давление на контуре питания $p_k=9,8$ МПа и давление в галерее $p_g=7,35$ МПа. Движение жидкости напорное, подчиняется закону Дарси.

- а) $Q = 21,6$ м³/сут.;
- б) $Q = 0,6$ м³/сут.;
- в) $Q = 14,1$ м³/сут.;
- г) $Q = 95,8$ м³/сут.;

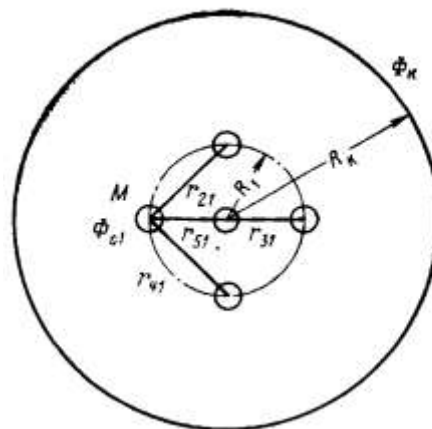
5. Определить давление на расстоянии 10 м от оси скважины при плоскорадиальном установившемся движении несжимаемой жидкости по линейному закону фильтрации, считая, что коэффициент проницаемости пласта $k=0,5$ мкм², толщина пласта $h=10$ м, давление на забое скважины $p_c=7,84$ МПа, радиус скважины $r_c=12,4$ см, динамический коэффициент вязкости нефти $\mu=4$ мПа·с, плотность нефти $\rho=870$ кг/м³ и массовый дебит скважины $Q_m=200$ т/сут.

- а) $p_{10} = 5,62$ МПа;
- б) $p_{10} = 8,73$ МПа;
- в) $p_{10} = 9,33$ МПа;
- г) $p_{10} = 12,25$ МПа;

6. Определить давление на расстоянии 100 м от оси скважины при плоскорадиальном установившемся движении несжимаемой жидкости по линейному закону фильтрации, считая, что коэффициент проницаемости пласта $k=0,5$ мкм², толщина пласта $h=10$ м, давление на забое скважины $p_c=7,84$ МПа, радиус скважины $r_c=12,4$ см, динамический коэффициент вязкости нефти $\mu=4$ мПа·с, плотность нефти $\rho=870$ кг/м³ и массовый дебит скважины $Q_m=200$ т/сут.

- а) $p_{100} = 10,11$ МПа;
- б) $p_{100} = 16,13$ МПа;
- в) $p_{100} = 9,88$ МПа;
- г) $p_{10} = 8,71$ МПа;

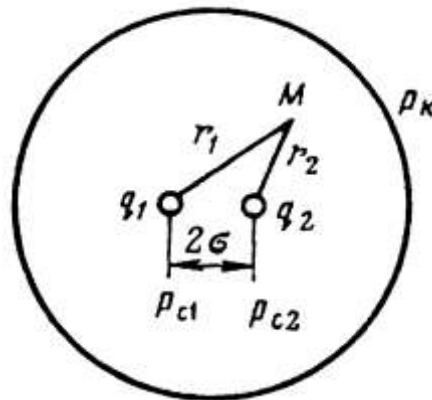
7. Определить дебит батареи из четырех скважин, расположенных вдали от контура питания, и одной скважины, находящейся в центре, если известно, что все скважины находятся в одинаковых условиях; радиус батареи $R_1=200$ м, расстояние до контура питания $R_K=10$ км, радиус скважины $r_c=0,1$ м, толщина пласта $h=10$ м, потенциал на контуре питания $\Phi_K=40$ см²/с, потенциал на скважинах $\Phi_c=30$ см²/с.



- а) $Q = 168$ м³/сут.;
- б) $Q = 252$ м³/сут.;
- в) $Q = 101$ м³/сут.;

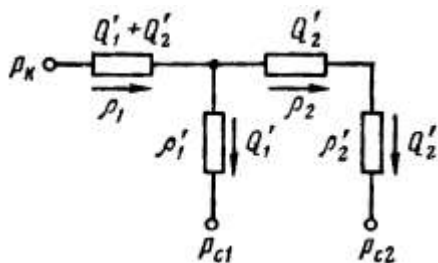
г) $Q = 95,8 \text{ м}^3/\text{сут.};$

8. Определить, при каком постоянном забойном давлении работала скв. 1 с радиусом $r_c=0,1 \text{ м}$ в круговом пласте радиуса $R_K=10 \text{ км}$, если при введении скв. 2 с таким же радиусом, расположенной на расстоянии $2\sigma = 150 \text{ м}$ от первой и работающей с забойным давлением $p_{c2}=6,82 \text{ МПа}$, скв. 1 была полностью заглушена. Давление на контуре питания $p_K = 9,8 \text{ МПа}$.



- а) $p_{c1} = 8,72 \text{ МПа};$
- б) $p_{c1} = 5,30 \text{ МПа};$
- в) $p_{c1} = 9,05 \text{ МПа};$
- г) $p_{c1} = 6,31 \text{ МПа};$

9. Определить дебиты скважин двух круговых батарей с радиусами $R_1=1000 \text{ м}$ и $R_2=600 \text{ м}$, расположенных концентрично в круговом пласте с радиусом контура питания $R_K=3500 \text{ м}$. Скважины радиусом $r_c=10 \text{ см}$ эксплуатируются при постоянных забойных давлениях $p_{c1}=9,8 \text{ МПа}$, $p_{c2}=9,31 \text{ МПа}$, давление на контуре питания $p_K=12,25 \text{ МПа}$, толщина пласта $h=10 \text{ м}$, коэффициент проницаемости пласта $k=0,2 \text{ мкм}^2$, динамический коэффициент вязкости нефти $\mu = 5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$. Число скважин в батареях $m_1=10$, $m_2=6$.



- а) $Q_1 = 18,8 \frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}, Q_2 = 23,8 \text{ м}^3/\text{сут.};$
- б) $Q_1 = 5,3 \frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}, Q_2 = 8,2 \text{ м}^3/\text{сут.};$
- в) $Q_1 = 11,6 \frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}, Q_2 = 11,8 \text{ м}^3/\text{сут.};$
- г) $Q_1 = 8,1 \frac{\text{м}^3}{\text{сут.}}, Q_2 = 9,8 \text{ м}^3/\text{сут.}$

10. Какие давления должны быть на забое скважины радиуса $r_c=10$ см, чтобы получать один и тот же дебит для случаев:

1) когда пласт радиуса $R_k=10$ км по простиранию однородный с коэффициентом проницаемости $k_2=1$ мкм²;

2) когда пласт делится на две зоны с $k_1=0,15$ мкм² в призабойной зоне радиуса $r_1=5$ м и $k_2=1$ мкм² в остальной части пласта? Пластовое давление $p_k=14,7$ МПа, депрессия в однородном пласте $p_k-p_c=2,94$ МПа.

а) $p_c = 11,76$ МПа, $p'_c = 6,11$ МПа;

б) $p_c = 9,32$ МПа, $p'_c = 4,05$ МПа;

в) $p_c = 15,14$ МПа, $p'_c = 3,28$ МПа;

г) $p_c = 8,77$ МПа, $p'_c = 3,35$ МПа;

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Особенности движения флюидов в природных пластах.

Исходные модельные представления подземной гидромеханики жидкости и газа.

Фильтрационно-емкостные свойства пористых сред.

Коэффициенты пористости и просветности.

Удельная поверхность.

Опыт и закон Дарси.

Проницаемость.

Понятие «истинной» средней скорости и скорости фильтрации.

Границы применимости закона Дарси.

Нелинейные законы фильтрации.

Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости (приток к галерее).

Плоскорадиальное напорное движение несжимаемой жидкости.

Приток к совершенной скважине.

Формула Дюпюи.

Радиально-сферическая фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси.

Потенциал точечного стока и источника на плоскости.

Принцип суперпозиции.

Интерференция скважин.

Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П.Борисова.

Связь плоской задачи теории фильтрации с теорией функций комплексного переменного.

Влияние гидродинамического несовершенства скважины на ее дебит.

Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах.

Аналогия между установившейся фильтрацией сжимаемой жидкости (газа) и несжимаемой жидкости.

Функция Лейбензона.

Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости.

Установившаяся фильтрация идеального газа.

Установившаяся фильтрация реального газа.

Установившаяся фильтрация газированной жидкости.

Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругом пласте.

Приближенные методы решений.

Движение границы раздела двух жидкостей в пористой среде с учетом неполноты вытеснения.

Теория Баклея – Леверетта.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения	ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Основные законы фильтрации	ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Установившийся приток жидкости к группе гидродинамически совершенных скважин	ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита

			лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа	ОПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа	ОПК-7	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. Валухов С.Г. Гидравлика. Курс лекций: учеб. пособие / С.Г. Валухов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин; ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2012. - 324 с.

2. Пятибрат, В. П. Основы подземной гидромеханики [Текст] : учеб. пособие / В. П. Пятибрат. – Ухта : УГТУ, 2012. – 123 с.

3. Подземная гидравлика : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / К. С. Басниев, А. М. Власов, И. Н. Кочина, В. М. Максимов. – М. : Недра, 1986. – 303 с.

4. Подземная гидромеханика : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов., – 2-е изд., испр. – М. : – Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2006. – 488 с.

5. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие / А. А. Вольф, Л. М. Кадочникова, А. И. Цепляева [и др.]. — Тюмень : ТИУ, 2022. — 83 с. — ISBN 978-5-9961-2715-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/304091>

6. Пономарева, И. Н. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие / И. Н. Пономарева, Д. А. Мартюшев. — Пермь : ПНИПУ, 2020. — 182 с. — ISBN 978-5-398-02312-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239666>

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:

1. Бесплатная онлайн-энциклопедия от Society of Petroleum Engineers - <https://onepetro.org/pages/petrowiki>

2. Статьи, примеры, обучающие материалы по одному из ведущих симуляторов - <https://rfdyn.com/resources-hub/>

3. Крупнейший российский портал - <https://neftegaz.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Нефтегазовая гидромеханика» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

Лаборатория «Сварки плавлением»

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- аппарат сварочный для п/авт. сварки;
- выпрямитель сварочный;
- головка сварочная; Комплект «Мультиплаз 3500»;
- комплект для сварки ПП Set Polys P-1a;
- комплект плазменной резки ЭСАБ: ORIGO CUT;
- комплект сварочного оборудования MAGICWAVE;
- комплект сварочного оборудования TRANSPULS SYNERGIC 3200;
- комплект сварочного оборудования TRANSSTEEL 3500с;
- компрессор GM 25-300;
- сварочный аппарат «NEON» ВД 201; Сварочный аппарат Tecnical64;

- сварочный полуавтомат Вimax 182;
- станок сверлильный ТМНС-12;
- станок токарный по металлу «Корвет-403»;
- станок фрезерный по металлу «Корвет-418»;
- трактор сварочный (типа АДФ-1002);
- учебный сварочный робот в комплекте с контроллером;
- фильтровентиляционная установка ФВУ-1200;
- разрывная машина

Переносное техническое оборудование:

- проектор;
- экран;
- переносной компьютер

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора;
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

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

По дисциплине «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: - 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 с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--