

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____ /Н.Н.Ерёмин/

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные вопросы теории фильтрации»

Автор-составитель: СНС, к.т.н. Моторова К.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Магистерская программа:

Теоретические основы разработки месторождений нефти и газа

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учено-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, от _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2023

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель – формирование у магистрантов знаний и умений, развитие компетенций в области теории фильтрации на конкретных проблемах практики разработки нефтеносных (водоносных) пластов грунта сложной геологической структуры, сформировать знания, достаточные для дальнейшего продолжения их образования и самообразования и нужные для будущей профессиональной деятельности выпускников. Перечень целей дисциплины: знакомство с новыми аналитическими и численными методами решения задач практики разработки нефтеносных (водоносных) пластов грунта; формирование систематизированных знаний, умений и навыков по основам гидродинамики и методов исследований скважин и пластов; подготовка к производственной практике; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания гидродинамики, теории фильтрации и математического моделирования; развитие навыков научного исследования в этой области знания.

Задачи - решение различных вопросов, связанных с получением информации об объекте исследований путем математического моделирования; расчетами основных показателей работы скважины и пласта на основе законов движения жидкости, газа и газожидкостных систем в пористых и трещиновато-пористых средах; расширить и углубить знания магистрантов в области механики (нефтегазовой гидромеханики и флюидодинамики).

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Специальные вопросы теории фильтрации» включает в себя основные понятия и определения нефтегазовой подземной гидромеханики; основные дифференциальные уравнения фильтрации нефти и газа; установившаяся и неуставившаяся одномерная фильтрация; гидродинамические исследования скважин и пластов (ГДИС): введение, цели, типы ГДИС, теоретические основы исследований скважин, скин-эффект, влияние объема ствола скважины, исследования скважин на стационарных и нестационарных режимах работы; гидропрослушивание; фильтрация в трещиновато-пористых коллекторах: основные характеристики трещиновато-пористой среды, законы фильтрации для трещиноватых сред, основа модели двойной пористости, установившаяся и неуставившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиновато-пористых коллекторах; гидроразрыв пласта (ГРП): определение ГРП, технологии ГРП, основные понятия геомеханики, снова проектирования операций ГРП и этапы реализации ГРП, многостадийный ГРП; приток флюида к горизонтальным и разветвленным скважинам: основные преимущества горизонтальных скважин, особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и

многозабойных скважин, ГРП на горизонтальных скважинах; основы неизотермической фильтрации; многофазная фильтрация.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является профессиональной дисциплиной по выбору, семестр I

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

освоение дисциплин Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Общая физика, Механика, Основы гидродинамики, гидравлики, Подземная гидромеханика, Физика нефтяного пласта, Геология нефтяных и газовых месторождений.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>ОПК-4Б Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.</p> <p>ПК-3М Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.</p> <p>Б.ОПК-4. И-2. Применяет методы полевых исследований для получения информации при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>М.ПК-3. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования.</p> <p>М.ПК-3. И-2. Знает возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p> <p>М.ПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками использования стандартных программ</p>	<p>Знать: основные положения и уравнения фильтрации жидкости и газа; основные методы гидродинамических исследований скважин и пластов на стационарных и нестационарных режимах течения флюида; особенности флюидодинамики нефти и газа в трещиновато-пористых коллекторах, технологии гидроразрыва пласта, особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин; основы неизотермической фильтрации; многофазная фильтрация.</p> <p>Уметь: определять физические свойства пород коллекторов нефти и газа, интерпретируя информацию, полученную из гидродинамических исследований скважин и пластов; решать одномерные математические модели фильтрации трещиноватых коллекторов, горизонтальных и разветвленных скважин, неизотермической и многофазной фильтрации нефти, газа и воды; анализировать решение, полученное в ходе математического моделирования фильтрации нефти, газа и воды; применять на практике полученные знания для решения задач в инженерной сфере разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений.</p> <p>Владеть: теоретическими основами изучаемых процессов и объектов; методами определения фильтрационных параметров пласта; методами решения специальных задач флюидодинамики глубоких горизонтов;</p>

	моделирования (по профилю подготовки).	навыками оценки гидродинамического состояния и фильтрационных характеристик прискважинных зон продуктивных пластов.
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, в том числе 56 академических часов, на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 42 часа – занятия практического типа), 16 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен, семестр 1.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Всего	Подготовка рефератов	Тестирования	Устные опросы	Всего
Раздел 1. Основные понятия и определения теории фтльтрации.	5	4	4	1			1
Раздел 2. Свойства проницаемой среды. Закон Дарси. Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации.	5	4	4		1		1
Раздел 3. Основные дифференциальные уравнения флюидодинамики глубоких горизонтов.	5	4	4	1			1
Раздел 4. Установившаяся одномерная фильтрация флюидов.	5	4	4	1			1
Раздел 5. Неустановившаяся одномерная фильтрация флюидов	5	4	4	1	1		1
Раздел 6. Гидродинамические исследования скважин и пластов (ГДИС)	5	4	4				1

Раздел 7. Традиционные методы интерпретации ГДИС для бесконечно действующего пласта.	6	4	4	1		1	2
Раздел 8. Гидропрослушивание.	5	4	4	1			1
Раздел 9. Фильтрация в трещиновато–пористых коллекторах	5	4	4				1
Раздел 10. Гидроразрыв пласта.	5	4	4		1		1
Раздел 11. Приток флюида к горизонтальным и разветвленным скважинам	5	4	4				1
Раздел 12. Основы неизотермической фильтрации.	5	4	4			1	1
Раздел 13. Многофазная фильтрация.	5	4	4	1			1
Раздел 14. Модель поршневого вытеснения при двухфазном течении в пористой среде. Модель Бакли–Левретта процесса двухфазной фильтрации	6	4	4	1	1		2
Промежуточная аттестация		Экзамен					
Итого	72	56			16		

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и определения теории фильтрации.

Цели и задачи курса «Специальные вопросы теории фильтрации»: что такое «элементы фильтрации»; предмет и задачи теории фильтрации; что такое гипотеза и свойства сплошной среды; понятие физической и математической точки; что такое фильтрация; какие бывают модели грунтов: идеальный и фиктивный; какие существуют параметры пористой среды: пористость, просветность, диаметр частиц, удельная поверхность, сжимаемость; что такое расход жидкости, скорость фильтрации, средняя скорость потока

Раздел 2. Свойства проницаемой среды. Закон Дарси. Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации.

Опыт и закон Дарси. Проницаемость пористой среды. Коэффициент проницаемости и его размерность. Скорость фильтрации. Средняя скорость течения. Коэффициент фильтрации. Понятие расхода: массовый и объемный. Вывод закона Дарси из уравнения движения. Векторная и скалярная запись закона Дарси. Границы применения закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса. Нелинейные законы фильтрации для изотропных пористых сред. Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Классификация типов анизотропии. Режимы нефтегазовых пластов.

Раздел 3. Основные дифференциальные уравнения теории фильтрации. Вывод дифференциальных уравнений неразрывности и движения. Система законов сохранения для изотермической фильтрации: анизотропная и изотропная среда. Зависимость параметров флюидов в пористой среде от давления (уравнения состояния). Функция Лейбензона.

Раздел 4. Установившаяся одномерная фильтрация флюидов

Определение одномерной фильтрации. Виды одномерного течения. Вывод дифференциального уравнения установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси для прямолинейно-параллельной и плоскорадиальной фильтрации. Формулы скорости фильтрации, дебита, распределения давления. Коэффициент продуктивности. Формула дебита Дюпюи. Индикаторные линии. Воронка депрессии.

Уравнения состояния упругой жидкости, совершенного и реального газов. Вывод дифференциального уравнения установившейся фильтрации газа по закону Дарси для прямолинейно-параллельной и плоскорадиальной фильтрации. Формулы скорости фильтрации, дебита, распределения давления. Индикаторные линии при фильтрации газа по закону Дарси. Плоскорадиальная фильтрация жидкости и газа по двучленному и степенному закону. Исследования скважин на установившихся режимах. Коэффициенты фильтрационного сопротивления скважины. Коэффициент гидропроводности.

Раздел 5. Неустановившаяся одномерная фильтрация флюидов.

Определение упругого режима пласта, его особенности. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте. Математическая модель фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси. Вывод Основного дифференциального уравнения упругого режима фильтрации (уравнение пьезопроводности). Коэффициент пьезопроводности.

Прямолинейно-параллельный поток упругой жидкости по закону Дарси в упругом деформируемом пласте. Плоскорадиальный поток упругой жидкости. Основная формула теории упругого режима фильтрации.

Раздел 6. Гидродинамические исследования скважин и пластов.

Определение гидродинамических исследований скважин, алгоритм выполнения исследований. Цели ГДИС, цели интерпретации ГДИС. Типы ГДИС. Теоретические основы исследований скважин. Режимы притока, Скин-эффект, псевдоскин, совокупный скин-фактор, влияние объема ствола скважины (послеприток). Типовые кривые. Производная давления.

Раздел 7. Традиционные методы интерпретации ГДИС для бесконечно действующего пласта. Математическая постановка задачи. Решение линейного стока

уравнения фильтрации. Анализ данных падения давления на неустановившихся режимах фильтрации (КПД). Общее аналитическое решение линейного стока в размерном и безразмерном виде. Алгоритм интерпретации КПД. Метод Хорнера. Метод MDH. ГДИС при изменении дебита. Учет переменных дебитов скважин по истории разработки месторождения

Раздел 8. Гидропрослушивание. Задачи гидропрослушивания, основные особенности проведения гидропрослушивания пласта. Интерпретация данных гидропрослушивания.

Раздел 9. Фильтрация в трещиновато–пористых коллекторах. Особенности движения жидкости и газа в трещиноватых и трещинно–поровых средах. Законы фильтрации в трещиноватых средах. Зависимость коэффициента проницаемости от давления в трещиноватых и трещинно–поровых средах. О перетоке флюида в трещинно–поровых средах. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно–поровых средах. Неустановившаяся фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно–поровых средах.

Раздел 10. Гидроразрыв пласта. Определение ГРП. Технологии ГРП. Основные понятия геомеханики (деформация, напряжение, разрыв). Коэффициент Пуассона, модуль Юнга. Основные элементы моделирования ГРП

Раздел 11. Приток флюида к горизонтальным и разветвленным скважинам. Определение и понятия горизонтальных и многозабойных скважин; особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин; ГРП в горизонтальных скважинах.

Раздел 12. Основы неизотермической фильтрации. Тепловые свойства горных пород и пластовых флюидов; механизмы переноса тепла; уравнение энергии

Раздел 13. Многофазная фильтрация. Понятия двухфазной фильтрации: проницаемость, капиллярное давление, смачиваемость, насыщенность. Кривые относительных фазовых проницаемостей (ОФП), характерные точки ОФП. Обобщенный закон Дарси для 2-х фазной фильтрации. Дифференциальные уравнения 2-х фазной фильтрации

Раздел 14. Модель поршневого вытеснения при двухфазном течении в пористой среде. Модель Бакли–Лeverетта процесса двухфазной фильтрации.

Понятие поршневого вытеснения. Идеализация поршневой модели вытеснения. Капиллярное давление. Математическая модель поршневого вытеснения. Плоскопараллельный и плоскорадиальный двухфазный фильтрационный поток. Основные положения модели двухфазной фильтрации. Относительные фазовые проницаемости.

Кривая капиллярного давления. Математическая модель двухфазной фильтрации. Уравнение Раппопорта–Лиса. Функция Бакли–Левретта. Уравнение Бакли–Левретта.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы, доклады, рефераты.

Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:

1. Предмет, цели и задачи курса «Специальные вопросы теории фильтрации»
2. Определение фильтрации, элементы фильтрации
3. Какие бывают модели грунтов: идеальный и фиктивный.
4. Какие существуют параметры пористой среды: пористость, просветность, диаметр частиц, удельная поверхность, сжимаемость, проницаемость
5. Определение расхода жидкости и газа, скорость фильтрации, средняя скорость потока. Массовый и объемный расход.
6. Опыт и закон Дарси. Векторная и скалярная запись закона Дарси.
7. Границы применения закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса.
8. Нелинейные законы фильтрации для изотропных пористых сред.
9. Закон Дарси для анизотропных пористых сред.
10. Определение и виды одномерной фильтрации.
11. Математическая модель фильтрации при установившемся одномерном течении несжимаемой жидкости в однородном пласте: приток к галерее, приток к центральной скважине
12. Математическая модель фильтрации при установившемся одномерном течении совершенного газа: приток к галерее, приток к центральной скважине
13. Определение упругого режима пласта, его особенности. Математическая модель фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси.
14. Вывод Основного дифференциального уравнения упругого режима фильтрации (уравнение пьезопроводности). Коэффициент пьезопроводности.
15. Прямолинейно–параллельный поток упругой жидкости по закону Дарси в упругом деформируемом пласте.
16. Плоскорадиальный поток упругой жидкости.
17. Основная формула теории упругого режима фильтрации.

18. Определение гидродинамических исследований скважин (ГДИС), алгоритм выполнения исследований. Основные цели проведения ГДИС, цели интерпретации ГДИС.

19. Типы ГДИС. Теоретические основы исследований скважин.

20. Режимы притока в скважине

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

21. Перечислите причины снижения проницаемости в призабойной зоне скважины.

22. Определение Скин-эффекта, псевдоскин, совокупный скин-фактор

23. Факторы, влияющие на совокупный скин-фактор

24. Объясните суть эффекта влияния объема ствола скважины (ВСС). Назовите величину, характеризующую данный эффект. В каких скважинах (фонтанирующие или скважинах, оборудованных насосом) эффект ВСС более значителен.

25. Назовите основные параметры системы, влияющие на длительность ВСС.

26. Определение типовой кривой

27. Для чего нужны безразмерные переменные

28. Какой параметр системы определяется из величины смещения по горизонтальной оси; по вертикальной оси; из параметра $S_{Dexr}(2S)$.

29. Как обрабатывать данные КВД (кривая восстановления давления) с помощью метода типовых кривых, построенных для данных КПД (кривая падения давления)

30. Назовите основные преимущества и недостатки метода типовых кривых.

31. Какая производная используется в ГДИС для диагностики модели: первая, вторая или логарифмическая

32. Как выглядит производная давления для радиального режима течения на графике в билогарифмических координатах

33. Как выглядит производная давления в период доминирования ВСС на графике в билогарифмических координатах

34. Почему процесс совмещения реальных данных с типовой кривой упрощается при наличии производной давления

35. При анализе КПД/КВД средний период исследований определяет: 1). свойства призабойной зоны, 2). свойства коллектора, 3). свойства границ пласта

36. По какому принципу вычисляется проницаемость при обработке КПД/КВД

37. Как определяется скин-фактор при обработке КПД/КВД

38. В чем отличия метода Хорнера и МДН метода

39. Когда можно проводить гидродинамические исследования падения давления на неустановившихся режимах

40. Когда можно проводить гидродинамические исследования восстановления давления на неустановившихся режимах

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

41. Задачи гидропрослушивания, основные особенности проведения гидропрослушивания пласта. Интерпретация данных гидропрослушивания.

42. Особенности движения жидкости и газа в трещиноватых и трещинно-поровых средах. Законы фильтрации в трещиноватых средах. Модель двойной пористости.

43. Зависимость коэффициента проницаемости от давления в трещиноватых и трещинно-поровых средах.

44. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно-поровых средах.

45. Неустановившаяся фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно-поровых средах.

46. Определение гидроразрыва пласта (ГРП). Технологии ГРП.

47. Основные понятия геомеханики (деформация, напряжение, разрыв). Коэффициент Пуассона, модуль Юнга.

48. Основные элементы моделирования ГРП

49. Определение и понятия горизонтальных и многозабойных скважин; особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин;

50. ГРП в горизонтальных скважинах.

51. Тепловые свойства горных пород и пластовых флюидов; механизмы переноса тепла; уравнение энергии

52. Понятия двухфазной фильтрации: проницаемость, капиллярное давление, смачиваемость, насыщенность.

53. Кривые относительных фазовых проницаемостей (ОФП), характерные точки ОФП.

54. Обобщенный закон Дарси для 2-х фазной фильтрации. Дифференциальные уравнения 2-х фазной фильтрации

55. Понятие поршневого вытеснения. Идеализация поршневой модели вытеснения. Капиллярное давление.

56. Математическая модель поршневого вытеснения. Плоскопараллельный и плоскорадиальный двухфазный фильтрационный поток.

57. Основные положения модели двухфазной фильтрации. Относительные фазовые проницаемости. Кривая капиллярного давления.

58. Математическая модель двухфазной фильтрации. Уравнение Раппопорта–Лиса. Функция Бакли–Левретта. Уравнение Бакли–Левретта.

Типовые упражнения и расчетные задания:

Задача 1. Определить дебит нефтяной скважины (в т/сут) в случае установившейся плоско-радиальной фильтрации жидкости по закону Дарси, если известно, что давление на контуре питания p_k , давление на забое скважины p_c , проницаемость пласта k , толщина пласта h , диаметр скважины d_c , радиус контура питания R_k , динамический коэффициент вязкости жидкости μ и плотность ρ .

Задача 2. Определить коэффициент проницаемости и скин-фактор с помощью интерпретации кривой восстановления давления. Данные для построения графика и данные по скважине приведены в таблице.

Задача 3. Определить радиус исследований $r_{исслед}$ для двух случаев: 1- высокопроницаемый нефтяной коллектор, проницаемость $k=100$ мД, пористость $m=25\%$, вязкость нефти $\mu_n=0,8$ сПз, $t=1$ мин, общая сжимаемость $C_{общ}=1,47 \cdot 10^{-4}$ 1/атм; 2-газовый коллектор с низкой проницаемостью $k=0,01$ мД, пористость $m=5\%$, вязкость газа $\mu_r=0,05$ сПз, $t=168$ часов, общая сжимаемость $C_{общ}=3 \cdot 10^{-4}$ 1/атм. Для расчета использовать формулу J. Lee and Muskat.

Задача 4. Данные давления после проведения исследования по КВД на рисунке. Определите коэффициент ВСС. Объемный коэффициент нефти $V=1$ м³/ м³, дебит $q=110$ м³/сут. Использовать MS Excel.

Задача 5. В полоосообразный однородный пласт длиной L нагнетают воду с постоянной скоростью $q_{з.в.}=\text{const}$. Зона нагнетания многократно промывается. По мере нагнетания воды в пласт фронт движется к галерее отбора. Как только вода подходит к галерее, скважины мгновенно обводняются и их обводненность постепенно возрастает (рисунок 8, 9). **Задание:** рассчитать технологические показатели разработки: время безводного периода добычи нефти, насыщенность на фронте, дебит нефти в момент обводнения, дебит воды на галерее отбора, обводненность, КИН в момент обводнения, средняя насыщенность, объем закачки воды, максимальное время эксплуатации пласта (обводненность 99 %). **Дано:** вязкость нефти, вязкость воды, длина пласта 1500 м, ширина пласта, толщина пласта, пористость, дебит закачки воды $q_{з.в.}$.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Предмет, цели и задачи курса «Специальные вопросы теории фильтрации»
2. Определение фильтрации, элементы фильтрации
3. Какие бывают модели грунтов: идеальный и фиктивный.
4. Какие существуют параметры пористой среды: пористость, просветность, диаметр частиц, удельная поверхность, сжимаемость, проницаемость
5. Определение расхода жидкости и газа, скорость фильтрации, средняя скорость потока. Массовый и объемный расход.
6. Опыт и закон Дарси. Векторная и скалярная запись закона Дарси.
7. Границы применения закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса.
8. Нелинейные законы фильтрации для изотропных пористых сред.
9. Закон Дарси для анизотропных пористых сред.
10. Определение и виды одномерной фильтрации.
11. Математическая модель фильтрации при установившемся одномерном течении несжимаемой жидкости в однородном пласте: приток к галерее, приток к центральной скважине
12. Математическая модель фильтрации при установившемся одномерном течении совершенного газа: приток к галерее, приток к центральной скважине
13. Определение упругого режима пласта, его особенности. Математическая модель фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси.
14. Вывод Основного дифференциального уравнения упругого режима фильтрации (уравнение пьезопроводности). Коэффициент пьезопроводности.
15. Прямолинейно–параллельный поток упругой жидкости по закону Дарси в упругом деформируемом пласте.
16. Плоскорадиальный поток упругой жидкости.
17. Основная формула теории упругого режима фильтрации.
18. Определение гидродинамических исследований скважин (ГДИС), алгоритм выполнения исследований. Основные цели проведения ГДИС, цели интерпретации ГДИС.
19. Типы ГДИС. Теоретические основы исследований скважин.
20. Режимы притока в скважине
21. Перечислите причины снижения проницаемости в призабойной зоне скважины.
22. Определение Скин-эффекта, псевдоскин, совокупный скин-фактор

23. Факторы, влияющие на совокупный скин-фактор
24. Объясните суть эффекта влияния объема ствола скважины (ВСС). Назовите величину, характеризующую данный эффект. В каких скважинах (фонтанирующие или скважинах, оборудованных насосом) эффект ВСС более значителен.
25. Назовите основные параметры системы, влияющие на длительность ВСС.
26. Определение типовой кривой
27. Для чего нужны безразмерные переменные
28. Какой параметр системы определяется из величины смещения по горизонтальной оси; по вертикальной оси; из параметра $C_{Dexr}(2S)$.
29. Как обрабатывать данные КВД (кривая восстановления давления) с помощью метода типовых кривых, построенных для данных КПД (кривая падения давления)
30. Назовите основные преимущества и недостатки метода типовых кривых.
31. Какая производная используется в ГДИС для диагностики модели: первая, вторая или логарифмическая
32. Как выглядит производная давления для радиального режима течения на графике в бипологарифмических координатах
33. Как выглядит производная давления в период доминирования ВСС на графике в бипологарифмических координатах
34. Почему процесс совмещения реальных данных с типовой кривой упрощается при наличии производной давления
35. При анализе КПД/КВД средний период исследований определяет: 1). свойства призабойной зоны, 2). свойства коллектора, 3). свойства границ пласта
36. По какому принципу вычисляется проницаемость при обработке КПД/КВД
37. Как определяется скин-фактор при обработке КПД/КВД
38. В чем отличия метода Хорнера и МДН метода
39. Когда можно проводить гидродинамические исследования падения давления на неустановившихся режимах
40. Когда можно проводить гидродинамические исследования восстановления давления на неустановившихся режимах
41. Задачи гидропрослушивания, основные особенности проведения гидропрослушивания пласта. Интерпретация данных гидропрослушивания.
42. Особенности движения жидкости и газа в трещиноватых и трещинно-поровых средах. Законы фильтрации в трещиноватых средах. Модель двойной пористости.

43. Зависимость коэффициента проницаемости от давления в трещиноватых и трещинно–поровых средах.
44. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно–поровых средах.
45. Неустановившаяся фильтрация жидкости и газа в трещиноватых и трещинно–поровых средах.
46. Определение гидроразрыва пласта (ГРП). Технологии ГРП.
47. Основные понятия геомеханики (деформация, напряжение, разрыв). Коэффициент Пуассона, модуль Юнга.
48. Основные элементы моделирования ГРП
49. Определение и понятия горизонтальных и многозабойных скважин; особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин;
50. ГРП в горизонтальных скважинах.
51. Тепловые свойства горных пород и пластовых флюидов; механизмы переноса тепла; уравнение энергии
52. Понятия двухфазной фильтрации: проницаемость, капиллярное давление, смачиваемость, насыщенность.
53. Кривые относительных фазовых проницаемостей (ОФП), характерные точки ОФП.
54. Обобщенный закон Дарси для 2-х фазной фильтрации. Дифференциальные уравнения 2–х фазной фильтрации
55. Понятие поршневого вытеснения. Идеализация поршневой модели вытеснения. Капиллярное давление.
56. Математическая модель поршневого вытеснения. Плоскопараллельный и плоскорадиальный двухфазный фильтрационный поток.
57. Основные положения модели двухфазной фильтрации. Относительные фазовые проницаемости. Кривая капиллярного давления.
58. Математическая модель двухфазной фильтрации. Уравнение Раппопорта–Лиса. Функция Бакли–Левретта. Уравнение Бакли–Левретта.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине
(экзамен)**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p>Знания: основных положений и уравнения фильтрации жидкости и газа; основных методов гидродинамических исследований скважин и пластов на стационарных и нестационарных режимах течения флюида; особенностей фильтрации нефти и газа в трещиноватопористых коллекторах, технологий гидроразрыва пласта, особенностей проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин; основ неизотермической фильтрации; многофазной фильтрации (устный опрос, реферат)</p>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<p>Умения: определять физические свойства пород коллекторов нефти и газа, интерпретируя информацию, полученную из гидродинамических исследований скважин и пластов; решать одномерные математические модели фильтрации трещиноватых коллекторов, горизонтальных и разветвленных скважин, неизотермической и многофазной фильтрации нефти, газа и воды; анализировать решение, полученное в ходе математического моделирования фильтрации нефти, газа и воды; применять на практике полученные знания для решения задач в инженерной</p>	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использовать физико-химические расчеты применительно к месторождениям нефти и газа	Успешное умение использовать физико-химические расчеты применительно к месторождениям нефти и газа

сфере разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений. (устный опрос)				
Владения: теоретическими основами изучаемых процессов и объектов; методами определения фильтрационных параметров пласта; методами решения специальных задач флюидодинамики глубоких горизонтов; навыками оценки гидродинамического состояния и фильтрационных характеристик приквасинных зон продуктивных пластов. (устный опрос, реферат)	Навыки владения графическим и методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования графических методов изображена	Владение графическими методами, использование их для решения генетических задач

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- Основная литература:

1. Басниев К.С. и др. Подземная гидромеханика. М.- Ижевск, 2005, 496 с

- Дополнительная литература:

2. Дмитриев, В. В. Кадет. Введение в подземную гидромеханику. 2-е изд, испр. и доп. Дата поступления в продажу: 05.05.2009. (1-е издание-2003г.)
3. Кадет В.В., Дмитриев Н.М. Подземная гидромеханика: Учебное пособие для студ. Учреждений высш. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 256 с.
4. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Учебное пособие для семинарских занятий. – М.: Интерконтакт Наука, 2008 174с.
5. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963
6. Басниев К.С. и др. Подземная гидромеханика. М.: Недра, 1993, 416 с
7. Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. М.Недра,1979
8. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. М. Недра, 1993.
9. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Лекции по подземной гидромеханике. Выпуск 1. М. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2002.

10. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Лекции по подземной гидромеханике. Выпуск 2. М. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2005.

11. Гидродинамические исследования скважин. Автор(ы): Эрлагер Р. Издание: Институт компьютерных исследований, Москва-Ижевск, 2004 г., 467 стр.

12. Кременецкий, М. И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин [Текст]: учеб. пособие / М. И. Кременецкий, А. И. Ипатов.

13. Бузинов С.Н., Умрихин И.Д Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов. М.: Недра, 1984. - 269 с.

14. Мангазеев П.В., Панков М.В., Кулагина Т.Е., Камартдинов М.Р. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин.

15. Алиев З.С., Бондаренко В.В. Исследование горизонтальных скважин.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

- лицензионные

не требуется

- нелицензионное и свободного доступа

пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости), Мониторинг ГДИС (Ресурсы и технологии Групп)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Геология нефти и газа [www. geoinform.ru](http://www.geoinform.ru)

2. Газовая промышленность [www/ gas-journal.ru](http://www/gas-journal.ru)

3. ТЭК России. Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность- [www. Ratex.ru](http://www.Ratex.ru)

4. <http://geo.web.ru/db/glossary.html?s=121102000> – Словарь геологических терминов

5. www.mineral.ru - Информационно-аналитический журнал "Минерал".

6. Компьютерная программа Corel Draw 7.11.13

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение: - Учебная аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся, оборудованная мультимедийным проектором и компьютером, экран, выход в Интернет.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель (преподаватели) – ответственный за курс – к.т.н., старший научный сотрудник геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - Моторова К.А.

11. Разработчики программы - к.т.н., старший научный сотрудник геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - Моторова К.А.