

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины
Подземная гидродинамика М2.ДВ.3

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Куштанова Г.Г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Куштанова Г.Г. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем ,
Galya.Kushtanova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Подземная гидродинамика" является изучение гидродинамической теории фильтрации жидкостей и газов в пористых средах и трещиновато-пористых средах, рассмотрение задач стационарной и нестационарной фильтрации, основных положений упругого режима, вопросов двухфазной фильтрации, особенностей фильтрации неньютоновских жидкостей, метода гидродинамического исследования пластов с помощью КВД_КПД.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в вариативную часть раздела "Б.2. Естественно-математический цикл" ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Радиофизика".

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

Курс предназначен для магистрантов 2 года обучения, 1 семестр

Направление: 010800.68: Радиофизика

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.ДВ.3, профессиональный цикл

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|--------------------------------------|--|
| ОК-1 (общекультурные компетенции) | способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук |
| ОК-3 (общекультурные компетенции) | способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение |
| ОК-7 (общекультурные компетенции) | способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

гидродинамику фильтрационных процессов в пористых и трещиновато-пористых средах, законы фильтрации, математические модели фильтрации, основные соотношения между дебитом и давлением для простейших случаев, формулу Дюпюи, основную формулу упругого режима, основы двухфазной фильтрации, реологию нефтей,

2. должен уметь:

формулировать цель исследования, обосновать выбор метода и условия достижения цели, определять основные параметры отбора жидкости из пласта для конкретных условий,

3. должен владеть:

методами обработки результатов гидродинамических исследований пластов, таких как кривая восстановления давления и фильтрационные волны давления.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

произвести расчеты дебита и давления в простейших случаях, обработать КВД-КПД в программе Saphir.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Законы сохранения. зависимость параметров флюидов и пористой среды от давления. | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| 2. | Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде. | 3 | 2-3 | 2 | 2 | 0 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Приток жидкости к горизонтальным скважинам. | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 4. | Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте. | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | |
| 5. | Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде. | 3 | 5-6 | 1 | 2 | 0 | |
| 6. | Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей. | 3 | 6 | 1 | 0 | 0 | |
| 7. | Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем. | 3 | 7 | 2 | 0 | 0 | |
| 8. | Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости. | 3 | 8 | 2 | 0 | 0 | |
| 9. | Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов. | 3 | 9-11 | 1 | 5 | 0 | |
| 10. | Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир. | 3 | 12-14 | 1 | 5 | 0 | отчет |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 3 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 14 | 14 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Законы сохранения. ависимость параметров флюидов и пористой среды от давления.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте. Функция Лейбензона. Зависимость параметров флюидов и пористой среды от давления.

Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости. Плоскорадиальная фильтрация несжимаемой жидкости. Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и газа. Плоскорадиальный поток в неоднородных пластах.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач

Тема 3. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Виды несовершенства скважин. Скин- эффект. Интенсификация скважин. Приток флюида к горизонтальным скважинам.

Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Упругий режим пласта и его особенности. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругом пласте. Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругом пласте. Одномерные фильтрационные потоки упругой жидкости. Точные решения уравнения пьезопроводности. Основная формула теории упругого режима. Метод последовательной смены стационарных состояний.

Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Кривые восстановления давления. Методы обработки КВД.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обработка кривой восстановления давления

Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Плоскорадиальное вытеснение нефти водой. Распределение давления. Устойчивость движения границы раздела жидкостей.

Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обобщенный закон Дарси. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. Оценка влияния гравитационных и капиллярных сил. Математическая модель многофазной фильтрации. Построение задачи Баклея-Леверетта. Практическое применение решения уравнения Баклея-Леверетта. Расчет коэффициента нефтеотдачи. Определение относительных фазовых проницаемостей.

Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Реологические свойства фильтрующихся жидкостей. Классификация неньютоновских жидкостей. Закон фильтрации вязкопластичной жидкости в идеальной пористой среде. Плоскорадиальный фильтрационный поток вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой. Учет явлений запаздывания в теории фильтрации

Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Типичные режимы фильтрационных потоков для вертикальной, горизонтальной и скважины с ГРП, для бесконечного, ограниченного и пласта с одним нарушением. Коэффициент влияния ствола скважины. Билогарифмический график. Логарифмическая производная давления. Характеристические графики различных течений. Влияние условий призабойной зоны: влияние объема ствола скважины, скин-эффекта.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Определение режимов фильтрационных потоков. Характеристические графики различных течений.

Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Вертикальная скважина с трещиной бесконечной проводимости, конечной проводимости. Несовершенная по степени вскрытия скважина. Горизонтальная скважина. Влияние границ области: закрытый истощаемый пласт, постоянного давления, одиночный разлом, два параллельных разлома. Трещиновато-пористый коллектор. Исследование скважин методом КВД для истощаемого пласта, при переменном дебите перед остановкой.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Анализ КВД-КПД с помощью ПО Сапфир.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 2. | Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде. | 3 | 2-3 | подготовка к контрольной работе | 4 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам. | 3 | 4 | работа с литературой | 4 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте. | 3 | 4 | работа с литературой | 4 | устный опрос |
| 5. | Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде. | 3 | 5-6 | работа с литературой | 4 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей. | 3 | 6 | работа с литературой | 2 | устный опрос |
| 7. | Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем. | 3 | 7 | работа с литературой | 6 | устный опрос |
| 8. | Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости. | 3 | 8 | работа с литературой | 4 | устный опрос |
| 9. | Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов. | 3 | 9-11 | работа с литературой | 8 | тестирование |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---|------------------------|---------------------------------------|
| 10. | Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир. | 3 | 12-14 | Работа с литературой и со специализированным ПО | 8 | отчет |
| | Итого | | | | 44 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, решение задач, компьютерная обработка данных гидродинамических исследований в пакете Saphir, применение роли экспертов для студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Законы сохранения. зависимость параметров флюидов и пористой среды от давления.

Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач

Тема 3. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам.

устный опрос, примерные вопросы:

проверка усвоения понятий несовершенства скважин и скин эффекта

Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте.

устный опрос, примерные вопросы:

проверка знания и понимания основной формулы теории упругого режима.

Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде.

устный опрос, примерные вопросы:

проверка понимания методов обработки КВД

Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей.

устный опрос, примерные вопросы:

проверка знания и понимания процесса.

Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем.

устный опрос, примерные вопросы:

проверка знания и понимания коэффициента нефтеотдачи, определение относительных фазовых проницаемостей.

Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.

устный опрос, примерные вопросы:

понимание влияния реологических свойств жидкости на процесс фильтрации

Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов.

тестирование, примерные вопросы:

на определение фльтративного режима, его признаков, применяемых характеристических графиков

Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир.

отчет , примерные вопросы:

выполнение анализа тестовых и промысловых данных гидродинамических исследований с применением специализированного ПО, написание отчета

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов выполняется решение задач по основным разделам дисциплины.

Контрольная работа: компьютерная обработка данных гидродинамических исследований в пакете Saphir, определение параметров.

Вопросы к зачету:

1. Математическая модель плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости.
2. Функция Лейбензона и ее назначение.
3. Виды несовершенства скважин. Скин-эффект.
4. Математическая модель плоскорадиальной фильтрации упругой ой жидкости в упругом пласте.
5. Основная формулой упругого режима. Какую задачу она решает?
6. Модель Бакли-Лeverетта.
7. Движение жидкости в трещиновато-пористых средах.
8. Определение параметров пласта по данным исследований на неустановившемся режиме методами МДХ и Хорнера.
9. Типичные режимы фильтрационных потоков.
10. Логарифмическая производная давления.
11. Характеристические графики различных течений.
12. Влияние границ области: закрытый истощаемый пласт, постоянного давления, одиночный разлом, два параллельных разлома.
13. Трещиновато-пористый коллектор.

7.1. Основная литература:

1. Куштанова, Г.Г. Подземная гидромеханика. (уч.-метод. пособие) [электронный ресурс] / Г.Г. Куштанова, М.Н.Овчинников./ Казань: Изд-во Казан.(Приволж.) федер. ун-та, 2010. - 67 с.//http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8350 (каф. сайт)
2. Houze O. Dynamic Flow Analysis /Olivier Houze, Didier Viturat, Ole S. Fjaere.-KAPPA, 2012.// <http://www.kappaeng.com/default.aspx>
3. Леонтьев, Н.Е. Основы фильтрации: Учебное пособие.-М.: изд-во Центра прикладных исследований при мех.-мат. фак-те МГУ, 2009.-88с.//<http://www.twirpx.com/file/167498/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Басниев К.С.. Подземная гидромеханика/ К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Р.Д.Каневская, В.М. Максимов. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.- 496 с.
2. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика/ И.А. Чарный.- М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006.- 436 с.
3. Басниев К.С.. Нефтегазовая гидромеханика/ К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.- 544 с
4. Овчинников М.Н. Метод фильтрационных волн давления как средство исследования нефтяных месторождений/М.Н. Овчинников, Г.Г.Куштанова, А.Г. Гаврилов, В.Л. Одиванов.□Казань:изд-во Казанск. Гос. ун-та, 2008. □148с.

5. Овчинников М.Н. Интерпретация результатов исследования пластов методом фильтрационных волн давления/М.Н. Овчинников. – Казань: ЗАО "Новое знание", 2003. – 84с.
6. Bourdet D. Well test analysis: the use of advanced interpretation models/D. Bourdet.- Elsevier, 2002.- 426 p.
7. Эрларгер Р. Гидродинамические исследования скважин /Р. Эрларгер.- М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 467 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

гидродинамические исследования скважин - <https://www.youtube.com/watch?v=XvDCEezxw7E>

губкинский университет -

http://www.gubkin.ru/faculty/oil_and_gas_development/chairs_and_departments/field_development_and_o

опыты с неньютоновской нефтью - <http://www.youtube.com/watch?v=unfbSxDLYi4>

сайт фирмы КАППА - <http://www.kappaeng.com/software/saphir>

тюменский нефтегазовый университет - <http://window.edu.ru/resource/541/46541/files/tgngu24.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Подземная гидродинамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

- студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам сети Интернет в аудитории для самостоятельной работы;
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Электромагнитные волны в средах .

Автор(ы):

Куштанова Г.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. _____

"__" _____ 201__ г.