

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладные аспекты 3 D геодинамического моделирования

Автор-составитель: Зайцев В.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геотектоника и геодинамика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© 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: ознакомление магистрантов с основами использования 3D геодинамических моделей для решения прикладных поисково-разведочных задач.

Задачи: научить магистранта современным технологическим подходам построения трехмерных моделей трещиноватых коллекторов, изучение метода двойного пространства, построения карт напряженного состояния, прогноза сейсмичности и грамотной интерпретации результатов моделирования.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору, курс – I, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Структурная геология и геокартирование», «Геотектоника», «3D компьютерное геологическое моделирование».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-5.М Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (формируется частично),

ПК-3.М Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

знать: современные технологические подходы к подготовке исходной геолого-геофизической информации, необходимой для построения трехмерных компьютерных геодинамических моделей с помощью программного комплекса FracPerm компании ROXAR.

уметь: строить и грамотно интерпретировать геодинамические модели, используя разнообразное программное обеспечение.

владеть: методическими приемами 3D компьютерного геологического моделирования, методами определений фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) геологической среды, методами изучения напряженного состояния и технологией изучения трещиноватых коллекторов.

4. Формат обучения – лекционные, практические и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 49 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия практического типа, 26 часов – занятия семинарского типа, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 23 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе рассмотрены вопросы построения трехмерных компьютерных геологических моделей с помощью программного комплекса IRAP RMS компании ROXAR. Рассмотрена технология создания 3D геодинамических моделей. Анализируется программное обеспечение, позволяющее использовать метод двойного фильтрационного пространства. Показана эффективность применения программного обеспечения IRAP RMS для построения трехмерных моделей трещиноватых коллекторов. Моделирование выполняется двумя способами: либо в неявном виде, с помощью эффективной проницаемости, либо в явном виде, с помощью технологии DFN (Discrete Fracture Network). Приводятся примеры моделей для различных геодинамических ситуаций.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
RMSfracperm - интегрированный инструмент моделирования трещиноватости			1	2	3	
Метод двойного фильтрационного пространства			1	2	3	
Геомеханическая модель и проницаемость геологической среды			1	2	3	
Форматы импортируемых данных			1	2	3	
Интерфейс RMSfracperm. Визуализация и редактирование данных			1	2	3	
Моделирование методом «Fast-track»			1	2	3	
Моделирование методом «Discrete Fracture Network»			1	2	3	
Создание трендов, влияющих на распределение трещин			1	2	3	
Построение 3D сетки, описывающей характер трещиноватости			1	2	3	Подготовка к контрольному опросу, 3 часа
Расчёт параметров динамической модели трещиноватости.			1	2	3	1 расчетно-графическая работа, 10 часов
Взаимодействие модуля Fracperm с Irap RMS			1	2	3	
Построение 3D геодинамических моделей. Заключение.			2	4	6	1 расчетно-графическая работа, 10 часов
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>			5			10**
Итого	72		39			33

Содержание разделов дисциплины:

Содержание семинаров:

1. RMSfracperm - интегрированный инструмент моделирования трещиноватости. Знакомство с технологией 3D геодинамического моделирования. Цели и задачи, решаемые при моделировании трещиноватости. Обзор современного программного обеспечения для 3D геодинамического моделирования. Необходимые аппаратные ресурсы. Программный модуль RMSfracperm. Самостоятельная работа студентов – чтение обзорных глав учебных пособий.
2. Метод двойного пространства. Введение понятия «чувствительного к напряжениям» коллектора. Взаимосвязь между многофазной фильтрацией и напряжениями в залежи. Двойная пористость и проницаемость. Три подхода при моделировании трещиноватого коллектора. Самостоятельная работа студентов – чтение специальной литературы.
3. Геомеханическая модель и проницаемость геологической среды. Изменение пористости в зависимости от деформации пород. Проницаемость как функция от эффективных напряжений в пористой среде. Методы определения напряженного состояния геологических объектов. Совместные модели, учитывающие проницаемость и напряжения. Калибровка модели напряжений через кроссплот суммы напряжений в точках расположения скважин относительно проницаемостей по ГДИ. Самостоятельная работа студентов – чтение специальной литературы.
4. Форматы импортируемых данных. В программный модуль RMSfracperm подгружаются данные из различных источников, к ним относятся: результаты ГДИ (гидродинамические исследования) скважин, сейсмические атрибуты, литологическая модель, петрофизическая модель, структурная модель, данные прямых наблюдений трещиноватости, результаты исследования скважин технологией FMI, данные разработки. В этом разделе рассматриваются все основные форматы данных из каждого источника информации. Самостоятельная работа студентов – чтение специальной литературы.
5. Интерфейс RMSfracperm. Визуализация и редактирование данных. Лабораторная работа посвящена практическому знакомству с интерфейсом программы RMSfracperm. Основные элементы меню программы, а также функционал, доступный пользователю. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
6. Моделирование методом «Fast-track». Лабораторная работа посвящена изучению алгоритма моделирования методом «Fast-track». Построение модели трещин с учетом скважинных материалов. Расчет проницаемости трещин. Экспорт в модель одиночной пористости. Согласование полученной проницаемости с ГДИ скважин. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
7. Моделирование методом «Discrete Fracture Network». Лабораторная работа по изучению особенности использования методом «Discrete Fracture Network». Алгоритм «Discrete Fracture Network». Стохастическая модель трещиноватости. Учет взаимодействия пересекающихся систем трещин. Расчет проницаемости. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
8. Создание трендов, влияющих на распределение трещин. Лабораторная работа по расчёту трендов трещиноватости нефтяного месторождения. Анализ кривизны структурных поверхностей. Расчет расстояния (близости) от разлома. Пересечение разломов. Моделирование упругих напряжений. Построения карты плотности трещин. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
9. Построение 3D сетки, описывающей трещиноватость. Лабораторная работа посвящена рассмотрению инструментов для построения 3D сеток. Использование сеток, построенных в Igar RMS. Данные рассчитываемые для 3D. Экспорт данных в

Igar RMS. Практическое построение 3D сетки, описывающей трещиноватость для нефтяного месторождения. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.

10. Расчёт параметров динамической модели трещиноватости. Лабораторная работа в которую входят расчет следующих параметров: эффективной проницаемости, проницаемости трещин, пористость трещин. Получение параметров гидродинамической модели месторождения. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
11. Взаимодействие модуля Fgasperm с Igar RMS. Лекционная и лабораторная части посвящены интерпретации геодинамической модели, полученной программным модулем Fgasperm, в проекте Igar RMS. Рассмотрены практические примеры использования фильтрационно-ёмкостных параметров с учетом трещиноватости для нефтяных и газовых месторождений. Самостоятельная работа студентов – создание компьютерного проекта.
12. Заключение. Построение 3D геодинамических моделей. Лекция посвящена возможности использования 3D геодинамического моделирования для решения целого ряда задач в нефтяной и газовой геологии. Показаны примеры практического использования результатов подобного моделирования при добыче сланцевого газа и угольного метана.

Содержание практических занятий

1. Практическое знакомство с интерфейсом программы Fgasperm
2. Подготовка и ввод данных
3. Оценка геодинамических параметров пластов
4. Построение модели напряженного состояния
5. Построение 3D модели вторичной проницаемости

Рекомендуемые образовательные технологии

Презентации, доклады, компьютеры с программным обеспечением Fgasperm.

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 опросы/работы.

1. Подготовка и ввод исходных данных в программу Fgasperm.
2. Расчёт геодинамической модели.
3. Построение модели трещиноватости нефтяного коллектора.
4. Принципы создания модели вторичных фильтрационных емкостных свойств (ФЕС).
5. Прикладная значимость моделирования методом «двойного пространства».

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы конт рольных работ :

1. Создание компьютерного проекта.
2. Моделирование методом «Discrete Fracture Network».
3. Расчет эффективной проницаемости, проницаемости трещин, кавернозной пористости.

4. Практическое использование результатов подобного моделирования при добыче сланцевого газа и угольного метана.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Что такое 3D геодинамическое моделирование?
2. Цели и задачи, решаемые при моделировании трещиноватости?
3. Что такое «метод двойного пространства»?
4. Форматы импортируемых данных в RMSfracperm?
5. Взаимосвязь между многофазной фильтрацией и напряжениями в залежи?
6. Что такое двойная пористость и проницаемость?
7. Какие подходы существуют для моделирования трещиноватого коллектора?
8. Какие изменения пористости могут наблюдаться в зависимости от деформации пород?
9. Методы определения напряженного состояния геологических объектов?
10. Как можно выполнить калибровку модели напряжений с помощью данных ГДИ в скважинах?
11. Что такое моделирование методом «Fast-track»?
12. В каких случаях используют моделирование методом «Discrete Fracture Network»?
13. Какие тренды, влияющих на распределение трещин, можно рассчитать с помощью программы RMSfracperm?
14. Какие фильтрационно-ёмкостные параметры среды можно рассчитать с помощью программы RMSfracperm?

Требования к сдаче зачета:

1. Студент должен уметь строить и грамотно интерпретировать геодинамические модели, используя разнообразное программное обеспечение.
2. Студент должен владеть методическими приемами 3D компьютерного геологического моделирования, методами определений фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) геологической среды, методами изучения напряженного состояния и технологией изучения трещиноватых коллекторов.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

- дополнительная литература:

1. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. М.: ООО ИПЦ «Маска», 2009. 376 с.
2. Руководство пользователя Analysis Package Reservoir Modelling System, RMS
3. С. М. Дуркин. Геолого-гидродинамическое моделирование. Ч.1. Геологическое моделирование: метод. Ухта : УГТУ, 2015. – 38 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем <https://topex.ucsd.edu/>

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы - лицензионное программное обеспечение не требуется.

Д) Материально-технического обеспечение: мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет, компьютерный класс, рассчитанная на группу из 10 учащихся.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Зайцев В.А.

11. Автор (авторы) программы – Зайцев В.А.