

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
академик
_____/Д.Ю.Пущаровский/
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерное моделирование сложных пластовых систем»

Авторы-составители:

доцент, к.г.-м.н.

Шигапова Д.Ю.

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019 г.

© 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 изучения цифровых моделей пластов; отслеживания в динамике выработку остаточных запасов углеводородов; прогнозирования добычи нефти и газа; моделирования геолого-технических мероприятий по повышению нефтеотдачи; обоснования наиболее рационального и экономически эффективного варианта разработки продуктивных пластов; применения трехмерных фильтрационных моделей для повышения качества проектирования, управления и контроля за разработкой нефтяных и газонефтяных месторождений.

Задачи - решение различных вопросов, связанных с получением информации об объекте исследований с применением единой цифровой базы геологических и геофизических данных; построением геологической фильтрационной модели, учитывающей основные геолого-физические и технологические факторы; описанием реальных гидродинамических процессов, происходящих в пластах месторождения; сравнением расчетных и исторических показателей разработки, таких как дебит нефти и обводненность продукции, позволяющим сделать вывод о качественной адаптации модели и соответствии их фактическим данным.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО - вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – I, семестр 1

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

освоение дисциплин Физика нефтяного пласта, Геология нефтяных и газовых месторождений, Бурение скважин, Геофизика, Подземная гидромеханика, Разработка месторождений нефти и газа, Техника и технология добычи нефти и газа, Разработка месторождений нетрадиционного углеводородного сырья.

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

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

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

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

- Владение знаниями современных методов бурения и эксплуатации скважин на месторождениях, методов повышения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти; владение специализированными знаниями о фильтрационных, геомеханических и физико-химических процессах при освоении залежей углеводородного сырья и их моделирования с помощью специализированного программного обеспечения с учетом отечественного и международного опыта (СПК-2.М).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

знать методологию создания геолого-фильтрационных моделей нефтяных и газовых месторождений; методики выявления ключевых факторов и оптимизации создания цифровых геолого-фильтрационных моделей; основные способы корректировки исходных промысловых данных с целью создания адекватной геологической модели;

уметь выбирать исходную геолого-геофизическую информацию с целью корректной адаптации и прогноза геологических показателей разработки геолого-фильтрационной модели; понимать информацию, различать главное и второстепенное, сущность и детали в текстах, извлекать информацию из текстов; использовать современные методики по созданию геолого-фильтрационных моделей месторождений нефти и газа; применять математические и графоаналитические методы для создания, расчета и визуализации 3D моделей нефти и газа.

владеть навыками составления литологических разрезов, понять зависимость емкостно-фильтрационных свойств от особенностей литологического состава и строения пород; методами оптимизации размещения сетки скважин при составлении геолого-фильтрационной модели месторождений нефти и газа; методами создания 3D моделей пластов нефти и газа; методами и способами получения необходимой геолого-промысловой информации; методами геологических и геохимических исследований, правилами и условиями выполнения поисково-разведочных работ; методами интерпретации геологической информации.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия с представлением презентаций по теме магистерской диссертации.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, в том числе 180 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

(14 часов – занятия лекционного типа, 56 час – занятия практического типа, 2 часа – групповые консультации, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 110 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс дисциплины включает в себя ознакомление с построением цифровых моделей нефтяных и газовых месторождений, являющихся основой при расчете технологических показателей разработки месторождений углеводородов.

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	Занятия практического	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Виды и технология построения геологических моделей. Определение понятия "модель". Виды геологических моделей. Основные понятия. Размерность моделей. Назначение и область практического использования.		1	4	-	5	Устный опрос

Раздел 2. Общие сведения о Моделировании. Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти. Понятие концептуального пространства модели		1	6	-	7	Проверочная работа, доклад, 2 часа
Раздел 3. Технология построения структурной модели. Определение "концептуальная модель". Стадийность построения геологической модели.		1	6	-	7	Проверочная работа, Реферат, 2 часа
Раздел 4. Технология построения фациальной модели. Развитие понятия "фация" применительно к теории геологического моделирования		2	6	-	8	Подготовка к контрольному опросу, 2 часов
Раздел 5. Построение модели начального насыщения. Термины, определения, обозначения. Понятие связанной нефти и воды		1	4	-	5	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 6. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей		1	6	-	7	Проверочная работа, Реферат, 2 часа
Раздел 7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести. Простейшие двумерные движения		2	6	-	8	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели. Коэффициент пьезопроводности		1	6	-	7	Проверочная работа, доклад, 2 часа
Раздел 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте. Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз		2	6	-	8	Проверочная работа, Реферат, 2 часа
Раздел 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики. Понятие разностной схемы. Понятие значения в узле, в ячейке, в полуузле		2	6	-	8	Подготовка к контрольному опросу, 2 часов
Промежуточная аттестация						экзамен, 4 часа
Итого		180	70			110

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение. Виды и технология построения геологических моделей. Определение понятия "модель". Виды геологических моделей. Основные понятия

Размерность моделей. Назначение и область практического использования. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей. Состав первичных данных для построения модели. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования

2. Общие сведения о моделировании

Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти. Понятие концептуального пространства модели.

3. Технология построения структурной модели. Определение "концептуальная модель". Стадийность построения геологической модели

Технология построения структурной модели. Определение "концептуальная модель". Базовая технология моделирования строения природного резервуара. Стадийность построения геологической модели. Технология построения структурной модели пластово-сводовой залежи нефти. Технология построения структурной модели с тектоническими нарушениями

4. Технология построения фациальной модели. Развитие понятия "фация" применительно к теории геологического моделирования

Технология построения фациальной модели. Развитие понятия "фация" применительно к теории геологического моделирования. Структурно-генетические признаки обстановок осадконакопления. Технология построения фациальной модели.

5. Построение модели начального насыщения. Термины, определения, обозначения. Понятие связанной нефти и воды

Построение модели начального насыщения. Термины, определения, обозначения. Понятие связанной нефти и воды. Начальное распределение газа, нефти и воды в пласте. Понятие водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов. Понятие переходной зоны. Технология построения начальной модели насыщения. Разрабатываемых залежей нефти. Опыт Дарси. Закон Дарси движения однородной жидкости в пористых средах. Определяющие уравнения движения жидкости. Граничные условия. Давление жидкости. Пластовое и забойное давления

6. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей

Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей. Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса.

7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.

Простейшие двумерные движения

Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести. Простейшие двумерные движения. Приток к одиночной скважине в бесконечном однородном пласте. Формула Дюпюи. Приток к скважине с загрязненной призабойной зоной. Понятие эффективного радиуса скважины. Приток к галерее. Приток к скважине с трещиной. Приток к системе скважин. Эффективный радиус для простейших случаев.

8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели. Коэффициент пьезопроводности

Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели. Коэффициент пьезопроводности. Падение пластового давления со временем и в пространстве. Основы определения параметров пласта по КВД и КПД.

9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте. Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз

Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте. Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз. Обобщенный закон Дарси для двухфазного течения. Функции относительных фазовых проницаемостей. Функции Баклея-Левверетта и приведенной вязкости смеси. Гистерезис процесса вытеснения нефти водой (понятие). Остаточные нефте- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.

10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики. Понятие разностной схемы. Понятие значения в узле, в ячейке, в полуузле

Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики. Понятие разностной схемы. Понятие значения в узле, в ячейке, в полуузле. Точность и сходимость численного решения. Входные и выходные параметры гидродинамической модели при компьютерном моделировании. Решение производственных задач при помощи компьютерного моделирования.

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных лабораторных/практических/расчетных работ (при наличии).

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы/опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели
2. Решение производственных задач при помощи компьютерного моделирования
3. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании
4. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели.
5. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.
6. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели.
7. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических мод

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели
2. Решение производственных задач при помощи компьютерного моделирования
3. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании
4. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели.
5. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.
6. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели.
7. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических мод

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

- Построение схемы корреляции.
- Палеотектонический анализ (методы палеотектонического анализа).
- Построение карт распределенных геологических и геофизических параметров для слоев.

Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

1. Технология построения фациальной модели
2. Одномерное движение однородной жидкости
3. Точность и сходимость численного решения
4. Приток к системе скважин
5. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте
6. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей
7. Функции относительных фазовых проницаемостей
8. история компьютерного моделирования разработки месторождений нефти и газа;
9. влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти водой;
10. обоснование выбора величины скин-фактора в добывающих скважинах;
11. Анализ исходной промысловой информации, адаптация и расчет прогнозных технологических показателей разработки;
12. обоснование выбора активного водоносного горизонта;
13. сущность водогазового воздействия и способы его реализации при компьютерном моделировании;
14. Создание гидродинамической модели в программном комплексе
15. Современные программные продукты 3D моделирования месторождений нефти и газа. Цели и решаемые задачи;
16. Создание геологической модели в программном комплексе
17. История развития геологического и гидродинамического моделирования месторождений нефти и газа;

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: методологии создания геолого-фильтрационных моделей нефтяных и газовых месторождений; методики выявления ключевых факторов и оптимизации создания цифровых геолого-	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

<p>фильтрационных моделей; основных способов корректировки исходных промысловых данных с целью создания адекватной геологической модели;</p>				
<p>Умения: выбирать исходную геолого-геофизическую информацию с целью корректной адаптации и прогноза геологических показателей разработки геолого-фильтрационной модели; понимать информацию, различать главное и второстепенное, сущность и детали в текстах, извлекать информацию из текстов; использовать современные методики по созданию геолого-фильтрационных моделей месторождений нефти и газа; применять математические и графоаналитические методы для создания, расчета и визуализации 3D моделей нефти и газа.</p>	<p>Умения отсутствуют</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использованы физико-химические расчеты</p>	<p>Успешное умение использовать физико-химические расчеты применительно к месторождениям нефти и газа</p>
<p>Владения: навыками составления литологических разрезов, понять зависимость емкостно-фильтрационных свойств от особенностей литологического состава и строения пород; методами оптимизации размещения сетки скважин при составлении геолого-фильтрационной модели месторождений нефти и газа; методами создания 3D моделей пластов нефти и газа; методами и способами получения необходимой геолого-промысловой информации; методами геологических и геохимических исследований, правилами и условиями выполнения</p>	<p>Навыки владения графическим и методами отсутствуют</p>	<p>Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков</p>	<p>В целом сформированные навыки использования графических методов изображения</p>	<p>Владение графическими методами, использование их для решения генетических задач</p>

поисково-разведочных работ; методами интерпретации геологической информации.				
--	--	--	--	--

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- Основная литература:

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. 3-е издание, М.: изд-во МГУ, 2012. 432 с.

- Дополнительная литература:

1. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа. Издательство: Томск, 2012, 100 с.

2. Глебов А.Ф. Геолого-математическое моделирование нефтяного резервуара: от сеймики до геофлюидодинамики. – М: Научный мир – 2006. – 344 С.

3. Закиров Э.С. Трехмерные многофазные задачи прогнозирования, анализа и регулирования разработки месторождений нефти и газа. — М.: Грааль, 2000. — 303 с.

4. Закиров Э.С. Upscaling в 3D компьютерном моделировании. – М.: ЗАО «Книга и Бизнес», 2007. – 344 с.

5. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Москва-Ижевск: ИКИ, 2004. 307 с.

6. Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. М.: «Недра», 1992. - 270 с.

7. Фанчи Д.Р. Интегрированный подход к моделированию фильтрационных потоков. – М. - Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 256 С.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости).

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: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель (преподаватели)

Доцент геологического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова

Телефон моб.: 8 909 945 43-87;

e-mail: di.shigapova@mail.ru

Шигапова Д.Ю.

11. Автор (авторы) программы

Доцент геологического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова

Телефон моб.: 8 909 945 43-87;

e-mail: di.shigapova@mail.ru

Шигапова Д.Ю.