

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____ /Д.Ю.Пуцаровский/

«___» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Интерпретация стандартного комплекса геофизических исследований скважин

Автор-составитель: Калмыков Г.А.

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и геохимия горючих ископаемых

Магистерская программа
Геология, геохимия нефти и газа

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

На обратной стороне титула:

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.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Интерпретация стандартного комплекса геофизических исследований скважин» является обеспечение подготовки магистров геологии в области обработки и интерпретации геофизических методов исследований скважин.

Задачи:

Теоретически и практически освоить современные методы стандартного комплекса геофизических исследований скважин х.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, обязательные дисциплины, I курс магистратуры, 1 – семестр.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: естественнонаучный цикл дисциплин, дисциплины в объеме вступительных экзаменов в магистратуру, по профилю «Геология и геохимия горючих ископаемых».

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

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

Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями:**

- Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (ОПК-2.М).
- Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (ОПК-4.М).
- Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-5.М).
- Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки (ОПК-8.М).

Профессиональные компетенции, соответствующие видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

- Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-3.М)
- Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (ПК-4.М)

научно-производственная деятельность:

- Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований (ПК-7.М).
- Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (ПК-9.М).

Выпускник, освоивший программу магистратуры «Геология, геохимия нефти и газа», должен обладать следующими **специализированными профессиональными компетенциями**, соответствующими направленности (профилю) «Геология, геохимия нефти и газа» магистратуры:

- Владение методами интерпретации результатов исследований и анализа (структурно-формационного, бассейнового, анализа нефтяных систем и др.) с учетом рисков геологической среды для обоснования перспектив нефтегазоносности изучаемых территорий (СПК-2.М).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- Задачи, стоящие перед комплексной интерпретацией данных геофизических исследований скважин;
- Применяемые математические методы построения многомерных взаимосвязей;
- Способы совместных решений многомерных петрофизических уравнений для расчета содержаний составляющих горных пород в многокомпонентных средах.

Уметь:

- Решать задачи, стоящие перед комплексной интерпретацией данных геофизических исследований скважин;
- Использовать математические методы построения многомерных взаимосвязей;
- Использовать различные способы совместных решений многомерных петрофизических уравнений для расчета содержаний составляющих горных пород в многокомпонентных средах.

Владеть:

- Методами решения задач, стоящих перед комплексной интерпретацией данных геофизических исследований скважин;
- Навыками построения многомерных взаимосвязей.

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

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **2 з.е.**, в том числе **28** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (6 часов – занятия лекционного типа, 22 часа – практических занятий), **44** академических часа 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 «Интерпретация стандартного комплекса геофизических исследований скважин» направлен на изучение теории в области стандартного комплекса ГИС, а также практическое освоение методов обработки и интерпретации данных ГИС, определение параметров, используемых впоследствии при подсчете запасов. В курсе изучается интерпретация диаграмм электрических методов исследования скважин, методов скважинной радиометрии, акустических и других неэлектрических методов ГИС. Комплексная интерпретация методов ГИС рассматривает вопросы способов построения разрезов скважин, выделения продуктивных коллекторов, определения эффективной толщины, коэффициентов пористости, нефтегазонасыщенности, глинистости и проницаемости.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В | | | | | |
|--|--------------|-----------|--|----------------------------|----------------------|----------------|--|
| | | том | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости) |
| | | чис ле | Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Практические занятия | всего | |
| Раздел 1. Интерпретация диаграмм электрических методов исследования скважин | | 2 | | 6 | 8 | | |
| Раздел 2. Интерпретация диаграмм методов радиометрии скважин. | | 2 | | 6 | 8 | | |
| Раздел 3. Интерпретация диаграмм акустических и других неэлектрических методов исследования скважин | | 1 | | 5 | 6 | | |
| Раздел 4. Построение разрезов скважин. Выделение коллекторов и оценка их продуктивности по данным методов ГИС | | 1 | | 5 | 6 | | |
| Промежуточная аттестация | | | | | | <u>экзамен</u> | |
| Итого | 72 | | | | 28 | 44 | |

Содержание дисциплины:

Раздел 1. Интерпретация диаграмм электрических методов исследования скважин

- Удельное электрическое сопротивление горных пород
- Метод кажущегося сопротивления
- Метод экранированного заземления (БК)
- Метод БКЗ
- Индукционный метод (ИК)
- Метод ВИКИЗ
- Метод микрозондов (МКЗ)
- Метод потенциалов собственной поляризации (СП)
- Метод потенциалов вызванной поляризации

Раздел 2. Интерпретация диаграмм методов радиометрии скважин

- Физические основы радиометрии
- Метод естественной радиоактивности (ГК, СГК)
- Метод рассеянного гамма-излучения (ГГК)
- Нейтронные методы
- Другие методы радиометрии

Раздел 3. Интерпретация диаграмм акустических и других неэлектрических методов исследования скважин

- Акустические методы исследования скважин
- Термические методы исследования скважин
- Комплексные геофизические и технологические исследования в процессе бурения скважины

Раздел 4. Построение разрезов скважин. Выделение коллекторов и оценка их продуктивности по данным методов ГИС.

- Условия вскрытия разрезов скважин и их влияние на комплекс геофизических исследований
- Типы изучаемых разрезов и коллекторов
- Составление литологического разреза скважины по данным комплекса основных геофизических методов
- Определение коэффициентов пористости и глинистости. Виды пористости. Методики оценки различных видов пористости
- Выделение, оценка характера насыщения и определение эффективной мощности межзерновых коллекторов
- Выделение и оценка характера насыщения сложных коллекторов
- Определение коэффициента нефтегазонасыщения коллекторов
- Схема оценки достоверности определения коэффициента нефтегазонасыщения по параметру насыщения
- Определение коэффициента проницаемости по данным ГИС
- Оценка Кг по повторным замерам ННК/НГК
- Оценка Кг по ИННК
- Оценка Кг по данным С/О-каротажа.

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/Темы конт рольных работ :

1. Установить величину удельного сопротивления фильтрата глинистого раствора r_f , если $r_p = 2,4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ при $f = 16 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность раствора $1,23\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, температура пласта $57 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Определить удельное сопротивление фильтрата, если плотность раствора, утяжеленного 30% гематита, равна $1,7\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельное сопротивление раствора $0,85 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, температура в исследуемом пласте $39 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Оценить удельное электрическое сопротивление пройденного скважиной пласта-коллектора, представленного среднесцементированным песчаником, если известны параметры: $r_v = 0,04 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $k_p = 20\%$, $r_p = 3 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $\delta_r = 1,2\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, глинистость пласта $S_{gl} = 8 \%$. Фильтрат глинистого раствора проникает в пласт.
4. Определить пределы параметров глинистого раствора, предельные значения трещинной и межзерновой пористости, при которых практически исчезает различие между удельными сопротивлениями плотных пород и коллекторов трещинного (кавернового) типа при наличии глубокого проникновения.
5. Определить условия вскрытия коллекторов, при которых наиболее существенно различие между плотными или трещинными (каверновыми) породами.
6. Оценить пределы изменения удельного сопротивления зоны проникновения и глубинных частей пласта, если известно, что коллектор представлен среднесцементированным песчаником с коэффициентом пористости 16-22%, удельное сопротивление пластовой воды $r_v = 0,06 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, коэффициент нефтенасыщенности за зоной проникновения $k_i = 65\div 87\%$, удельное сопротивление фильтрата глинистого раствора $r_f = 1,6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, коэффициент остаточного нефтенасыщения в зоне проникновения $k_{нзп} = 20\div 40 \%$. Пласт неглинистый.
7. Определить возможные величины кажущегося удельного сопротивления мощных пластов, имеющие удельные сопротивления 250, 25 и 2 $\text{ Ом}\cdot\text{м}$, при наличии скважины, пробуренной долотом диаметром 215 мм и заполненной промывочной жидкостью удельного сопротивления 2,5 $\text{ Ом}\cdot\text{м}$, если запись кривых r_k ведется стандартными зондами; А2М0,5N; А8М1N.
8. Определить величины кажущегося сопротивления против середины мощных пластов ангидрита и каменной соли, если скважина пробурена долотом 298 мм; диаметр скважины против пласта соли в 2,5 раза больше номинального, а против пласта ангидрита - равен номинальному. Удельное сопротивление промывочной жидкости 0,05 $\text{ Ом}\cdot\text{м}$. Диаграмма r_k записана зондами А4М0,5N и А1М0,1N.
9. Подсчитать, во сколько раз кажущееся сопротивление пласта отличается от истинного ($r_p = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$), если удельное сопротивление раствора 1 $\text{ Ом}\cdot\text{м}$, вмещающих пласт пород 2,0 $\text{ Ом}\cdot\text{м}$, диаметр скважины - 0,2 м, толщина пласта 1,8 м. Диаграммы записаны зондами В0,1А0,5 М и В0,25А4М.
10. Вычислить значения r_k , получаемые с зондом БК (Э6) для набора параметров: $D/d_c = 2; 4; 8; 16; 32$ при $d_c = 0,2\text{м}$ и $r_p = 0,5; 1; 5; 10; 20; 50; 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $r_{зп} = 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $r_p = 0,5 \div 2 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

11. Вычислить ρ_k зонда БК (Э6) для $d_c = 0,2 \div 0,25$ м; $\rho_p = 0,05 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; $\rho_{п} = 0,5 \div 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $\rho_{зп} = 0,5 \div 5,0 \text{ Ом} \cdot \text{м}$
12. Вычислить значения ρ_k , регистрируемые зондами 4И1 и 6Ф1 в условиях задачи 31. Показать, как изменится ρ_k , если пласты-коллекторы окажутся тонкими ($h \rightarrow 1$ м).
13. Вычислить значения ρ_k , регистрируемые с зондами 4И1 и 6Ф1 в условиях задачи 32. Показать, как изменится ρ_k при $h \rightarrow 1$ м.
14. Найти границы и выделить пласты высокого и низкого сопротивлений по диаграммам ρ_k зондов N7,5M 0,75A (по данным на планшетах) и B7,5A0,75M.
15. Найти границы и определить толщины пластов высокого и низкого сопротивлений по диаграммам ρ_k , записанным с зондами A0,4M0,1N; A0,8M0,1N; A2M0,5N; N0,5M4A; A4M0,5 N; M7,5A0,75B (см. планшет). Отметить, какие границы пластов высокого и низкого сопротивлений по диаграммам, изображенным на рис. 24, в. Обратит внимание на участки диаграмм, где кажущееся сопротивление резко снижено за счет влияния соседних пластов. Отметить интервалы, где расположены зоны экранирования.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Раздел 1

1. Химический состав пластовых вод и определение их УЭС
 1. УЭС промысловых жидкостей
 2. УЭС водоносных пород и его оценка для данного разреза
 3. УЭС нефтегазоносных пород и его оценка для заданных типов коллекторов
 4. Кажущееся удельное сопротивление для нефокусированных градиент- и потенциал-зондов
 5. Кажущееся удельное сопротивление для фокусированных зондов (экранированных и индукционных)
 6. Определение границ пластов по диаграммам потенциал-зондов
 7. Определение границ пластов по диаграммам градиент-зондов
 8. Определение границ и оценка характера пластов по диаграммам нефокусированных микрозондов
 9. Определение границ пластов по данным экранированных зондов
 10. Определение границ пластов по диаграммам кажущейся электропроводности индукционных зондов
 11. Определение удельного сопротивления пластов по данным БЭЗ
 12. Уточнение сопротивления глинистого раствора по данным БЭЗ
 13. Определение удельного сопротивления зоны проникновения промытого пласта
 14. Качественная и количественная интерпретация диаграмм СП
 15. Интерпретация диаграмм метода вызванной поляризации

Раздел 2.

1. Метод естественной радиоактивности (ГК, SGK). Схема интерпретации.
2. Метод рассеянного гамма-излучения (ГГКп).
3. Нейтронные методы. НГК, ННКт.
4. Водородосодержание осадочных горных пород.

Раздел 3.

1. Интерпретация диаграмм АК
2. Интерпретация диаграмм ССП (ЯМК)
3. Интерпретация диаграмм термометрии скважин

4. Комплексные геофизические и технологические исследования в процессе бурения скважины

Раздел 4.

1. Условия вскрытия разрезов скважин и их влияние на комплекс геофизических исследований
2. Типы изучаемых разрезов и коллекторов
3. Составление литологического разреза скважины по данным комплекса основных геофизических методов
4. Выделение, оценка характера насыщения и определение эффективной мощности межзерновых коллекторов
5. Выделение и оценка характера насыщения сложных коллекторов
6. Определение коэффициентов пористости и глинистости
7. Определение коэффициента нефтегазонасыщения коллекторов
8. Схема оценки достоверности определения коэффициента нефтегазонасыщения по параметру насыщения
9. Определение коэффициента проницаемости по данным ГИС

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

- Меркулов, В.П. Геофизические исследования скважин- Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 146 с.

- дополнительная литература:

- Латышова М. Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований скважин – М., Недра, 1991., 171 с.
- Золоева Г. М., Лазуткина Н. Е. Интерпретация данных ГИС. Учебное пособие – М., РГУ НГ им.акад.И.М.Губкина, 2002 – 119с
- Альбом палеток и номограмм для интерпретации промыслово-геофизических данных. - М.: Недра, 1984.-162 с.
- Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. - М.: Недра, 1982. - 448 с.
- Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойства нефтегазонасыщения горных пород. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1985. - 299 с.
- Дзевань И.П. Акустический метод выделения коллекторов с вторичной пористостью. - М.: Недра, 1981. - 172 с.
- Инструкция по интерпретации диаграмм методов электрического каротажа (с комплектом палеток). - М.: Изд. Мингео СССР, 1983. - 63 с.
- Инструкция по обработке БКЗ с комплектом палеток и теоретических кривых электрического каротажа. - Л.: Изд. Мингео СССР. 1985. - 28 с.
- Интерпретация результатов геофизических исследований скважин: Справочник/Под ред. В.М. Добрынина. - М.: Недра, 1988. - 475 с.
- Многозондовый нейтронный каротаж с аппаратурой К-7: Методическая инструкция по проведению измерений и интерпретации данных. - М.: Изд. Мингео СССР, 1980. - 61 с.
- Определение емкостных свойств и литологии пород в разрезах нефтегазовых скважин по данным радиоактивного и акустического каротажа: Наставление по интерпретации (с комплектом палеток). - Калинин: Изд. Мингео СССР, 1984, - 110 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения

пакеты программ: Microsoft Office (Exel); академическая лицензия GeoOfficeSOLVER; программа, разработанная на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых “WorkPlace”

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Д) Материально-технического обеспечение:

Необходимое помещение - дисплейный класс; оборудование - компьютеры, проектор; иные материалы

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Калмыков Г.А.

11. Автор (авторы) программы – Калмыков Г.А.