

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

Основы петрофизики

Автор-составитель: Никулин Б.А.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геофизика

Форма обучения:
Очная

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

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины 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 приема на обучение – 2016.

© 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

Целью освоения дисциплины «Основы петрофизики» является теоретическое освоение основных разделов метода и физически обоснованное понимание возможности и роли метода при решении геологических задач.

Задача дисциплины состоит в приобретении знаний о физических свойствах горных пород, технологии их измерений и обоснования петрофизических связей при комплексной интерпретации геофизических данных.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Информатика», «Физика», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геология полезных ископаемых», «Петрография», «Литология», «ГИС в геологии», «ГИС в геофизике» и др.

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

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

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично),

ПК-7.Б Готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки при решении производственных задач (в соответствии с профилем подготовки) (формируются частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать: основные физические свойства геологической среды, определяемые методами разведочной геофизики.

Уметь: пользоваться современной технологией определения петрофизических параметров горных пород, проводить многомерный корреляционный анализ петрофизической информации.

Владеть: навыками первичной обработки, использования методов качественной и количественной интерпретации данных натурных исследований и создания петрофизических моделей геологической среды.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 1 з.е., в том числе 22 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (11 часов – занятия лекционного типа, 11 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 3 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 14 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

4.5. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

Дисциплина Основы петрофизики предназначена для студентов геофизиков (бакалавров) и направлена на приобретение знаний о физических свойствах горных пород (плотностных, электрических, ядерно–физических, упругих, магнитных и др.), технологии их измерений и обоснования петрофизических связей при комплексной интерпретации

геофизических данных. Приводятся примеры петрофизических моделей в рудной и нефтегазовой геофизике.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина «Основы петрофизики» предназначена для студентов геофизиков (бакалавров) и направлена на приобретение знаний о физических свойствах горных пород (плотностных, электрических, ядерно–физических, упругих, магнитных и др.), технологии их измерений и обоснования петрофизических связей при комплексной интерпретации геофизических данных. Приводятся примеры построения петрофизических моделей в рудной и нефтегазовой геофизике.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | 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 лабораторного типа | Занятия семинарского типа | Всего | |
| Введение. Роль петрофизики при геофизических исследованиях. | | 2 | | | 2 | |
| Классификация видов неоднородности физических свойств горных пород. | | 2 | | | 2 | 1 час Собеседование Контрольная работа |
| Плотность, упругость, фильтрационно-емкостные свойства пород. | | 1 | | 1 | 2 | 1 час |
| Аппаратурный комплекс петрофизических исследований. | | 1 | | 2 | 3 | 1 час Собеседование Контрольная работа |
| Электрические свойства. | | 1 | | 2 | 3 | 1 час |
| Магнитные свойства. | | 1 | | 1 | 2 | 1 час |
| Радиоактивные свойства. | | 1 | | 1 | 2 | 1 час |
| Тепловые свойства. | | 1 | | 1 | 2 | 1 час |
| Петрофизика при комплексной интерпретации геофизических данных. Петрофизическое районирование и модели. | | 1 | | 3 | 4 | 2 часа Собеседование Контрольная работа |
| Промежуточная аттестация <i>зачет</i> | | | | | | 5 Консультация |
| Итого | 36 | | | 22 | | 14 |

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение.

Краткие исторические сведения об изучении основных петрофизических свойств, цели и задачи петрофизики. Методика петрофизических исследований ее роль и место в современной геологической науке.

2. Классификация видов неоднородности физических свойств горных пород

Типы физических свойств пород и подходы к их изучению. Многообразие определяющих факторов. Атомная структура химических элементов. Электронная и кристаллическая структуры, типы связей. Изоморфизм, полиморфизм. Лито-петрологические характеристики пород: состав, структура, текстура. Анизотропия.

3. Плотность, упругость, фильтрационно-емкостные свойства пород.

Общие понятия плотности, упругости. Скорости упругих волн и упругие модули химических элементов и минералов. Плотность минералов, жидкостей, газов. Плотность различных типов горных пород: магматических, эффузивных, осадочных и метаморфических. Способы определения плотности горных пород. Пористость: виды пористости, поровый состав горных пород. Способы измерения пористости. Вода, нефть, газ в горных породах. Глинистость, влагоемкость пород. Проницаемость, виды проницаемости, способы измерения. Породы- коллекторы, водоупоры.

4. Аппаратурный комплекс петрофизических исследований.

Типы лабораторной аппаратуры для измерения физических свойств образцов горных пород: плотности, пористости, проницаемости, радиоактивности, вещественного состава и др. Приборы для исследования полноразмерных кернов.

5. Электрические свойства.

Электрические свойства химических элементов, минералов и пород. Модели электропроводности осадочных пород. Параметр пористости. Естественная и вызванная электрохимическая активность. Диэлектрическая проницаемость водонасыщенных горных пород. Пьезоэлектрический и сейсмоэлектрический эффекты.

6. Магнитные свойства.

Магнитные свойства химических элементов, минералов и пород. Геомагнитные модели горных пород. Магнитная восприимчивость различных типов горных пород. Виды намагниченности горных пород. Магнитные свойства при различных термобарических условиях. Единицы измерения магнитных параметров. Методы магнетизма горных пород при решении геологических задач.

7. Радиоактивные свойства.

Естественная радиоактивность минералов и горных пород. Радиоактивность магматических пород и пород осадочного комплекса. Изменение радиоактивности в ходе метаморфических и метасоматических процессов. Распределение и миграция урана, тория, калия в земной коре. Процессы и виды взаимодействия гамма-излучения с горными породами. Решаемые задачи по видам взаимодействия. Нейтроны и процессы их взаимодействия с горными породами. Нейтронные характеристики горных пород и их связи с физическими свойствами и элементным составом пород.

8. Тепловые свойства.

Тепловые параметры вещества: теплопроводность, тепловой поток, теплоемкость, температуропроводность. Процессы и законы распределения тепла в горных породах. Единицы измерения тепловых параметров. Способы определения тепловых параметров горных пород. Тепловые параметры горных пород при различных геологических и термобарических условиях.

9. Петрофизика при комплексной интерпретации геофизических данных.

Петрофизическое районирование и модели.

Петрофизическая классификация минералов, горных пород, геологических объектов. Статистическая обработка петрофизических данных. Анализ петрофизической информации. Взаимосвязи между параметрами горных пород. Определение и

классификация петрофизических моделей. Петрофизическое районирование. Петрофизические модели нефтегазоносных и рудных объектов.

Содержание семинаров.

Примерные темы семинарских занятий.

1. Измерения плотности, пористости и проницаемости горных пород.
2. Измерения скорости продольных волн на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
3. Измерения электрического сопротивления и вызванной поляризации на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
4. Измерения магнитной восприимчивости на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
5. Измерения теплопроводности и теплоемкости образцов горных пород. Статистический анализ результатов. Геологическая интерпретация данных.
6. Измерения плотности и вещественного состава радиоактивными методами.
7. Методы обработки и анализа комплекса петрофизических данных. Построение петрофизических разрезов и моделей.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Петрофизика» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий обучение проводится в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, а семинарские организуются в лаборатории или компьютерном классе отделения Геофизики Геологического факультета МГУ с использованием специальных вычислительных и тестовых программ, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и подготовка к семинарским занятиям) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе отделения Геофизики или библиотеке Геологического факультета.

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

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий:

1. Плотность, пористость и проницаемость горных пород.
2. Факторы, влияющие на неоднородность горных пород.
3. Удельное электрическое сопротивление горных пород.
4. Вызванная электрохимическая активность горных пород.
5. Естественная электрохимическая активность горных пород.
6. Магнитные минералы в горных породах.
7. Природа естественной радиоактивности.
8. Значение и роль априорных петрофизических данных при геологической интерпретации геофизических аномалий.
9. Оценка плотности и вещественного состава пород радиоактивными методами.
10. Подготовка кернов для изучения их свойств и состава.
11. Многомерный корреляционный анализ.
12. Сопоставление КЕРН-ГИС для оценки достоверности геофизических методов.
13. Обоснование многомерных петрофизических моделей.
14. Природа диэлектрической проницаемости горных пород.
15. Радиоактивность нефтематеринских пород.
16. Комплекс аппаратуры для исследования полноразмерных кернов.

Основные темы практических занятий и семинаров:

8. Измерения плотности, пористости и проницаемости горных пород.
9. Измерения скорости продольных волн на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
10. Измерения электрического сопротивления и вызванной поляризации на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
11. Измерения магнитной восприимчивости на образцах горных пород. Статистический анализ результатов.
12. Измерения теплопроводности и теплоемкости образцов горных пород. Статистический анализ результатов. Геологическая интерпретация данных.
13. Измерения плотности и вещественного состава радиоактивными методами.
14. Методы обработки и анализа комплекса петрофизических данных. Построение петрофизических разрезов и моделей.

Примерные темы самостоятельной работы студентов.

1. Роль отечественных ученых в развитии Петрофизики.
2. Подготовка кернов для изучения их свойств и состава.
3. Природа аномалий магнитного поля Земли и геология.
4. Петрофизика, как инструмент настройки геофизических методов.
5. Роль Петрофизики при подсчете запасов полезных ископаемых.
6. Многомерный корреляционный анализ.
7. Комплексные Петрофизические связи при решении геологических задач.
8. Природа естественной радиоактивности.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

| Результаты обучения | «Незачет» | «Зачет» |
|---|-----------------------------|---|
| Знания: основных физических свойств геологической среды, определяемых методами разведочной геофизики. | Знания отсутствуют | Систематические или общие, но не структурированные знания основных физических свойств геологической среды, определяемых методами разведочной геофизики. |
| Умения: пользоваться современной технологией определения петрофизических параметров горных пород, проводить многомерный корреляционный анализ петрофизической информации. | Умения отсутствуют | Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера |
| Владения: навыками первичной обработки, использования методов качественной и количественной интерпретации данных натурных исследований и создания петрофизических моделей геологической среды. | Навыки владения отсутствуют | Владение навыками первичной обработки, использования методов качественной и количественной интерпретации данных натурных исследований и создания петрофизических моделей геологической среды. |

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Петрофизика. Добрынин, В. М. Вендельштейн Б. Ю., Кожевников Д. А. М.: Недра, 1991.
2. Петрофизика. Г.С. Вахромеев, Л.Я. Ерофеев, В.С. Канайкин, Г.Г. Номоконова. Изд-во Томского университета. 1997.
3. Зинченко В.С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных. Учеб. пособ. М.-Тверь; Изд. АИС, 2005. 392 с.4
4. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М.: Недра, 1986.
5. Горбачев Ю.И. Геофизические исследования скважин: Учебник для вузов. Под ред. Каруса Е.В. – М.: Недра 1990 г
6. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин. -Изд. ГЕРС. 2001. 229 с.

- дополнительная литература:

1. Dvorkin J., Alkhater S., Pore fluid and porosity mapping from seismic. First Break, 2004, Vol.22
2. Гогоненков Г.Н., Кашик А.С. Табаков А.А. Трехмерные системы наблюдений и комплексирование ВСП, ОГТ и ГИС при детальном изучении околоскважинного пространства. «Гальперинские чтения-2002». Материалы научно-практической конференции: «ВСП, ГИС и наземная сейсморазведка – совместные наблюдения, обработка и интерпретация», Москва, 2002 г.
3. Барышев Л. А. Подход к динамической интерпретации отраженных волн на основе физико-геологических и петрофизических моделей. Журнал «Геофизика», специальный выпуск "Технологии сейсморазведки", 2002 г.
4. Денисов С.Б., Рудая В.С. и др. Отчет ОАО ЦГЭ Подсчет балансовых запасов нефти, конденсата, свободного и растворенного газа, составление ТЭО КИН Комсомольского месторождения на основе геолого-технологической модели по состоянию на 01.01.2002 г. Москва, 2003 г.
5. Shanor G., Rawanchaikul M., Sams M., and others, From seismic to simulator through geostatistical modelling and inversion: Makarem gas accumulation, Sultanate of Oman. First Break, 2002, Vol.20
6. Лидер М.Р. Седиментология. Мир, 1986.
7. Смолдырев А.Е/. Методика и техника геолого-разведочных работ. М. Недра, 1978.
8. Мэро Д.. Минеральные богатства океана. М. Прогресс, 1969
9. Леонтьев О.К. Морская/ геология. М. Высшая школа, 1982
10. Справочник «Петрофизика»; под ред. Н.Б. Дортман М.: Недра, 1992. Т. 1
11. Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализов керн, опробований и испытаний продуктивных пластов. П/р Б.Ю. Вендельштейна, Калинин, 1990 г.
12. Инюшкина А.А. Никулин Б.А. Некоторые аспекты применения данных сейсморазведки при построении геологических моделей нефтегазовых месторождений. Вестник Московского Университета, сер.4. Геология, N3. М. 2006г. 55-56 с.
13. Никулин Б.А. Экспрессное керновое опробование. Каротажник, N121, Тверь, 2004г. 54-57 с.
14. Никулин Б.А., Богословский В.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Ботвиновская О.А., Ганичев Д.И., Тверитнев А.А. (ОАО «НК «Роснефть»), Литогенетическая типизация нижнедевонских карбонатных отложений Тимано-Печорской провинции по данным геофизических исследований скважин. 2010г. «Нефтяное хозяйство», № 12, 5 с.

15. Никулин Б.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Скибицкая Н.А., О.О.(ИПНГРАН). К вопросу оценки компонентного состава битумоидов по геофизическим данным в карбонатном разрезе. 2010г. / Тезисы Юбилейная международная конференция "Петрофизика: современное состояние, проблемы, перспективы", Москва 2010г. 35-38.
16. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексование геофизических методов, учебник, Москва, 2012г.
17. Экспрессное изучение керна нефтегазовых скважин в полевых условиях. ЭИ. ВИЭМС. Геол., методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. Филонов Ю.И.Горбачев. В.Д.Нетети, Б.А.Никулин, В.И.Петерсилье, А.Г.Рослов. Произв. Опыт, 1988, вып. 6, с.1-9.
18. Петерсилье В.И. Состояние петрофизического обеспечения ядерно-геофизических, акустических и др. методов. Всероссийский научно-практический семинар. Тверь-2005.
19. Иванькова Ю. В. и др. Оперативная оценка коллекторских свойств, Сб. Научно-практическая конференция "Геомодель-2003. М. ОАО ЦГЭ.
20. Орлов Л. И., Карпов Е. Н., Топорков В.Г. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа –М.: Недра, 1987. -216 с.

Б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, созданные сотрудниками и преподавателями кафедры Геофизики Геологического факультета МГУ.

В) Материально-техническое обеспечение

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Основы петрофизики» используются: лаборатория Петрофизики кафедры Геофизики, компьютерный класс отделения Геофизики, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – сотрудники и преподаватели кафедры Геофизики Геологического факультета МГУ им М.В.Ломоносова.

11. Автор программы – Никулин Б.А.