

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

Петрофизика

Автор-составитель: Калмыков Г.А., Хамидуллин Р.А., Белохин В.С.

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__

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. № 1674

Год (годы) приема на обучение – 2016.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Петрофизика» является подготовка бакалавров геологии в области петрофизики, основам интерпретации данных геофизических исследований скважин.

Задачи:

- Теоретически и практически освоить методы петрофизических исследований кернового материала и основы комплексной обработки петрофизических данных.
- Освоить методы литофизического расчленения разрезов по комплексу ГИС, определения глинистости и пористости, расчет нефте- газо- насыщенности.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр –7, 8

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

Дисциплина «Петрофизика» опирается на курсы «Геофизические исследования скважин», «Литология», «Геология и геохимия нефти и газа».

Курс предоставляет студенту возможность профессионально освоить современные способы построения петрофизических взаимосвязей в нефтегазовой геологии, а также методики интерпретации данных геофизических исследований скважин.

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

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

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

- Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (ОПК-3.Б).
- Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (ОПК-4.Б).

Профессиональные компетенции выпускника, освоившего программу бакалавриата.

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

научно-исследовательская деятельность:

- Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (ПК-2.Б).

научно-производственная деятельность:

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- Основные параметры, измеряемые на образцах керна
- Теоретические основы методик получения петрофизических характеристик пород

Уметь:

- Использовать основные параметры, измеряемые на образцах керна
- Выбирать необходимые методики получения петрофизических характеристик пород

Владеть:

- Навыками выбора методик получения петрофизических характеристик пород
- Методами получения петрофизических характеристик пород

4. Формат обучения – лекционные, лабораторные занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** з.е., в том числе **50** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 22 часа - лабораторных занятий), **58** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – 7 семестр - зачет, 8 семестр - 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):

Основной целью дисциплины является формирование у студентов четких научных представлений о роли скважинных геофизических и лабораторных петрофизических исследований при поисках, разведке и освоении месторождений нефти и газа.

Основное внимание уделено обучению и практическому освоению современных лабораторных методов и методик подготовки петрофизических зависимостей для интерпретации скважинных геолого-геофизических данных с целью решения задач нефтегазовой геологии.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа		всего
Раздел 1. Основные понятия и определения предмета. Объект исследований.		4			4	
Раздел 2. Понятие пористость и её виды.		6	4		10	
Раздел 3. Связь геофизических параметров с геологическими.		2	2		4	
Раздел 4. Измерение сопротивления, скорости прохождения продольной волны, минералогической плотности.			2		2	
Раздел 5. Центрифугирование образцов.			2		2	
Раздел 6. Обработка материалов, полученных в других лабораториях		2			2	
Раздел 7. Существующие пакеты программ для автоматизированной обработки данных ГИС		1			1	
Раздел 8. Программа SOLVER как пример автоматизированной программы обработки данных ГИС		3	2		5	
Раздел 9. Интерпретация методов электростратиграфии		2	2		4	
Раздел 10. Интерпретация диаграмм методов радиостратиграфии		4	2		6	
Раздел 11. Интерпретация диаграмм акустического метода исследования открытого ствола скважины		2	2		4	
Раздел 12. Оценка фильтрационно-емкостных свойств коллекторов.		1	2		3	
Раздел 13. Построение разрезов скважин.		1	2		3	
Промежуточная аттестация					<i>7 семестр_-зачет 8 семестр_-экзамен</i>	
Итого	108				50	
					58	

Содержание дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия и определения предмета «Петрофизика». Объект исследований. Система прибор-скважина-пласт. Место петрофизических исследований в системе расчетов геологических запасов нефти и газа

Раздел 2. Понятие пористость и её виды. Методы изучения пористости и определения коэффициентов пористости.

Измерение пористости газоволюметрическим методом. Насыщение образцов моделью пластовой воды. Измерение пористости по Преображенскому.

Понятие проницаемость и её виды. Методы изучения проницаемости и определения коэффициентов проницаемости.

Коллекторы нефти и газа и их физические свойства.

Раздел 3. Связь геофизических параметров с геологическими. Типы связей «кern-кern», «кern-ГИС».

Построение зависимостей для расчета пористости по комплексу ГИС. Построение зависимостей Арчи-Дахнова. Работа с палетками сопротивление-минерализация воды.

Раздел 4. Измерение сопротивления 100% насыщенного водой образца. Измерение скорости прохождения продольной волны. Измерение минералогической плотности.

Раздел 5. Центрифугирование образцов. Измерение количества остаточной воды и сопротивления после центрифугирования. Проведение гранулометрического анализа.

Раздел 6. Обработка материалов, полученных в других лабораториях: дериватография, содержание минералов, данные пиролиза, рентгено-фазовый анализ, рентгено-флуорисцентный анализ.

Построение распределений пор по размерам по данным порометрии.

Построение петрофизических зависимостей для интерпретации расширенного комплекса ГИС

Раздел 7.

Существующие пакеты программ для автоматизированной обработки данных ГИС

Раздел 8. Программа SOLVER как пример автоматизированной программы обработки данных ГИС

Ввод и редактирование данных ГИС. Основные компоненты LAS-файла. Создание базы данных (БД) для скважины. Ввод каротажных данных и проверка правильности их ввода. Редактирование БД с помощью средств просмотра таблиц

Визуализация данных ГИС, редактирование и увязка каротажных кривых по глубине. Формирование планшета данных ГИС. Проверка качества каротажных кривых и их коррекция. Согласование глубин отбора керна с глубинами проведения ГИС.

Расчленение разреза скважины на пласты, коррекция границ и отсчетов, литофизическое расчленение разреза. Получение навыков работы по расчленению разреза скважины на пласты. Обучение определению пластовых характеристик - снятие отсчетов с кривых ГИС. Обучение контролю качества и коррекции выделения границ пластов и снятых отсчетов.

Раздел 9. Определение удельного электрического сопротивления пород по данным электрометрии. Обучение определению удельного электрического сопротивления пород по данным электрометрии: Оценка УЭС бурового раствора и качества снятых отсчетов. Автоматический расчет электрических свойств пластов. Интерактивная оценка электрических свойств коллекторов.

Средства функциональных преобразований каротажных данных. Использование модуля, типа «Калькулятор», для вычисления отдельных, относительно простых выражений или пересчета данных на основе алгебраических уравнений, включая различные условия.

Раздел 10. Интерпретация диаграмм методов радиометрии скважин: определение коэффициента глинистости по данным ГК и спектрометрического ГК (СГК); расчет пористости по нейтронному каротажу и ГК; расчет пористости по данным плотностного гамма-гамма каротажа; расчет минерально-компонентной модели.

Раздел 11. Интерпретация диаграмм акустического метода исследования открытого ствола скважины

Раздел 12. Оценка фильтрационно-емкостных свойств коллекторов. Ввод палетки для исправления данных гамма-каротажа за диаметр скважины. Изучение основ программной интерпретации. Исправление данных гамма-каротажа за диаметр скважины с помощью программных средств интерпретации. Расчет фильтрационно-емкостных свойств коллекторов с помощью программных средств интерпретации.

Раздел 13. Построение разрезов скважин. Выделение коллекторов и оценка их продуктивности по данным методов ГИС

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Петрофизика» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в виде лекций (28 часов) с презентациями с использованием компьютера и проектора, лабораторные занятия (22 часа) на компьютерах компьютерного класса с использованием программ “EXEL” и “GeoOfficeSOLVER”. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке к сдаче теоретических основ лекционного курса, подготовки к контрольным и работу студента в дисплейном классе геологического факультета (58 часа)).

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 контрольных работ:

1. Что такое коллекторы нефти и газа.
2. Типы коллекторов.
3. Основные петрофизические характеристики коллекторов.
4. Пробоподготовка для различных петрофизических исследований.
5. Методы профильных петрофизических исследований, особенности подготовки кернового материала.
6. Понятие пористости. Методы определения пористости.
7. Понятие проницаемости. Методы определения проницаемости. Закон Дарси и отклонения от него.
8. Понятие плотности. Методы определения плотности. Зависимость плотности от минерального состава пород.
9. Понятие остаточной водо- и нефте- насыщенности. Методы определения. Построение капиллярных кривых.
10. Акустические и электрические свойства пород. Расчет пористости, параметров пористости и насыщенности.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Специальные петрофизические исследования. Методы. Сфера применений.
2. Измерение петрофизических свойств на образцах керн в пластовых условиях.
3. Фазовая проницаемость. Методика измерения.
4. Условия вскрытия разрезов скважин и их влияние на комплекс геофизических исследований
5. Типы изучаемых разрезов и коллекторов
6. Химический состав пластовых вод и определение их УЭС
7. УЭС промывочных жидкостей
8. УЭС водоносных пород и его оценка для данного разреза
9. УЭС нефтегазоносных пород и его оценка для заданных типов коллекторов
10. Кажущееся удельное сопротивление для нефокусированных градиент- и потенциал-зондов
11. Кажущееся удельное сопротивление для фокусированных зондов (экранированных и индукционных)
12. Определение границ и оценка характера пластов по диаграммам нефокусированных микрозондов
13. Определение границ пластов по данным экранированных зондов
14. Определение границ пластов по диаграммам кажущейся электропроводности индукционных зондов
15. Определение удельного сопротивления пластов по данным БЭЗ
16. Уточнение сопротивления глинистого раствора по данным БЭЗ
17. Определение удельного сопротивления зоны проникновения промытого пласта
18. Качественная и количественная интерпретация диаграмм СП
19. Интерпретация диаграмм метода вызванной поляризации
20. Метод естественной радиоактивности (ГК, SGK). Схема интерпретации.
21. Метод рассеянного гамма-излучения (ГГКп).
22. Нейтронные методы. НГК, ННКт.
23. Водородосодержание осадочных горных пород.
24. Интерпретация диаграмм АК
25. Составление литологического разреза скважины по данным комплекса основных геофизических методов
26. Выделение, оценка характера насыщения и определение эффективной мощности межзерновых коллекторов
27. Выделение и оценка характера насыщения сложных коллекторов
28. Определение коэффициентов пористости и глинистости
29. Определение коэффициента нефтегазонасыщения коллекторов
30. Схема оценки достоверности определения коэффициента нефтегазонасыщения по параметру насыщения

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: теоретических основ и методик получения	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

петрофизических характеристик пород				
Умения: выбирать необходимые методики получения петрофизических характеристик пород	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, возможны неточности не принципиального характера	В целом успешное, но с небольшими допущениями.	Успешное умение выбирать необходимые петрофизические методики
Владения: методами получения петрофизических характеристик пород	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методиками, наличие отдельных навыков	В целом навыки сформированы	Владение навыками

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

- Лабораторные методы петрофизических исследований кернового материала. Учебное пособие в 2-х книгах. Книга 2 Иванов М.К., Калмыков Г.А., Белохин В.С., Корост Д.В., Хамидуллин Р.А. место издания Издательство Московского Университета, 2008, 113с.
- Петрофизические методы исследования кернового материала (терригенные отложения) Иванов М.К., Бурлин Ю.К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. место издания Издательство Московского Университета, 2008, 112с.

- дополнительная литература:

- Виноградов В. Г., Дахнов А. В., Пацевич С. Л. Практикум по петрофизике – М., Недра, 1990, 227с
- Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород: Учеб.пособие для вузов. – М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 592с.
- Элланский М. М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин (методическое пособие) – Издательство ГЕРС, 2001
- Добрынин В. М., Вендельштейн Б. Ю., Резванов Р. А., Африкян А. Н. Геофизические исследования скважин – М., 2004
- Добрынин В. М., Вендельштейн Б. Ю., Кожевников Д. А. Петрофизика (физика горных пород): Учеб. для вузов. 2-ое изд. перераб. и доп. под редакцией д.ф.-м.н. Кожевникова Д. А. – М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004, 368с., илл.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения

пакеты программ: Microsoft Office (Exel); академическая лицензия GeoOfficeSOLVER;

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Д) Материально-технического обеспечение:

Оборудование:

Оборудование для подготовки коллекции образцов из колонки керна: отмывки, распиловки, фотографирования, выбуривания и приторцовки цилиндрических образцов.

Установка для фотографирования керна, профильный измеритель акустических свойств керна.

Лаборатория петрофизики оборудованная электронными весами, в т.ч. для гидростатического взвешивания, камеры для насыщения образцов жидкостями, установка для измерения газопроницаемости, карбонатометр, установка для определения сопротивления керна, установка для определения акустических свойств керна, установка для определения параметров керна в пластовых условиях, установка для определения фазовой проницаемости, наборы лабораторных сит для определения гранулометрических анализов, капилляриметр, центрифуга.

Компьютерный класс на 25 рабочих мест.

Материалы:

Коллекция полноразмерного керна.

Коллекция цилиндров разной пористости.

Расходные материалы: газ (азот), авиационный керосин, дистиллированная вода, хлороформ, спирт этиловый, бензол, лабораторное стекло, фильтровальная бумага, абразивный материал, парафин, толуол, технический вазелин.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Калмыков Г.А., Хамидуллин Р.А., Белохин В.С.

11. Автор (авторы) программы – Калмыков Г.А., Хамидуллин Р.А., Белохин В.С.