

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Петрофизика Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: Геофизика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хамидуллина Г.С.

Рецензент(ы):

Хасанов Д.И., Е.В. Караваева (Зам. проректора МГУ им. Ломоносова)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 329318

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Хамидуллина Г.С. кафедры геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий, galina-khamidullina@yandex.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Петрофизика являются теоретическое изучение кристаллохимических и кристаллофизических основ петрофизики, а также основных петрофизических свойств горных пород и их взаимосвязи: коллекторских, магнитных, электрических, упругих, тепловых, ядерно-физических. Обоснованное понимание роли петрофизических параметров при решении геологических задач различными геофизическими методами. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний о петрофизических характеристиках горных пород и их использовании при комплексной интерпретации геофизических данных, об аппаратуре и методике изучения петрофизических характеристик.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.01 Геология и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Б3.В.1

Дисциплина Петрофизика представляет собой дисциплину базовой части цикла профессиональных дисциплин Б3.В.1 и относится к модулю Геофизика. Дисциплина Петрофизика базируется на курсах цикла дисциплин естественно-научных дисциплин (Б2), входящих в модули Математика, Физика и Химия, читаемых в 1 - 6 семестрах и на материалах дисциплин модуля Геология Общая геология, Горные породы, Историческая геология, Структурная геология. Студенты, обучающиеся по данному курсу должны знать основы математического анализа, линейной алгебры, общего курса физики, химии и курса Общая геология. Изучается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные физические свойства веществ, минералов, горных пород, такие как плотность, пористость, проницаемость, упругость, модули упругости, скорость распространения упругих волн, электрическое сопротивление (проводимость), диэлектрическая проницаемость, вызванная поляризация, электрохимическая активность, теплопроводность, теплоемкость, температурапроводность, естественная и искусственная радиоактивность; определяющие факторы перечисленных физических свойств, единицы их измерения, пределы их изменения в горных породах, способы измерения физических свойств, связи между физическими свойствами, влияние термобарических условий на изменение физических свойств.

2. должен уметь:

определять физические свойства горных пород и минералов, анализировать петрофизическую информацию, использовать данные физических свойств при комплексной интерпретации материалов геофизических методов, проводить первичную обработку данных лабораторных петрофизических исследований, строить петрофизические карты и разрезы, пользоваться методами и программами для обработки данных петрофизических исследований.

3. должен владеть:

навыками работы с петрофизическим оборудованием, навыками организации разнообразных петрофизических исследований, приемами расчета петрофизической и физико-геологической модели залежей углеводородов, рудных и нерудных полезных ископаемых.

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

Знать: основные физические свойства веществ, минералов, горных пород, такие как плотность, пористость, проницаемость, упругость, модули упругости, скорость распространения упругих волн, электрическое сопротивление (проводимость), диэлектрическая проницаемость, вызванная поляризация, электрохимическая активность, теплопроводность, теплоемкость, температурапроводность, естественная и искусственная радиоактивность; определяющие факторы перечисленных физических свойств, единицы их измерения, пределы их изменения в горных породах, способы измерения физических свойств, связи между физическими свойствами, влияние термобарических условий на изменение физических свойств.

Уметь: определять физические свойства горных пород и минералов, анализировать петрофизическую информацию, использовать данные физических свойств при комплексной интерпретации материалов геофизических методов, проводить первичную обработку данных лабораторных петрофизических исследований, строить петрофизические карты и разрезы, пользоваться методами и программами для обработки данных петрофизических исследований.

Владеть навыками работы с петрофизическим оборудованием, навыками организации разнообразных петрофизических исследований, приемами расчета петрофизической и физико-геологической модели залежей углеводородов, рудных и нерудных полезных ископаемых.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	5	1	4	0	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород	5	2	4	0	4	Устный опрос
3.	Тема 3. Плотность химических элементов.	5	3	4	0	4	Устный опрос
4.	Тема 4. Упругие свойства	5	6-7	4	0	4	Устный опрос
5.	Тема 5. Электрические свойства	5	8-10	4	0	4	Устный опрос
6.	Тема 6. Магнитные свойства.	5	11-12	4	0	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Теплофизические свойства	5	13-14	4	0	4	Устный опрос
8.	Тема 8. Радиоактивные свойства	5	15-16	4	0	4	Реферат
9.	Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов	5	17-18	4	0	4	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Введение. Место и роль петрофизики при геофизических исследованиях. Измерение параметров физических полей в реальных геологических средах. Интерпретация результатов измерений и построение физической модели изучаемой среды. Геологическая интерпретация и построение физико-геологической модели. Петрофизические связи и оптимизация комплекса геофизических методов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение и виды коллекторов. Коллектор в структуре ловушек нефти и газа. Литологические, фильтрационно-емкостные и петрофизические свойства коллектора.

Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Горные породы, их модели в петрофизике, коллекторские свойства горных пород, плотность, магнитные, электрические, упругие, тепловые и ядерно-физические свойства горных пород. Взаимосвязь физических свойств горных пород.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Влияние глинистости на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов (работа в группе)

Тема 3. Плотность химических элементов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Плотность, пористость, вязкость, водо-, нефте- и газонасыщенность пород. Плотность осадочных пород, виды пористости, изменение параметров с глубиной, свободная и связанная вода. Прямые и косвенные методы измерения параметров.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Структура порового пространства. Капиллярное давление. Расчет удельной поверхности поровых каналов коллектора

Тема 4. Упругие свойства

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Упругие свойства. Объемные деформации горных пород. Скорость упругих волн в пористых осадочных породах, модели многофазных сред, поглощение упругих волн.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Методы расчетов фазовых проницаемосте

Тема 5. Электрические свойства

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Электрические свойства. Удельное сопротивление осадочных водонасыщенных пород. Диэлектрическая проницаемость и вызванная электрохимическая активность осадочных пород. Диффузионно-адсорбционные свойства пород.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Удельное электрическое сопротивление пластовых вод Модель электропроводности коллектора Электрические модели коллекторов месторождений Западной Сибири

Тема 6. Магнитные свойства.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Магнитные свойства. Магнитные свойства основных типов пород. Связь магнитной восприимчивости с другими петрофизическими характеристиками. Виды намагниченности. Палеомагнетизм.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Доменная структура зерен Магнитная вязкость Магнитные свойства при различных термобарических условиях Закономерности изменения магнитных свойств различных типов пород

Тема 7. Теплофизические свойства

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Теплофизические свойства. Процессы и законы теплопроводности и распределение тепла в породах. Связи тепловых и других характеристик.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Уравнение теплопроводности Определение теплофизических свойств Связи теплофизических параметров с другими петрофизическими величинами

Тема 8. Радиоактивные свойства

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Радиоактивные свойства. Естественная радиоактивность пород осадочного комплекса. Связь интегральной радиоактивности пород и содержания в ней U, Th, K с другими петрофизическими характеристиками. Нейтронные свойства и их основные связи с физическими свойствами пород.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Связь интегральной радиоактивности горных пород с другими петрофизическими характеристиками Процессы взаимодействия гаммы-излучения с горными породами Фотоэлектрическое поглощение. Ядерное поглощение Нейтроны и процессы их взаимодействия с горными породами Основные связи нейтронных свойств с физическими свойствами пород

Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов. Петрофизическая модель. Петрофизическое районирование, выделение физико-геологических комплексов. Интерпретация ГИС на основе петрофизических связей, определение подсчетных параметров. Статистические методы обработки данных.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Построение петрофизической карты

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение	5	1	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород	5	2	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Плотность химических элементов.	5	3	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
4.	Тема 4. Упругие свойства	5	6-7	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
5.	Тема 5. Электрические свойства	5	8-10	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
6.	Тема 6. Магнитные свойства.	5	11-12	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При реализации программы дисциплины Петрофизика используются различные образовательные технологии - лекции (18 часов) с использованием ПК, мультимедийного проектора и документ-камеры, практических занятий (18 часов) в петрофизической лаборатории и компьютерном классе с использованием специальных программ и петрофизического оборудования, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей и индивидуальную работу студента в компьютерном классе (36 часов).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение

устный опрос , примерные вопросы:

1. Зависимость пористости от размера, формы зерен, отсортированности, содержания глинистой фракции.
2. Удельное электрическое сопротивление минералов.
3. Зависимость параметра пористости от концентрации электролита.

Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Типы физических свойств горных пород и подходы к их изучению.
2. Многообразие определяющих факторов свойств пород.
3. Атомная структура химических элементов и их связь с физическими свойствами.
4. Электронная и кристаллическая структуры, типы связей.
5. Изоморфизм, полиморфизм.
6. Лито-петрологические характеристики пород: состав, структура, текстура.
7. Анизотропия.

Тема 3. Плотность химических элементов.

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Породы-коллекторы
2. Проницаемость
3. Виды проницаемости
4. Пористость и проницаемость различных типов горных пород
5. Глинистость
6. Вода и нефть в горных породах
7. Влагоемкость, влажность
8. Нефте- и газонасыщенность пород
9. Изменения коллекторских свойств с глубиной
10. Способы измерения пористости
11. Способы измерения плотности
12. Способы измерения проницаемости

Тема 4. Упругие свойства

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Статические методы измерения упругих модулей горных пород
2. Динамические методы измерения упругих модулей горных пород
3. Анизотропия параметров упругости
4. Динамические характеристики упругих сред
5. Модели распространения упругих волн с осадочных породах
6. Зависимости скоростей от давления и температуры
7. Модели многофазных сред поглощения упругих волн
8. Сжимаемость горных пород
9. Преобразование лабораторных данных в пластовые данные
10. Взаимосвязь: пористость-проницаемость=напряжение
11. Влияние коэффициента Пуассона на величину градиента гидроразрыва
12. Влияние коэффициента Пуассона на размеры трещины

Тема 5. Электрические свойства

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Основные факторы, оказывающие влияние на удельное сопротивление минералов и горных пород
2. Влияние температуры и давления на удельное сопротивление горных пород.
3. Влияние температуры и давления на диэлектрическую проницаемость.
4. Вызванная электрохимическая активность осадочных, магматических и метаморфических пород
5. Естественная электрохимическая активность
6. Диффузионно-адсорбционные свойства горных пород
7. Фильтрационные потенциалы
8. Анизотропия электрических свойств горных пород
9. Пьезоэлектрические и сейсмоэлектрические эффекты
10. Методы определения удельного электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости.
11. Методы определения электрохимических свойств пород
12. Пределы изменения электрических параметров различных типов горных пород

Тема 6. Магнитные свойства.

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Магнитные параметры физических тел
2. Доменная структура зерен
3. Магнитная вязкость
4. Суперпарамагнетизм
5. Основные факторы, определяющие магнитную восприимчивость
6. Виды намагниченности горных пород
7. Остаточная намагниченность горных пород (термоостаточная, химическая, ориентационная, вязкая).
8. Магнитные свойства при различных термобарических условиях
9. Анизотропия магнитных параметров горных пород
10. Связь магнитных характеристик с другими петрофизическими свойствами
11. Закономерности изменения магнитных свойств различных типов пород.
12. Палеомагнетизм и палеомагнитные исследования

Тема 7. Теплофизические свойства

экзамен

Тема 8. Радиоактивные свойства

экзамен

Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов

экзамен

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Примерные темы рефератов на самостоятельную работу по разделам дисциплины

1. Место петрофизики среди геологических наук
2. Становление петрофизики как науки
3. Современные физико-химические методы в петрофизике
4. Физические свойства горных пород при высоких давлениях и температурах
5. Плотность и скорость распространения упругих волн в горных породах и минералах.
6. Теплопроводность и электропроводность горных пород и минералов
7. Палеомагнетизм и его место в геологических науках
8. Роль петрофизических исследований в современной геологии
9. Петрофизическая классификация горных пород

6.2 Контрольные вопросы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В течение преподавания курса Петрофизика в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как заслушивание и оценка доклада по теме реферата, собеседование при приеме результатов практических работ с оценкой. По итогам обучения в 5-ом семестре проводится зачет.

Контрольные вопросы и задания:

1. Плотность минералов и горных пород.
2. Факторы, влияющие на плотность горных пород.
3. Зависимость пористости от размера, формы зерен, отсортированности, содержания глинистой фракции.
4. Удельное электрическое сопротивление минералов.
5. Вызванная электрохимическая активность горных пород.
6. Магнитные минералы в горных породах.
7. Способы определения плотности горных пород.
8. Зависимость удельного сопротивления горных пород от литологического состава.
9. Методы измерения различных магнитных параметров горных пород.
10. Вызванная поляризация горных пород: природа и способы измерения.
11. Модули и коэффициенты упругости горных пород.

12. Природы диэлектрической проницаемости горных пород.
13. Виды остаточной намагниченности горных пород.
14. Скорость распространения упругих колебаний в различных типах горных пород.
15. Способы измерения диэлектрической проницаемости горных пород.
16. Удельное сопротивление осадочных горных пород.

7.1. Основная литература:

Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005148-2, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=237608>

Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Г. Ягола [и др.]. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 219 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94121>. ? Загл. с экрана. <https://e.lanbook.com/reader/book/94121/#1>

Петрофизические основы ГИС: учеб.пособие / Сианисян Э.С., Пыхалов В.В., Кудинов В.В. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2013. - 124 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=551426>

7.2. Дополнительная литература:

Капитонов, А. М. Физические свойства горных пород западной части Сибирской платформы [Электронный ресурс] : Монография / А. М. Капитонов, В. Г. Васильев. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-7638-2142-0. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=441169>

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Механика : учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. С. Чирцова. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 411 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов).- ISBN 978-5-94157-729-3. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349931>

Цыкин, Р. А. Геологические формации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. А. Цыкин, Е. В. Прокатень. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 68 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=443157>

7.3. Интернет-ресурсы:

window.edu.ru - <http://window.edu.ru/resource/201/28201>

Неофициальный сайт МГУ - <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1161637&uri=page12.html>

петрофизика - mining-enc.ru

петрофизика - kpfu.ru/docs/F583504131/petrofizika!193.doc

петрофизика - ru.wikipedia.org

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Петрофизика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Для материально-технического обеспечения дисциплины Петрофизика используются: петрофизическая лаборатория кафедры Геофизики, компьютерный класс отделения Геофизики, петрофизическая аппаратура, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором и Оверхетом, библиотека

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.01 "Геология" и профилю подготовки Геофизика .

Автор(ы):

Хамидуллина Г.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Хасанов Д.И. _____

Е.В. Караваева (Зам.проректора МГУ им. Ломоносова) _____

"__" _____ 201__ г.