

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Петрофизика БЗ.В.1

Направление подготовки: 020700.62 - 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 339514

Казань  
2014

## 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@kpfu.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 " БЗ.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

БЗ.В.1

Дисциплина Петрофизика представляет собой дисциплину базовой части цикла профессиональных дисциплин БЗ.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	2	0	4	устный опрос
2.	Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород	5	2	2	0	4	тестирование
3.	Тема 3. Плотность химических элементов.	5	3	2	0	4	тестирование
4.	Тема 4. Упругие свойства	5	6-7	2	0	4	тестирование
5.	Тема 5. Электрические свойства	5	8-10	2	0	4	тестирование
6.	Тема 6. Магнитные свойства.	5	11-12	2	0	4	тестирование
7.	Тема 7. Теплофизические свойства	5	13-14	2	0	4	тестирование
8.	Тема 8. Радиоактивные свойства	5	15-16	2	0	4	тестирование
9.	Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов	5	17-18	2	0	4	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	экзамен
	Итого			18	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение

*лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 2. Определяющие факторы физических свойств пород**

**лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 3. Плотность химических элементов.**

**лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 4. Упругие свойства**

**лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 5. Электрические свойства**

**лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 6. Магнитные свойства.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

## **Тема 7. Теплофизические свойства**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

## **Тема 8. Радиоактивные свойства**

**лекционное занятие (2 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)):**

## **Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов**

**лекционное занятие (2 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)):**

#### 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 тестированию	6	тестирование
3.	Тема 3. Плотность химических элементов.	5	3	подготовка к тестированию	6	тестирование
4.	Тема 4. Упругие свойства	5	6-7	подготовка к тестированию	6	тестирование
5.	Тема 5. Электрические свойства	5	8-10	подготовка к тестированию	6	тестирование
6.	Тема 6. Магнитные свойства.	5	11-12	подготовка к тестированию	6	тестирование
7.	Тема 7. Теплофизические свойства	5	13-14	подготовка к тестированию	6	тестирование
8.	Тема 8. Радиоактивные свойства	5	15-16	подготовка к тестированию	6	тестирование
9.	Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов	5	17-18	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
	Итого				54	

#### 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**

тестирование , примерные вопросы:

4. Зависимость проницаемости от пористости, удельной поверхности порового пространства и извилистости поровых каналов. 5. Удельное электрическое сопротивление двухкомпонентной модели горной породы. 6. Вызванная электрохимическая активность горных пород.

## **Тема 3. Плотность химических элементов.**

тестирование , примерные вопросы:

7. Зависимость параметра пористости от пористости. 8. Проницаемость. Закон Дарси. 9. Характер спада Увп.

## **Тема 4. Упругие свойства**

тестирование , примерные вопросы:

10. Параметр пористости глинистых пород. 11. Плотность минералов. 12. Фильтрационные потенциалы.

## **Тема 5. Электрические свойства**

тестирование , примерные вопросы:

13. Удельное сопротивление глинистых пород. 14. Магнитные минералы в горных породах. 15. Способы определения плотности горных пород.

## **Тема 6. Магнитные свойства.**

тестирование , примерные вопросы:

16. Зависимость удельного сопротивления горных пород от литологических свойств. 17. Влагоемкость и виды воды в горных породах. 18. Методы измерения различных магнитных параметров горных пород.

## **Тема 7. Теплофизические свойства**

тестирование , примерные вопросы:

19. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород. 20. Методы измерения пористости горных пород. 21. Плотность осадочных горных пород.

## **Тема 8. Радиоактивные свойства**

тестирование , примерные вопросы:

22. Вызванная поляризация горных пород: природа и способы измерения. 23. Модули и коэффициенты упругости горных пород. 24. Виды пористости горных пород.

## **Тема 9. Петрофизика при комплексной интерпретации данных геофизических методов**

контрольная работа , примерные вопросы:

25. Природа диэлектрической проницаемости горных пород. 26. Виды деформаций в горных породах. 27. Магнитные свойства различных типов горных пород. 28. Доменная структура ферритмагнитных зерен в горных породах. 29. Эффективная пористость. 30. Способы измерения диэлектрической проницаемости горных пород. 31. Виды остаточной намагниченности горных пород. 32. Диффузионная ЭДС. 33. Скорость распространения упругих колебаний в различных типах горных пород. 34. Виды упругих колебаний в горных породах. 35. Гистерезисные магнитные свойства горных пород. 36. Зависимость параметра пористости от извилистости поровых каналов. 37. Тепловые свойства горных пород. 38. Параметр насыщения. 39. Основные магнитные параметры горных пород. 40. Параметр пористости горных пород. 41. Магнетизм минералов. 42. Плотность различных типов горных пород. 43. Способы определения размеров пор в горных породах. 44. Анизотропия удельного электрического сопротивления. 45. Индуктивная и остаточная намагниченность горных пород. 46. Нейтронные свойства горных пород. 47. Естественная радиоактивность горных пород. 48. Методы измерения ядерно-физических свойств горных пород.



## Тема . Итоговая форма контроля

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 во время зимней зачетной сессии .

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>

Ягола А.Г., Янфей В. И др. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. 2014 URL: <http://e.lanbook.com/view/book/50537/>

Трухин, В. И. Общая и экологическая геофизика [Электронный ресурс] / В. И.Трухин, К. В. Показеев, В. Е. Куницын. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 576 с. - ISBN 5-9221-0541-8. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/2348/>

## 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>

Дмитриев, В. И. Обратные задачи геофизики [Электронный ресурс] : Монография / В. И. Дмитриев. - М.: МАКС Пресс, 2012. - 340 с. - ISBN 978-5-317-04151-9 URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=445507>

## 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](http://mining-enc.ru)

петрофизика - [kpfu.ru/docs/F583504131/petrofizika!193.doc](http://kpfu.ru/docs/F583504131/petrofizika!193.doc)

петрофизика - [ru.wikipedia.org](http://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 020700.62 "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.