

Физика горных пород

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Геофизики		
Учебный план	zb090303_19_ZPI19.plx Направление подготовки 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА		
Квалификация	Бакалавр		
Форма обучения	заочная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	0	Виды контроля	в семестрах
в том числе:			
аудиторные занятия	0		
самостоятельная работа	0		

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	8	8	8	8
Иные виды контактной работы	0,75	0,75	0,75	0,75
Итого ауд.	16,75	16,75	16,75	16,75
Контактная работа	16,75	16,75	16,75	16,75
Сам. работа	87,25	87,25	87,25	87,25
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целями изучения дисциплины «Физика горных пород» является:
1.2	- изучение закономерностей формирования физических свойств горных пород и полезных ископаемых и их изменения под влиянием различных геологических условий;
1.3	- овладение знаниями, необходимыми для экспериментальных и теоретических исследований физических свойств пород и полезных ископаемых;
1.4	- усвоение связи геофизических полей с геологическими и петрофизическими характеристиками исследуемых объектов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Общая геология
2.1.2	Основы минералогии и петрографии
2.1.3	Физика
2.1.4	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Гравиразведка
2.2.2	Магниторазведка
2.2.3	Радиометрия и ядерная геофизика
2.2.4	Электроразведка
2.2.5	Геофизические методы исследования скважин
2.2.6	Сейсморазведка
2.2.7	Радиометрия и ядерная геофизика
2.2.8	Геофизические исследования скважин
2.2.9	Сейсморазведка
2.2.10	Электроразведка

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	
Знать:	
Уровень 1	основные законы естественнонаучных дисциплин (математики, физики, химии, геологии, информатики), основы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения петрофизических задач
Уровень 2	фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин (математики, физики, химии, геологии, информатики), основы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения петрофизических задач
Уровень 3	*
Уметь:	
Уровень 1	- осуществлять обработку петрофизических данных при решении задач в профессиональной деятельности; - работать со стандартными пакетами программ
Уровень 2	строить физико-геологические модели для различных условий
Уровень 3	*
Владеть:	
Уровень 1	- физико-математическим аппаратом представления геофизических полей; - методами статистической обработки данных
Уровень 2	- навыками статистического анализа петрофизической информации с использованием геологических или других априорных данных; - навыками извлечения геолого-геофизической информации геофизических полей с применением математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследований
Уровень 3	*

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
------------	---------------

3.1.1	основные законы естественнонаучных дисциплин (математики, физики, химии, геологии, информатики)
3.2	Уметь:
3.2.1	строить физико-геологические модели для различных условий
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками статистического анализа петрофизической информации с использованием геологических или других априорных данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Пористость, глинистость, проницаемость горных пород						
1.1	Пористость горных пород. Определение, единицы измерения. Типы пор. Классификация горных пород по коэффициенту пористости. Способы определения коэффициента пористости (объемный, весовой, объемно-весовой). Типы пористости по условиям происхождения (первичная, вторичная). Глинистость. Определение, единицы измерения. Проницаемость горных пород. Определение, единицы измерения. Типы проницаемости горных пород (абсолютная, фазовая). Коэффициент проницаемости, коэффициент фильтрации. /Лек/	3	6	ОПК-1	Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
1.2	Литологическое расчленение разреза по данным геофизических исследований скважин. Определение фильтрационно-емкостных свойств горных пород /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему влияния фильтрационны х свойств горных пород на другие
1.3	Методы определения общей, открытой и эффективной пористости /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
1.4	Методы определения коэффициента проницаемости /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 2. Плотностные свойства горных пород						
2.1	Плотность горных пород. Определение, единицы измерения. Значение плотности горных пород для геофизических методов. Способы определения плотности горных пород. Плотность минералов. Классификация минералов по плотности. Факторы, влияющие на плотность минералов. Плотность горных пород. Классификация горных пород по плотности. Факторы, влияющие на плотность горных пород. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	

2.2	Измерение плотности горных пород с помощью денситометра Самсонова и обработка полученных результатов /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему способов измерения плотности горных пород
2.3	3. Способы определения плотности горных пород /Ср/	3	10	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 3. Магнитные свойства горных пород						
3.1	Гипотеза происхождения естественного магнитного поля Земли. Характеристики магнитного поля. Магнитные свойства горных пород (магнитная восприимчивость, намагниченность). Магнитная восприимчивость горных пород. Определение, единицы измерения. Понятие диа-, пара- и ферромагнетики. Факторы, влияющие на величину магнитной восприимчивости горных пород. Намагниченность горных пород. Определение, единицы измерения. Индукцированная и остаточная намагниченность. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Способы определения магнитных свойств. /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
3.2	Измерение магнитной восприимчивости горных пород /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему магнитной восприимчивости горных пород и ее
3.3	Аппаратура для измерения магнитной восприимчивости горных пород /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
3.4	Аппаратура для измерения индуцированной и остаточной намагниченности горных пород /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
3.5	Аппаратура для измерения коэрцитивной силы /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 4. Электрические свойства горных пород						

4.1	Основные электрические свойства горных пород (удельное электрическое сопротивление (УЭС), электропроводность, диэлектрическая проницаемость, электрохимическая активность, вызванная поляризация). Удельное электрическое сопротивление. Определение, единицы измерения. Факторы, влияющие на величину удельного электрического сопротивления. Классификация минералов по УЭС. Электрическая проводимость. Диэлектрическая проницаемость. Определение, единицы измерения. Понятие абсолютной и относительной диэлектрической проницаемости. Факторы, влияющие на диэлектрическую проницаемость горных пород. Электрохимическая активность. Поляризация. Естественная и вызванная поляризация горных пород. Методы определения электрических свойств горных пород. /Ср/	3	6	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
4.2	Аппаратура для измерения удельного электрического сопротивления горных пород /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
4.3	Определение удельного электрического сопротивления горных пород /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему связи удельного электрического сопротивления
4.4	Аппаратура для определения диэлектрической проницаемости горных пород /Ср/	3	5	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 5. Физико-механические свойства горных пород						
5.1	Основные понятия и определения. Напряжение. Нормальные и тангенциальные напряжения, тензор напряжений. Деформации. Виды деформаций. Тензор деформаций. Дилатация. Упругие модули (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль всестороннего сжатия). Упругие волны. Продольные и поперечные волны. Скорости распространения упругих волн. Факторы, влияющие на скорость распространения упругих волн. /Ср/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
5.2	Определение физико-механических свойств грунтов по данным сейморазведки /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему связи физико-механических свойств грунтов с пористостью

5.3	Изучение различных петрофизических зависимостей /Ср/	3	10	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 6. Радиометрические свойства горных пород						
6.1	Естественная радиоактивность горных пород. Строение ядра и радиоактивность. Единицы измерения. Законы распада и накопления радиоактивных элементов. Радиоактивное равновесие. Виды радиоактивного распада. Ряды естественных радиоэлементов. Радиоэлементы в природе. /Ср/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
6.2	Измерение интенсивности гамма-излучения горных пород /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	Дискуссия на тему современных методов измерения интенсивности
6.3	Измерение ионизирующего излучения /Ср/	3	4,25	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	
	Раздел 7. Итоговый контроль						
7.1	Зачет /ИБКР/	3	0,75	ОПК-1	Л1.2Л2.3 Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Контрольные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Понятие пористости горных пород. Типы пор
2. Классификация горных пород по пористости
3. Способы определения коэффициента пористости (объемный, весовой, объемно-весовой)
4. Первичная и вторичная пористости
5. Глинистость горных пород. Определение, единицы измерения.
6. Проницаемость горных пород. Определение, единицы измерения.
7. Типы проницаемости горных пород (абсолютная, фазовая).
8. Коэффициент проницаемости, коэффициент фильтрации.
9. Характеристики магнитного поля.
10. Магнитные свойства горных пород (магнитная восприимчивость, намагниченность).
11. Магнитная восприимчивость горных пород. Определение, единицы измерения.
12. Понятие диа-, пара- и ферромагнетиков.
13. Факторы, влияющие на величину магнитной восприимчивости горных пород.
14. Намагниченность горных пород. Определение, единицы измерения.
15. Индуцированная и остаточная намагниченность.
16. Магнитный гистерезис. Точка Кюри.
17. Способы определения магнитных свойств.
18. Удельное электрическое сопротивление. Определение, единицы измерения.
19. Факторы, влияющие на величину удельного электрического сопротивления.
20. Классификация минералов по УЭС.
21. Электрическая проводимость.
22. Диэлектрическая проницаемость. Определение, единицы измерения.
23. Понятие абсолютной и относительной диэлектрической проницаемости.

24. Факторы, влияющие на диэлектрическую проницаемость горных пород.
25. Электрохимическая активность.
26. Естественная и вызванная поляризация горных пород.
27. Методы определения электрических свойств горных пород.
28. Напряжение. Нормальные и тангенциальные напряжения, тензор напряжений.
29. Деформации. Виды деформаций. Тензор деформаций.
30. Упругие модули (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль всестороннего сжатия).
31. Продольные волны.
32. Поперечные волны
33. Факторы, влияющие на скорость распространения упругих волн.
34. Естественная радиоактивность горных пород.
35. Строение ядра и радиоактивность.
36. Единицы измерения естественной радиоактивности.
37. Законы распада и накопления радиоактивных элементов.
38. Виды радиоактивного распада.
39. Ряды естественных радиоэлементов.
40. Радиоэлементы в природе

Задания для текущего контроля представлены в Приложении 1.

5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены

5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины «Физика горных пород» обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльной системе, примеры заданий для лабораторных занятий.

Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, лабораторных и практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации (указываются виды работ, предусмотренные данной рабочей программой). Оценочные средства представлены в виде:

средств текущего контроля: вопросов для защиты лабораторных работ, тестовых заданий;
средств итогового контроля – промежуточной аттестации: зачета в 4 семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Л.Я. Ерофеев, Г.С. Вахромеев, В.С. Зинченко, Г.Г. Номоконова	Физика горных пород	Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2006
Л1.2	Г.С. Вахромеев, Л.Я. Ерофеев, В.С. Канайкин и др.	Петрофизика	Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Под ред.: А.А.Молчанова, Н.Б.Дортман	Петрофизика	М.: Недра, 1992
Л2.2	Под ред. Н.Б.Дортман	Петрофизика	М.: Недра, 1992
Л2.3	Под ред. Н.Б.Дортман	Петрофизика	М.: Недра, 1992

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Сианиян Э. С., Пыхалов В. В., Кудинов В. В.	Петрофизические основы ГИС: учебное пособие	Ростов-на-Дону, 2013

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Добрынин В. М., Вендельштейн Б. Ю., Кожевников Д. А. Петрофизика (физика горных пород). учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» и «Геофизические методы исследования скважин» направления подготовки дипломированных специалистов "Технологии геологической разведки». – М., 2004. https://elibrary.ru/item.asp?id=19475274
Э2	Джеббар Тиаб, Эрл Ч. Доналдсон Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов. – М., 2009. https://search.rsl.ru/ru/record/01004481231
Э3	Электронная библиотечная система «БиблиоТех» ООО «Книжный Дом Университета» https://mgri-rggru.bibliotech.ru
Э4	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com
Э5	Официальный сайт МГРИ. Раздел: Учебные фонды - Учебно-методическое обеспечение http://mgri.ru/fondi/libraries
Э6	Научная электронная библиотека http://elibrary.ru
Э7	Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
Э8	Государственная публичная научно-техническая библиотека http://www.gpntb.ru
Э9	Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова http://nbmgu.ru

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по изучению дисциплины «Физика горных пород» представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.