

## **Физика горных пород**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой	<b>Геофизики</b>		
Учебный план	zs210503_20_ZRF20.plx Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ		
Квалификация	<b>Горный инженер - геофизик</b>		
Форма обучения	<b>заочная</b>		
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	0	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:			
аудиторные занятия	0		
самостоятельная работа	0		

#### **Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	<b>2</b>		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	8	8	8	8
Иные виды контактной работы	3,75	3,75	3,75	3,75
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	15,75	15,75	15,75	15,75
Контактная работа	15,75	15,75	15,75	15,75
Сам. работа	88,25	88,25	88,25	88,25
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.Б
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика
2.1.2	Общая геология
2.1.3	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Разведочная геофизика
2.2.2	Гравиразведка
2.2.3	Магниторазведка
2.2.4	Электроразведка
2.2.5	Сейсморазведка
2.2.6	Радиометрия и ядерная геофизика
2.2.7	Геофизические исследования скважин
2.2.8	Физика Земли
2.2.9	Буровзрывные работы
2.2.10	Математическое моделирование в геофизике
2.2.11	Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых
2.2.12	Литология
2.2.13	Метрология, стандартизация и сертификация в геофизике
2.2.14	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты)
2.2.15	Инженерная геофизика
2.2.16	Бурение скважин

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные категории и законы развития природы, понятие анализа и синтеза
Уровень 2	методы абстрактного мышления, методы петрофизических исследований путём анализа и синтеза информации;
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	абстрактно мыслить; анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию
Уровень 2	оперировать методами абстрактного мышления, законами природы интерпретации петрофизической информации.
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками абстрактного мышления, анализа, синтеза при выполнении петрофизических исследований
Уровень 2	целостной системой навыков использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении петрофизических работ.
Уровень 3	*

<b>ОПК-4: способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	современные российские тенденции развития методов и технологий петрофизических исследований;
Уровень 2	современные российские и мировые тенденции развития методов и технологий петрофизических исследований; методы научной организации труда.
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	организовать свой труд на научной основе и оценивать результаты своей профессиональной деятельности;
Уровень 2	определять петрофизические свойства и проводить их оценку
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных лабораторных петрофизических исследований
Уровень 2	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных лабораторных и полевых петрофизических исследований
Уровень 3	*

<b>ОПК-6: самостоятельным принятием решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	- физические поля Земли, - цели, задачи и объекты петрофизических исследований; - основные петрофизические связи для различных типов горных пород
Уровень 2	способы применения петрофизических связей для интерпретации геофизических данных.
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	применять петрофизические связи для геологической интерпретации геофизических данных
Уровень 2	- учитывать геологические и технические условия выполнения петрофизических измерений; - грамотно проектировать технологию петрофизических измерений.
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками работы с аналитическим лабораторным оборудованием; навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.
Уровень 2	- навыками определения физических свойств горных пород как в атмосферных условиях, так и в условиях приближенным к пластовым; - навыками планирования петрофизических исследований;
Уровень 3	*

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные категории и законы развития природы, понятие анализа и синтеза
3.1.2	методы абстрактного мышления, методы петрофизических исследований путём анализа и синтеза информации;
3.1.3	современные российские тенденции развития методов и технологий петрофизических исследований;
3.1.4	современные российские и мировые тенденции развития методов и технологий петрофизических исследований; методы научной организации труда.
3.1.5	- физические поля Земли, - цели, задачи и объекты петрофизических исследований; - основные петрофизические связи для различных типов горных пород
3.1.6	способы применения петрофизических связей для интерпретации геофизических данных.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	абстрактно мыслить; анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию
3.2.2	оперировать методами абстрактного мышления, законами природы интерпретации петрофизической информации.
3.2.3	организовать свой труд на научной основе и оценивать результаты своей профессиональной деятельности;
3.2.4	определять петрофизические свойства и проводить их оценку
3.2.5	применять петрофизические связи для геологической интерпретации геофизических данных
3.2.6	- учитывать геологические и технические условия выполнения петрофизических измерений; - грамотно проектировать технологию петрофизических измерений.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	навыками абстрактного мышления, анализа, синтеза при выполнении петрофизических исследований
3.3.2	целостной системой навыков использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении петрофизических работ.
3.3.3	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных лабораторных петрофизических исследований
3.3.4	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных лабораторных и полевых петрофизических исследований
3.3.5	навыками работы с аналитическим лабораторным оборудованием; навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.
3.3.6	- навыками определения физических свойств горных пород как в атмосферных условиях, так и в условиях приближенным к пластовым; - навыками планирования петрофизических исследований;

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Физика горных пород</b>						
1.1	Пористость, глинистость, проницаемость, плотность горных пород /Лек/	2	1	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.1	0	Пористость горных пород. Определение,
1.2	Магнитные, электрические свойства горных пород /Лек/	2	1	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	1	Гипотеза происхождения
1.3	Физико-механические свойства горных пород /Лек/	2	1	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	0	Основные понятия и определения.
1.4	Радиоактивные свойства горных пород /Лек/	2	1	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	1	Естественная радиоактивность горных
1.5	Консультации /ИВКР/	2	3,75	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л3.2 Л3.1	0	
1.6	Работа с литературными источниками /Ср/	2	88,25	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.1	0	
1.7	Измерение плотности горных пород с помощью денситометра Самсонова и обработка полученных результатов; Литологическое расчленение разреза по данным геофизических исследований скважин. Определение фильтрационно-емкостных свойств горных пород /Лаб/	2	2	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	0	
1.8	Определение удельного электрического сопротивления горных пород; Определение удельного электрического сопротивления жидкости с помощью резистивиметра; Измерение магнитной восприимчивости горных пород /Лаб/	2	2	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	0	
1.9	Деформации; Напряжение и упругие модули /Лаб/	2	2	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	0	
1.10	Измерение интенсивности гамма-излучения горных пород; Расчет нижнего предела аномалии интенсивности гамма-излучения /Лаб/	2	2	ОПК-6 ОПК-4 ОК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.1	0	

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

##### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Примерные вопросы по дисциплине

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. Напряжения. 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

## 5.2. Темы письменных работ

Курсовой проект: Построение петрофизической модели месторождения полезных ископаемых

## 5.3. Оценочные средства

Защита лабораторных работ

Отлично - работа выполнена в полном объеме, оформлена по всем требованиям, на дополнительные вопросы преподавателя получены правильные ответы.

Хорошо – работа выполнена в полном объеме, оформлена по всем требованиям, допущены ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.

Удовлетворительно работа выполнена в полном объеме, имеются нарушения в оформлении, допущены ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя. После указания преподавателя данные недочеты и ошибки устранены.

Неудовлетворительно - работа выполнена в неполном объеме, имеются нарушения в оформлении, на дополнительные вопросы преподавателя получены неверные ответы. После указания преподавателя данные недочеты и ошибки не устранены.

Курсовой проект

Отлично ставится за курсовой проект при:

соответствии содержания заявленной теме; глубоком и полном раскрытии вопросов расчетной и экспериментальной части работы; отсутствии ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов; глубоком и полном анализе результатов курсового проекта, постановке верных выводов, указании их практического применения; высоком качестве оформления; представлении курсового проекта в сроки, соответствующие учебному плану; уверенной защите курсового проекта.

Хорошо ставится за курсовой проект при: соответствии содержания заявленной теме; наличии небольших неточностей в изложении расчетного или экспериментального разделов, исправленных самим обучающимся в ходе защиты; глубоком и полном анализе результатов, постановке верных выводов, указании их практического применения; хорошем качестве оформления курсового проекта; представлении курсового проекта в сроки, соответствующие учебному плану; не очень уверенной защите курсового проекта.

Удовлетворительно ставится за курсовой проект при: соответствии содержания заявленной теме; недостаточно полном раскрытии вопросов расчетной и экспериментальной части; наличии ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов курсового проекта, исправленных самим обучающимся в ходе защиты; недостаточно глубоко и полном анализе результатов; или при небрежном оформлении курсовой работы (проекта); представлении курсового проекта в сроки, несоответствующие учебному плану; обнаружении ошибок и неточностей в ходе защиты курсовой работы (проекта); неуверенной защите курсового проекта.

Неудовлетворительно ставится за курсовой проект при: несоответствии содержания заявленной теме; нераскрытии вопросов расчетной и экспериментальной части; наличии грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов; отсутствии анализа результатов курсового проекта; низком качестве оформления курсового проекта; представлении курсового проекта в сроки, несоответствующие учебному плану; обнаружении грубых ошибок в ходе защиты курсовой работы (проекта).

#### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Защита лабораторных работ  
Защита курсового проекта  
Сдача зачета

### 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

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Под ред. Н.Б. Дортман	Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика)	М.: Недра, 1984
Л2.2	Под ред. Н.Б.Дортман	Петрофизика	М.: Недра, 1992

##### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Сианисян Э. С., Пыхалов В. В., Кудинов В. В.	Петрофизические основы ГИС: учебное пособие	Ростов-на-Дону, 2013
Л3.2	Зинченко В. С.	Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных: учебное пособие	М.-Тверь: АИС, 2005

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Office Professional Plus 2016	
6.3.1.2	Windows 10	
6.3.1.3	Компас-3D версии v18 и v19	Проектирование изделий, конструкций или зданий любой сложности. Реализация от идеи — к 3D-модели, от 3D-модели — к документации, к изготовлению или строительству. Возможность использовать самые современные методики проектирования при коллективной работе.
6.3.1.4	NanoCad	Это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР - и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей. Удобный интерфейс и совместимость форматов. Платформа nanoCAD предлагает пользователю выбор между привычным (классическим) и современным (ленточным) интерфейсом.

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
-----------	------------	-----------	-----

6-38	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.;Экран настенный -1шт.	
6-29	Лаборатория	12 посадочных места; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.; 6 лабораторных столов с аппаратурой для изучения физических свойств горных пород. (денситометр-1шт, резистивиметр-1шт, ПИМВ-1шт, весы VIBRA AF-224RCE с денситометрической приставкой-3шт)	

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

См. приложение 12