

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"



## Физика горных пород рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Экспериментальной физики</b>	
Учебный план	b030302-ЦифрТех-19-1.plx 03.03.02 ФИЗИКА Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты 6
в том числе:		
аудиторные занятия	48	
самостоятельная работа	60	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	уп	рпд		
Неделя	17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

доктор физико-математических наук, профессор, Коновалова Елена Владимировна

Рабочая программа дисциплины

**Физика горных пород**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 22 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы:

Зав. кафедрой Ельников Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор

Председатель УМС к.т.н., доцент Тараканов Д.В.

07 06 2019 г. № 06/19

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Основная цель изучения курса «Физика горных пород» – это формирование у обучающихся современных представлений о свойствах горных пород и процессах, протекающих в горном массиве. Знания физических свойств горных пород необходимы при изучении различных типов геоструктур, а также поисках, разработке, оценке и прогнозировании полезных ископаемых с использованием геофизических данных. Формирование навыков измерений физических свойств горных пород и способов их анализа, изучение зависимости физических характеристик горных пород от их состава, геологических и структурно-тектонических особенностей.
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.07
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	При изучении дисциплины «Физика горных пород» обучающийся опирается на следующие знания, умения и навыки: фундаментальные понятия, законы, модели классической и современной физики; использование навыков физического моделирования для решения прикладных задач по будущей специальности; использование для познания окружающего мира различных естественнонаучных методов: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование.
2.1.2	Дисциплина «Физика горных пород» входит в блок дисциплин по выбору вариативной части учебного плана направления подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиля «Цифровые технологии в геофизике» и изучается в шестом семестре. Дисциплина базируется на курсах:
2.1.3	Методы геофизических исследований
2.1.4	Петрофизика
2.1.5	Математический анализ
2.1.6	Химия
2.1.7	Атомная физика
2.1.8	Оптика
2.1.9	Физика Земли
2.1.10	Экология
2.1.11	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.12	Электричество и магнетизм
2.1.13	Молекулярная физика
2.1.14	Механика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Освоение данной дисциплины, в свою очередь, закладывает базу для понимания и последующего изучения таких дисциплин как:
2.2.2	Геофизические методы исследования скважин
2.2.3	Взрывное дело
2.2.4	Инженерная геология
2.2.5	Подземная гидродинамика
2.2.6	Интерпретация геофизических данных
2.2.7	Сейсмические и акустические методы исследования

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОК-6:** способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**ОК-7:** способностью к самоорганизации и самообразованию

**ОПК-1:** способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

**ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин**

**ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	физические параметры различных типов горных пород, физико-химические явления в горных породах, влияние состава, структуры и текстуры горных пород на их физические свойства, прикладное значение физики горных пород в геологии и разведочной геофизике;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выявлять взаимосвязи физических свойств горных пород, грамотно интерпретировать результаты измерения плотностных, коллекторских, магнитных и других физических свойств горных пород;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками использования физических данных горных пород для интерпретации материалов геофизических исследований скважин, способами, методами и аппаратурой для измерения физических свойств горных пород.

#### 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. Введение. Горные породы и их модели.</b>						
1.1	Введение, предмет и задачи физики горных пород (ФГП), история развития. /Лек/	6	1	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
	<b>Раздел 2. Свойства горных</b>						
2.1	Плотность горных пород /Лек/	6	1	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
2.2	Методы определения плотности минералов и горных пород /Пр/	6	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Практическое задание. 1.Определение плотности горных пород методом гидростатического взвешивания. 2. Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки.
2.3	Коллекторские свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.4Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
2.4	Магнитные свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.

2.5	Методы определения магнитных свойств минералов и горных пород /Пр/	6	4	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Практическое задание. 1. Определение показателя преломления воздуха на интерферометре Майкельсона. 2. Определение магнитной проницаемости ферромагнетиков.
2.6	Электрические свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
2.7	Методы определения электрических свойств минералов и горных пород /Пр/	6	4	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Практическое задание. 1. Определение относительной диэлектрической проницаемости минералов. 2. Исследование температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников.
2.8	Упругие свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
2.9	Методы определения упругих свойств минералов и горных пород /Пр/	6	4	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.4Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Практическое задание. Определение модуля Юнга на интерферометре Майкельсона.
2.10	Тепловые свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.

2.11	Методы определения тепловых свойств минералов и горных пород /Пр/	6	12	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Практическое задание. 1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити. 2. Определение теплопроводности металлов. 3. Определение удельной теплоемкости твердых тел. 4. Измерение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. 5. Определение Ср/Сv для воздуха.
2.12	Ядерно-физические свойства горных пород /Лек/	6	2	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Устный опрос.
2.13	Методы определения ядерно-физических свойств минералов и горных пород /Пр/	6	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОК-3 ПК-1	Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	Практическое задание. 1. Изучение закона радиоактивного распада. 2. Изучение поглощения гамма-излучения в веществе.
2.14	Взаимосвязь физических свойств горных пород /Лек/	6	2	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.3Л3.1	0	Устный опрос.
2.15	/Контр.раб./	6	0	ОК-7 ОК-1 ОПК-3 ПК-1	Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Контрольная работа в виде тестового задания и подборки задач по темам лекционных и практических занятий выполняется обучающимися в конце семестра. Тест содержит 20 вопросов разного уровня сложности. На выполнение контрольной работы отводится не более 45 минут.

2.16	/Ср/	6	60	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	Самостоятельная работа обучающегося включает в себя изучение теоретического материала дисциплины, выполнение домашних заданий, подготовку к контрольной работе и зачету.
2.17	/Зачёт/	6	0	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.3Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	0	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Приведено в Приложении 1.

#### 5.2. Темы письменных работ

Приведено в Приложении 1.

#### 5.3. Фонд оценочных средств

Приведено в Приложении 1.

#### 5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Вопросы устного опроса.
2. Примерные задачи для проведения практических занятий со студентами.
3. Задания для домашней работы.
4. Примерные задания для проведения контрольных работ.
5. Итоговые тесты (зачет).

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

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Чупрунов Е. В.	Кристаллография: лабораторный практикум	М.: Физматлит, 2005	10
Л1.2	Розин К. М.	Практическая кристаллография: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 150700 (651800) - Физическое материаловедение и 150100 (651300) - Металлургия	М.: МИСИС, 2005	5
Л1.3	Хайруллин М. Х., Хисамов Р. С., Шамсиев М. Н., Фархуллин Р. Г.	Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин методами регуляризации	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006, <a href="http://www.iprbookshop.ru/16533">http://www.iprbookshop.ru/16533</a>	1

Л1.4	Беляков А. А.	Минералы и горные породы	Москва: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2004, <a href="http://znanium.com/go.php?id=399748">http://znanium.com/go.php?id=399748</a>	1
------	---------------	--------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Егоров-Тисменко Ю. К.	Кристаллография и кристаллохимия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Геология"	М.: Книжный дом "Университет", 2005	9
Л2.2	Заводовский А. Г., Гуртовская Р. Н., Коновалова Е. В., Манина Е. А.	Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2010	259
Л2.3	Сысоев С. М., Заводовский А. Г., Ельников А. В., Гуртовская Р. Н.	Оптические измерения: учебно-методические пособия	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016	64
Л2.4	Бойко С. В.	Кристаллография и минералогия. Основные понятия	Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015, <a href="http://znanium.com/go.php?id=550292">http://znanium.com/go.php?id=550292</a>	1

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Манина Е. А., Шадрин Г. А.	Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	98
Л3.2	Сысоев С. М., Заводовский А. Г., Демьянцева С. Д., Гуртовская Р. Н.	Лабораторный практикум по оптике	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	215
Л3.3	Сысоев С. М., Манина Е. А., Никонова Н. О.	Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму: методические указания к лабораторным работам по курсу общей физики	Сургут: Издательство СурГУ, 2004	17

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.4	Гуртовская Р. Н., Панина Т. А., Ненахова Н. А., Заводовский А. Г.	Лабораторный практикум по квантовой физике: учебно-методическое пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016, <a href="https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/3481_Гуртовская_Р_Н_Лабораторный_практикум">https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/3481_Гуртовская_Р_Н_Лабораторный_практикум</a>	2

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	журнал «Геология нефти и газа»
Э2	Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное издание ВНИГРИ
Э3	Сайт Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина.
Э4	Сайт фильмов по физике, в том числе раздела «поверхностные явления и свойства»
Э5	Журнал «Нефть и газ»
Э6	Журнал «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений»

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office
6.3.1.2	Операционная система Windows

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
-------------------------------------------------------------------	--

7.1	Аудитории для проведения лекционных и практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для предоставления учебной информации студентам (доска, проектор, ПК, экран).
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Приложение к рабочей программе по дисциплине

### Физика горных пород

Квалификация выпускника	бакалавр
Направление подготовки	03.03.02
	Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра- разработчик	кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	кафедра экспериментальной физики

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине «Физика горных пород».

### ***Вопросы устного опроса***

#### ***Раздел: Введение, предмет и задачи физики горных пород (ФГП), история развития.***

Предмет и структура ФГП. Характеристика физических полей Земли и физических свойств горных пород. История развития. Значение курса ФГП в профессиональной подготовке геофизика. Модели горных пород.

#### ***Раздел: Свойства горных пород***

##### ***Плотность горных пород***

Понятие плотности вещества. Пористость. Периодическое изменение плотности химических элементов. Плотность минералов как показатель вариации их состава и структуры. Классификация минералов по плотности.

##### ***Коллекторские свойства горных пород***

Неоднородность, дисперсная, межфазная поверхность горных пород. Пористость, структура порового пространства. Влажность, влагоемкость, двойной электрический слой. Нефтегазонасыщенность пород. Проницаемость горных пород.

##### ***Магнитные свойства горных пород***

Понятие вектора намагниченности, магнитной проницаемости и магнитной восприимчивости вещества. Магнитные моменты атомов. Диамагнетизм и парамагнетизм. Минералы пара- и диамагнетики. Условия существования спонтанной намагниченности. Ферромагнетизм, природа ферромагнетизма. Температурная зависимость для интенсивности спонтанной намагниченности, точка Кюри ферромагнетика. Спиновая природа взаимодействия атомов. Антиферромагнетики. Доменная структура ферромагнетиков. Кривая намагничения; намагниченность насыщения, коэрцитивная сила и остаточная намагниченность ферромагнетиков. Минералы-ферромагнетики, их свойства. Понятие естественной остаточной намагниченности горных пород. Фактор Кенигсбергера.

##### ***Электрические свойства горных пород***

Понятие удельной электропроводности. Теория электропроводности твердых тел. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Типы носителей тока. Дырочная и электронная электропроводность минералов-полупроводников. Определение типа носителей тока в минералах-полупроводниках. Закономерности изменения термоэдс минералов на рудных месторождениях. Классификация минералов по удельному электрическому сопротивлению. Удельная электропроводность горных пород, влияние минерального состава, структуры, влажности и газонефтенасыщенности. Электропроводность углей различной степени метаморфизма. Изменение электропроводности горных пород под действием температуры и давления.

##### ***Упругие свойства горных пород***

Понятия напряжений и деформаций горных пород. Продольные, поперечные, упругие и пластичные деформации. Упругие характеристики - модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона (модуль поперечного сжатия). Прочностные параметры. Упругие характеристики минералов и горных пород. Зависимость упругих свойств пород от пористости и плотности. Влияние температуры и давления. Скорости распространения упругих волн в горных породах. Продольные и поперечные волны. Волновое сопротивление, коэффициенты отражения и затухания упругих волн. Скорости распространения упругих волн в слоях Земли.

##### ***Тепловые свойства горных пород***

Теплофизические параметры горных пород: теплопроводность, теплоёмкость, коэффициенты теплового расширения и методы их определения.

##### ***Ядерно-физические свойства горных пород***

Естественная радиоактивность горных пород. Основные радиоактивные элементы в земной коре. Использование радиометрии для решения задач геологии и геофизики. Нейтронные свойства горных пород. Теория захвата нейтронов ядрами основных породообразующих минералов горных пород. Энергетическая классификация нейтронов. Использование нейтронов для решения задач промысловой геологии и геофизики.

#### ***Взаимосвязь физических свойств горных пород***

Взаимосвязь между физическими параметрами горных пород. Петрофизические модели и классификации. Петрофизические модели нефтегазовых залежей и структур. Физические свойства флюидов. Петрофизические условия образования и сохранения нефти.

Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине «Физика горных пород».

### ***Решение задач, выполнение практических заданий и защита отчетов***

#### ***Раздел: Свойства горных пород***

По каждому из практических заданий требуется подготовить отчет. Отчет готовится обучающимся индивидуально в часы, отведенные для самостоятельной работы по дисциплине. Данный вид работы является выполнением домашнего задания. Структура отчета приведена в литературе, на основе которой формировался тематический план практических занятий. Оформление отчета включает описание краткой теории по изучаемому физическому свойству и методике его определения, построение необходимых графиков и составление таблиц, анализ полученных данных.

#### ***Методы определения плотности минералов и горных пород***

1. Определение плотности горных пород методом гидростатического взвешивания. Руководство к лабораторным работам по курсу "Петрофизика". Кобранова В. Н., Пацевич С. Л., Дахнов А. В., Извеков Б. И., М.: Недра, 1982.
2. Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки. 4 1. 2. Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике, Заводовский А.Г., Манина Е.А., Коновалова Е.В., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2010.

#### ***Методы определения магнитных свойств минералов и горных пород***

1. Определение показателя преломления воздуха на интерферометре Майкельсона. Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму Сысоев С.М., Манина Е.А., Никонова Н.О. Сургут: Издательство СурГУ, 2004.
2. Определение магнитной проницаемости ферромагнетиков. Лабораторный практикум по оптике, Сысоев С.М., Заводовский А. Г., Демьянцева С.Д., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2007.

#### ***Методы определения электрических свойств минералов и горных пород***

1. Определение относительной диэлектрической проницаемости минералов. Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму Сысоев С.М., Манина Е.А., Никонова Н.О. Сургут: Издательство СурГУ, 2004.
2. Исследование температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников. Лабораторный практикум по квантовой физике Гуртовская Р. Н., Панина Т.А., Ненахова Н.А., Заводовский А.Г. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2016.

#### ***Методы определения упругих свойств минералов и горных пород***

1. Определение модуля Юнга на интерферометре Майкельсона. Лабораторный практикум по оптике, Сысоев С.М., Заводовский А. Г., Демьянцева С.Д., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2007.

#### ***Методы определения тепловых свойств минералов и горных пород***

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
2. Определение теплопроводности металлов.
3. Определение удельной теплоемкости твердых тел.

4. Измерение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.

5. Определение  $C_p/C_v$  для воздуха.

1. Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике, Заводовский А.Г., Манина Е.А., Коновалова Е.В., Гуртовская Р.Н. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2010.

### ***Методы определения ядерно-физических свойств минералов и горных пород***

1. Изучение закона радиоактивного распада.

2. Изучение поглощения гамма-излучения в веществе.

Лабораторный практикум по квантовой физике Гуртовская Р. Н., Панина Т.А., Ненахова Н.А., Заводовский А.Г. Сургут: ИЦ: СурГУ, 2016.

### ***Примерные задания для проведения контрольных работ***

Контрольная работа в виде тестового задания по темам лекционных и практических занятий выполняется обучающимися в конце семестра. Тест содержит 15 вопросов разного уровня сложности. На выполнение контрольной работы отводится не более 30 минут.

В качестве примера ниже представлен один из вариантов теста.

#### **Тест №1**

1. Физико-технические свойства горных пород (исключить лишнее)

- а) плотностные;
- б) механические;
- в) законы Ньютона;
- г) горно-технологические;
- д) гидравлические.

2. Плотностные свойства горных пород (исключить лишнее)

- а) объёмный вес;
- б) удельный вес;
- в) пористость;
- г) сцепление;
- д) коэффициент разрыхления.

3. К плотностным свойствам горных пород относятся:

- а) коэффициент крепости;
- б) водопоглощение;
- в) плотность и истинная плотность;
- г) упругость;
- д) прочность.

4. Единицы измерения плотности (исключить лишнее)

- а)  $\text{кг с/м}^3$ ;
- б)  $\text{кг с/см}^3$ ;
- в)  $\text{кг/см}^2$ ;
- г)  $\text{кН/м}^3$ ;
- д)  $\text{мН/м}^3$ .

5. Коэффициент разрыхления горных пород зависит от:

- а) теплового расширения;
- б) магнетизма;
- в) вязкости;
- г) скорости;
- д) количества свободных поверхностей.

6. Истинная плотность горных пород определяется методом:

- а) динамическим;
- б) статическим;
- в) химическим анализом;
- г) пикнометрическим;
- д) спектральным.

7. Объемный вес горных пород определяется методом:

- а) количественного и качественного анализа;
- б) гидростатического взвешивания;
- в) микроанализом;
- г) ультразвуковым;
- д) пикнометрическим.

8. Единицы измерения объемного веса:

- а) грамм;
- б) МПа;
- в) м/с;
- г)  $\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^3$ ,  $\text{кН}/\text{м}^3$ ;
- д) джоуль.

9. Плотность вещества определяется по формуле:

а)  $\sigma_c = k_b \frac{P}{S}$  ;

б)  $P_k = 3,14 \times \frac{P}{S}$  ;

в)  $E = \frac{2v_s^2 \times \gamma}{q} \times (1 + \nu)$  ;

г)  $\gamma = \frac{m}{V}$  ;

д)  $\nu = 3,14 \times \frac{\ell}{t}$  .

10. Объемный вес для горных пород измеряется в пределах:

- а)  $1 \div 4 \text{ мН}/\text{м}^3$ ;
- б)  $10^3 \div 4 \times 10^3 \text{ кг с}/\text{м}^3$ ;
- в)  $0,015 \div 0,04 \text{ мН}/\text{м}^3$ ;
- г)  $0,1 \div 0,2 \text{ г с}/\text{см}^3$ ;
- д)  $10 \div 20 \text{ кН}/\text{м}^3$ .

11. Коэффициент разрыхления горных пород зависит от:

- а) коэффициента Пуассона;
- б) масштабного коэффициента;
- в) крепости;
- г) упругости;
- д) хрупкости.

12. Объемный вес горных пород колеблется в пределах (указать правильный ответ)

- а)  $1 \div 4 \text{ мН}/\text{м}^3$ ;

- б)  $0,1 \div 0,2$  МПа;
- в)  $10^3 \div 4 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;
- г)  $10 \div 20$  тс/м<sup>3</sup>.

13. Плотность горных пород зависит от (указать правильный ответ)

- а) минерального состава;
- б) угла естественного откоса;
- в) сцепления;
- г) гранулометрического состава;
- д) силы трения.

14. Плотность - это содержание:

- а) массы в единице объема;
- б) металлов в минерале;
- в) воды в природе;
- г) минерала в породе;
- д) пор в породе.

15. Насыпная плотность разрушенных горных пород зависит от:

- а) напряжения;
- б) хрупкости;
- в) гранулометрического состава (крупности);
- г) пластичности;
- д) удельной теплоемкости.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)**

**Проведение промежуточной аттестации происходит в виде зачета, требуется выполнить комплексное тестовое задание.**

Теоретическая часть: тест.

Практическая часть: наличие всех отчетов о выполнении практических заданий по темам аудиторных занятий.

Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»	Вид задания
Выполнение тестового задания	- теоретический

Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет»	Вид задания
Защита отчета и объяснение решения одного из домашних практических заданий	- практический

Задание для показателя оценивания дескриптора «Владеет»	Вид задания
Защита отчета и объяснение решения одного из домашних практических заданий	- практический

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания**

**Этап: Проведение текущего контроля успеваемости**

Схема оценивания правильности выполнения контрольной работы (на контрольной работе предлагается два задания: тест и знание определений).

Тип задания	Проверяемые	Критерии оценки	Оценка
-------------	-------------	-----------------	--------

	компетенции		
Контрольная работа	ОК-6,7 ОПК-1, 3 ПК-1	Критерии оценивания теста: оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если процент правильных ответов теста более 85; оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если процент правильных ответов теста от 70 до 84; оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если процент правильных ответов теста от 55 до 69.	Аттестован
		Критерии оценивания теста: оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если процент правильных ответов теста до 54.	Не аттестован

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине**

Тест содержит 20 заданий, разной степени сложности. В заданиях присутствуют вопросы требующих короткого ответа, необходимость вписать пропущенное слово или словосочетание, есть задания на сопоставление.

Для допуска к зачету необходимо наличие всех отчетов о выполнении практических заданий по темам занятий.

Общая оценка выставляется по следующей схеме оценивания:

Задания на зачете	Проверяемые компетенции	Оценка
Тест	ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1	зачтено (более 55 % правильных ответов)
		не зачтено (менее 54 % правильных ответов)
Защита отчета практического задания	ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1	зачтено (обучающийся уверенно демонстрирует умение выявлять взаимосвязи физических свойств горных пород, грамотно интерпретирует результаты измерения плотностных, коллекторских, магнитных и других физических свойств горных пород; владеет навыками использования физических данных горных пород для интерпретации материалов геофизических исследований скважин, способами, методами и аппаратурой для измерения физических свойств горных пород, формулирует выводы)
		не зачтено (обучающийся слабо демонстрирует умение выявлять взаимосвязи физических свойств горных пород, с ошибками интерпретирует результаты измерения плотностных, коллекторских, магнитных и других

		физических свойств горных пород; слабо владеет навыками использования физических данных горных пород для интерпретации материалов геофизических исследований скважин, способами, методами и аппаратурой для измерения физических свойств горных пород, ошибочно формулирует выводы)
Общая оценка	ОК-6,7 ОПК-1,3 ПК-1	зачтено
		не зачтено