

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
Профессор В.А. Шпенст**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Электропривод и автоматика
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Молдован Д.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Физика горных пород» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электропривод и автоматика».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Д.В. Молдован

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Взрывного дела от 31.01.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. О.И. Казанин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины «Физические свойства горных пород» является получение студентами комплекса представлений о физико-технических свойствах горных пород и породного массива при освоении георесурсов. Приобретение студентами сведений о лабораторных методах определения физико-механических и горно-технологических параметров представительных образцов горных пород и их оценка в массиве горных пород является основной задачей изучения дисциплины.

### Основные задачи дисциплины:

- **формирования** знаний о физических свойствах горных пород необходимых для разработки месторождений

- **изучение** дисциплины достигается посредством решения ряда связанных теоретических и практических части задач, в том числе: ознакомление с физико-механическими и горно-технологическими процессами в горных породах при их разработке, способами оценки параметров указанных процессов, установление границ достоверного их определения

- **усвоение** основных методов определения физических свойств горных пород в условиях лаборатории

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика горных пород» входит в состав базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата) профиль подготовки «Электропривод и автоматика» и изучается в пятом семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физика горных пород» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования,	ОПК-3	ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

###### Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физика горных пород» составляет **2** зачетных единицы, **72** ак. часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные занятия, в том числе</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Расчетно-графическая работа	30	30
Подготовка к практическим занятиям	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	8	8
Тематическая работа в библиотеке	-	-
Вид промежуточной аттестации: зачёт	-	-
<b>ак. час</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

##### 4.2 Содержание дисциплины

Дисциплина содержит 6 разделов, которые обеспечивают следующие виды занятий: лекционный курс, лабораторные занятия в аудитории, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача зачета.

###### 4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
		Аудиторные занятия (всего часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)а
1.	Минералы и горные породы как объекты горного производства	6	2	-	6	6
2.	Жидкость и газ в горных породах	8	4	-	8	7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
		Аудиторные занятия (всего часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)а
3.	Физико-механические свойства горных пород	8	2	-	3	6
4.	Электрические свойства горных пород	7	4	-	-	7
5.	Тепловые свойства горных пород	7	2	-	-	6
6.	Физико-технические и горнотехнологические параметры горных пород	3	3	-	-	6
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>38</b>

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	<b>Минералы и горные породы как объекты горного производства</b>	Массив горных пород – объект и среда ведения горных работ.	2
2.	<b>Жидкость и газ в горных породах</b>	Классификация видов воды в горных породах. Влажность горных пород.	4
3.	<b>Физико-механические свойства горных пород</b>	Напряженное и деформированное состояние горных пород. Упругие свойства горных пород.	2

4.	<b>Электрические свойства горных пород</b>	Поляризация и электропроводность горных пород. Использование электрических свойств горных пород в разведке и разработке полезных ископаемых.	4
5.	<b>Тепловые свойства горных пород</b>	Процесс распространения тепла.	2
6.	<b>Физико-технические и горнотехнологические параметры горных пород</b>	Базовые горнотехнологические параметры.	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3 Практические занятия (не предусмотренное планом)

#### 4.2.4 Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)
1.	1	Определение плотности минерального скелета горной породы	3
2.	1	Определение объемной массы горных пород неправильной формы	3
3.	2	Определение водопроницаемости пород при постоянном градиенте напора (стационарный режим)	4
4.	2	Определение водопроницаемости пород при переменном градиенте напора (не стационарный режим)	4
5.	3	Определение прочностных характеристик образцов произвольной формы встречными сферическими инденторами	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5 Курсовые работы (не предусмотрены планом)

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном

изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости***

#### **6.1.1 Тематика для самостоятельной подготовки**

##### **Раздел 1. Минералы и горные породы как объекты горного производства**

1. Дайте характеристику минералу, горной породе и грунту.
2. Что такое массив горных пород?
3. Что такое кливаж?
4. Охарактеризуйте структуру и текстуру горных пород.

##### **Раздел 2. Жидкость и газ в горных породах**

1. В каком виде вода может находиться в горных породах и какое пространство она занимает?
2. Дайте классификацию видов воды в горных породах.
3. Что подразумевают под влажностью горных пород?

##### **Раздел 3. Физико-механические свойства горных пород**

1. Разложите вектор напряжений  $\sigma$  на нормальную  $\sigma_n$  и тангенциальную  $\tau$  составляющие.
2. Сколько рассматриваю компонентов напряжения и почему?
3. какой вид имеет симметричная часть тензора напряжения?
3. Напишите альтернативное представления тензора напряжения.
4. Какие величины называют коэффициентами Ламе и какие требованиям они отвечают?
5. Что такое ортотропная среда?

##### **Раздел 4. Электрические свойства горных пород**

1. Охарактеризуйте основные электрические свойства горных пород.
2. В чем заключается сущность электрических методов разведки месторождений полезных ископаемых?

Перечислите виды поляризации и поясните их.

3. От чего зависит сопротивление горных пород?
4. Назовите сопротивление горных пород в зависимости от их происхождения.
5. Опишите метод электрического зондирования. Нарисуйте схему установки.
6. Что такое электрическое профилирование?

Какие методы разрушения рудных отдельностей вы знаете?

### **Раздел 5 Тепловые свойства горных пород**

1. Перечислите основные тепловые свойства горных пород.
2. Какой процесс называется теплопередачей?
3. Что такое теплоотдача?

### **Раздел 6. Физико-технические и горнотехнологические параметры горных пород**

1. Как называется характеристика отражающая трудность разрушения горными породами различным способом? Как она определяется?
2. Что такое абразивность?
3. Что такое буримость?

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (Физика горных пород):**

1. Как называются горные породы с преобладающим содержанием полезного одного или нескольких компонентов?
2. По какому фактору относят полезное ископаемое к руде?
3. Для каких горных пород вводится понятие угла естественного откоса?
4. Как называется совокупность параметров, которая характеризует полностью горную породу?
5. От каких параметров среды зависит экспериментальная прочность?
6. Как называется вода образующаяся из молекул воды, входящих в кристаллическую решётку минералов – кристаллогидратов анионного типа или кристаллогидратов катионного типа?
7. Где образуется плёночная вода?
8. Каким выражением описывается закон Дарси?
9. Что такое напряжение?
10. Определение тензора деформаций
11. Что такое главные напряжения?
12. От чего зависит коэффициент интенсивности напряжений?
13. Что отражает распределение Больцмана?
14. Как зависит тангенс угла диэлектрических потерь горной породы от ее пористости?
15. Формулировка закона Гука для одноосного напряженного состояния
16. Чем характеризуется увеличение горного давления по сравнению с давлением в нетронутом массиве?
17. Что такое модуль Юнга?
18. Что такое предел упругости?
19. Как называется явление медленного падения величины внутреннего напряжения пород при неизменном внешнем давлении за счёт непрерывной пластической деформации пород?



20. Что такое идеальная прочность?
21. Какую энергию нужно затратить на разрыв межмолекулярных связей в твердом теле?
22. Как определяется концентрация микротрещин?
23. От каких параметров зависит раскрытие трещины?
24. Как влияет на прочность среды размер естественной трещины?
25. Какие породы обладают наибольшей пористостью?
26. Какие горные породы могут иметь наибольшую объемную массу?
27. Что называется объёмной массой?
28. Как характеризуется паспорт прочности для рыхлых грунтов?
29. Как называется максимальная массовая доля воды, поглощенная из воздуха?
30. Какими видами представлена жидкость в горных породах?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачёту

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Что называется взаимным расположением частиц в породе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Текстура породы</li> <li>2. Структура</li> <li>3. Трещиноватость</li> <li>4. Блочность</li> </ol>
2	Какой внешний фактор увеличивает пластичность, вязкость, уменьшает модуль упругости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура</li> <li>2. Давление</li> <li>3. Водонасыщенность</li> <li>4. наличие излучений</li> </ol>
3	Как определяется максимальное касательное напряжение?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}</math></li> <li>2. <math>\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}</math></li> <li>3. <math>\tau_{\max} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2}</math></li> <li>4. <math>\tau_{\max} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}</math></li> </ol>
4	Как изменяется энергия упругого взаимодействия между частицами при образовании поверхностного слоя трещины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменяется на величину электронного взаимодействия</li> <li>2. Изменяется на величину поверхностной энергии</li> <li>3. Изменяется на величину, равную работе по изменению удельного объема поверхностного слоя трещины</li> <li>4. Изменяется на величину, равную энергии упругой деформации</li> </ol>
5	На что расходуется энергия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На поверхностную энергию и</li> </ol>

	деформации при образовании трещин?	<p>остаточную деформацию</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. На поверхностную энергию и энергию аморфизации</li> <li>3. На энергию разрыва межмолекулярных связей</li> <li>4. На энергию электронного возбуждения и разрыва межмолекулярных связей</li> </ol>
<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>6</b>	От каких параметров среды зависит отношение экспериментальной прочности к теоретической?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуля Юнга, поверхностной энергии, постоянной кристаллической решетки</li> <li>2. Модуля Юнга, поверхностной энергии, постоянной кристаллической решетки и размера эффективной трещины</li> <li>3. Модуля Юнга, поверхностной энергии, постоянной кристаллической решетки и коэффициента Пуассона</li> <li>4. Размеров дефектов и постоянной кристаллической решетки</li> </ol>
<b>7</b>	Что называется массой единицы объема твердой фазы горной породы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотность</li> <li>2. Относительная пористость</li> <li>3. Коэффициент разрыхления</li> <li>4. Объёмный вес</li> </ol>
<b>8</b>	Для хрупкой горной породы зависимость напряжение – относительная деформация ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Практически линейна вплоть до разрушения.</li> <li>2. Характеризуется наличием сверхлинейного участка.</li> <li>3. Носит резко выраженный сублинейный характер.</li> <li>4. Имеет выраженные минимумы.</li> </ol>
<b>9</b>	Как качественно связана работа разрушения с пластическими свойствами горной породы? При одном и том же пределе прочности на сжатие для пластичной и хрупкой горных пород одного и того же объема работа разрушения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хрупкой породы может быть в несколько раз меньше работы разрушения пластичной породы.</li> <li>2. Хрупкой породы может быть в несколько раз больше работы разрушения пластичной породы.</li> <li>3. Одинакова для обеих пород.</li> <li>4. Хрупкой породы может быть на несколько порядков больше работы разрушения пластичной породы.</li> </ol>
<b>10</b>	Эффективная пористость горной породы – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Совокупность всех пустот, заключенных между минеральными частицами.</li> <li>2. Совокупность всех пустот, которые ни при каких обстоятельствах не могут</li> </ol>

		<p>быть заполнены флюидами извне.</p> <p><b>3</b> Величина, которая может быть определена экспериментально путем заполнения пустот жидкостью.</p> <p><b>4.</b> Величина, являющаяся теоретической оценкой общей пористости.</p>
<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>11</b>	На сколько категорий подразделяются по водопроницаемости грунты?	<p><b>1.</b> 1</p> <p><b>2.</b> 3</p> <p><b>3.</b> 5</p> <p><b>4.</b> 7</p>
<b>12</b>	Чем характеризуется увеличение горного давления по сравнению с давлением в нетронутом массиве?	<p><b>1.</b> Коэффициентом дробления</p> <p><b>2.</b> коэффициентом растяжения</p> <p><b>3.</b> коэффициентом концентрации напряжения</p> <p><b>4.</b> коэффициентом трещиноватости</p>
<b>13</b>	Что такое продольная деформация?	<p><b>1.</b> Изменение длины в направлении действия силы</p> <p><b>2.</b> Отношение изменения длины к первоначальной длине в направлении действия силы</p> <p><b>3.</b> Изменение объема</p> <p><b>4.</b> Изменение размеров и формы тела в направлении действия силы</p>
<b>14</b>	Как влияют на прочность породы боковые напряжения?	<p><b>1.</b> Прочности на сжатие и сдвиг увеличиваются с увеличением бокового давления</p> <p><b>2.</b> Прочность не изменяется</p> <p>Уменьшается прочность на сдвиг с увеличением бокового давления</p> <p><b>4.</b> Увеличивается прочность на сдвиг и уменьшается прочность на сжатие с увеличением бокового давления</p>
<b>15</b>	Каким является материал, если при его использовании пренебрегается дискретностью строением реальных тел?	<p><b>1.</b> Сплошным</p> <p><b>2.</b> Несплошным</p> <p><b>3.</b> Однородным</p> <p><b>4.</b> Нарушенным</p>
<b>16</b>	Разрушение какой среды характеризует критерий Мизеса?	<p><b>1.</b> идеально-упругой</p> <p><b>2.</b> упруго-пластической</p> <p><b>3.</b> пластической</p> <p><b>4.</b> хрупкой</p>

<b>17</b>	Как называются породы образовавшиеся в следствии вытекания и застывания магмы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Намывные</li> <li>2. Осадочные</li> <li>3. Метаморфические</li> <li>4. Магматические</li> </ol>
<b>18</b>	Какое строение горных пород характеризуется равномерным и однородным распределением всех минеральных частиц?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистическое</li> <li>2. трещиноватые</li> <li>3. Крупноблочные</li> <li>4. монолитные</li> </ol>
<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>19</b>	Что такое дилатансия?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деформация изменения объема</li> <li>2. Деформация изменения формы</li> <li>3. Дополнительная деформация за счет трещинообразования</li> <li>4. Дополнительная пластическая деформация</li> </ol>
<b>20</b>	Как качественно связана работа разрушения с пластическими свойствами горной породы? При одном и том же пределе прочности на сжатие для пластичной и хрупкой горных пород одного и того же объема работа разрушения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хрупкой породы может быть в несколько раз меньше работы разрушения пластичной породы.</li> <li>2. Хрупкой породы может быть в несколько раз больше работы разрушения пластичной породы.</li> <li>3. Одинакова для обеих пород.</li> <li>4. Хрупкой породы может быть на несколько порядков больше работы разрушения пластичной породы.</li> </ol>

### **Вариант 2**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>1</b>	Как называются горные породы образовавшиеся в виде из воды или воздуха продуктов разрушения магматических породили органических соединений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магматические</li> <li>2. Осадочные</li> <li>3. Метаморфические</li> <li>4. Самородные</li> </ol>
<b>2</b>	Какие дефекты в твердом теле возникают при деформации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только точечные</li> <li>2. Только плоские</li> <li>3. Только одномерные</li> <li>4. пп. 1,2,3</li> </ol>
<b>3</b>	Что такое деформация?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменение формы тела</li> <li>2. Изменение размеров тела</li> <li>3. Изменение объема тела</li> <li>4. Относительное изменение размеров и формы тела</li> </ol>
<b>4</b>	Где сосредоточены основные напряжения трещин?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По всей длине трещин</li> <li>2. В вершинах трещин</li> <li>3. В пустотах трещи</li> </ol>

		<b>4. Вблизи трещи</b>
<b>5</b>	Горная порода, находясь под действием гидростатического давления 10 МПа, разрушилась при приложении дополнительной одноосной нагрузки 60 МПа. При этом максимальное сдвиговое напряжение в плоскости разрушения составило ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20 МПа.</li> <li>2. 40 МПа.</li> <li>3. 25 МПа.</li> <li>4. 45 МПа.</li> </ol>
<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>6</b>	Что понимается под способностью горной породы содержать, при стандартных условиях, массовую долю физически связанной или свободной воды?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Водонасыщенность</li> <li>2. Влажность</li> <li>3. Пористость</li> <li>4. Водопроницаемость</li> </ol>
<b>7</b>	Как можно оценить высоту капиллярного подъёма воды для абсолютно смачиваемых частиц? $d$ – диаметр капилляра	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>H = 10/d</math></li> <li>2. <math>H = 20/d</math></li> <li>3. <math>H = 30/d</math></li> <li>4. <math>H = 40/d</math></li> </ol>
<b>8</b>	Назовите компоненты тензора напряжений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормальные и продольные</li> <li>2. Нормальные и касательные</li> <li>3. Нормальные, касательные и сдвиговые</li> <li>4. Продольные и поперечные</li> </ol>
<b>9</b>	Что понимается под относительным изменением взаимного положения точек?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Деформация</li> <li>2. Релаксация</li> <li>3. Разрушение</li> <li>4. Трещинообразование</li> </ol>
<b>10</b>	Какие деформации происходят при действии одноосной нагрузки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поперечные</li> <li>2. Продольные и поперечные</li> <li>3. Продольные и сдвига</li> <li>4. Продольные и касательные</li> </ol>
<b>11</b>	Какие трещины образуются при действии касательных напряжений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отрыва и сдвига</li> <li>2. Сдвига и скольжения</li> <li>3. Сдвига</li> <li>4. Сдвига и скола</li> </ol>
<b>12</b>	Горная порода – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жидкие, газообразные, твердые полезные ископаемые.</li> <li>2. Всего лишь минерал, добываемый горным предприятием.</li> <li>3. Устойчивая по составу и строению ассоциация одного или нескольких минералов или минеральных агрегатов.</li> </ol>

		4. Химическое соединение ряда элементов, образующееся на поверхности Земли.
13	Какие межмолекулярные силы действуют в кристаллах?	1. Притяжения 2. Отталкивания 3. Притяжения и отталкивания 4. Упругости

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Что такое наведенная при взрыве трещиноватость	1. Наведенная в естественных условиях 2. Естественная и образующаяся при действии нагрузки 3. Образующаяся при действии нагрузки, кроме естественной 4. Образующаяся после снятия нагрузки
15	Какой величиной учитывается плотность горных пород и пористости?	1. Масса 2. Крепость 3. Объёмный вес 4. Коэффициент разрыхления
16	Отметьте правильное утверждение относительно порядка уменьшения прочности цементов. Порядок уменьшения прочности цементов следующий:	1. Битуминозный, кремнистый, карбонатный. 2. Глинистый, железистый, сульфатный. 3. Глинистый, битуминозный, железистый. 5. Кремнистый, железистый, битуминозный.
17	Как называется максимальная массовая доля воды, поглощенная из воздуха?	1. Гигроскопичная влага 2. Общая влага 3. Химически связанная влага 4. Избыточная влага
18	Что понимается под определением внутренней силы действующей на единицу площади, имеющей определённую пространственную ориентацию?	1. Давление 2. Напряжение 3. Разрушение 4. Изгиб
19	Как влияют на кривую деформируемости среды боковые напряжения?	1. Изменяется коэффициент Пуассона 2. Изменяется модуль Юнга и предел прочности 3. Изменяется постоянная кристаллической решетки 4. Изменяется коэффициент Пуассона и предел прочности

<b>20</b>	Что определяет одноосное нагружение (сжатие, растяжение) тонкого стержня?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль Юнга</li> <li>2. Модуль Юнга</li> <li>3. Коэффициент Пуассона</li> <li>4. Модуль сжатия</li> </ol>
-----------	---	---

**Вариант 3**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
<b>1</b>	При увеличении какого фактора строения горных пород уменьшается прочность, модуль упругости, теплопроводность, диэлектрическая и магнитная проницаемость?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слоистость</li> <li>2. Пористость</li> <li>3. Трещиноватость</li> <li>4. Уменьшение крупности кристаллов</li> </ol>
<b>2</b>	В какие породы включения в минерал имеют изометрическую форму и равномерно хаотически ориентированы в общей однородной минеральной фазе – матрицы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моноагрегатные</li> <li>2. Анизотропные</li> <li>3. Изотропные</li> <li>4. Гомогенные</li> </ol>
<b>3</b>	Чем определяется способность горного массива сохранять равновесие при их обнажении?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устойчивость массива</li> <li>2. Наличие водопритока</li> <li>3. Углом откоса</li> <li>4. Линией наименьшего сопротивления</li> </ol>
<b>4</b>	Какой величиной учитывается плотность горных пород и пористости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масса</li> <li>2. Крепость</li> <li>3. Объёмный вес</li> <li>4. Коэффициент разрыхления</li> </ol>
<b>5</b>	На какую высоту за счёт поверхностного натяжения может подниматься капиллярная вода в горных породах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выше уровня грунтовых вод</li> <li>2. Ниже уровня моря</li> <li>3. Ниже уровня грунтовых вод</li> <li>4. Не поднимается вообще</li> </ol>
<b>6</b>	Что понимается под внутренней силой действующей на единицу площади со стороны выделенного объёма?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа</li> <li>2. Давление</li> <li>3. Сдвиг</li> <li>4. Разрушение</li> </ol>
<b>7</b>	Что такое деформация?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменение формы тела</li> <li>2. Изменение размеров тела</li> <li>3. Изменение объёма тела</li> <li>4. Относительное изменение размеров и формы тела</li> </ol>
<b>8</b>	Паспорт прочности, являясь предельной характеристикой горной породы, объясняется в теории ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кулона, в которой постулируется, что разрушение происходит, когда максимальное касательное напряжение достигнет предела прочности при сдвиге.</li> <li>2. Кулона – Навье, дополненной положением о влиянии на прочность</li> </ol>

		<p>материала нормального напряжения.</p> <p><b>3.</b> Мора, в которой постулируется, что разрушение материала определяется касательным напряжением, зависящим от нормального напряжения, или когда наибольшее растягивающее напряжение достигнет предела прочности на растяжение.</p> <p><b>4.</b> Мора по п. 3 и дополненного положением, что промежуточное главное напряжение не влияет на разрушение.</p>
<b>9</b>	Что такое концентрационный критерий слияния микротрещин?	<p><b>1.</b> Концентрация микротрещин, при которой происходит их слияние</p> <p><b>2.</b> Концентрация микротрещин, при которой происходит увеличение их размеров</p> <p><b>3.</b> Концентрация напряжений между трещинами</p> <p><b>4.</b> Кратность увеличения размеров микротрещин при их попарном слиянии</p>
<b>10</b>	Как называется степень увеличения объёма породы после её извлечения из массива и разрушения?	<p><b>1.</b> Коэффициент разрыхления</p> <p><b>2.</b> рыхление</p> <p><b>3.</b> Объёмный вес</p> <p><b>4.</b> Насыпная плотность</p>
<b>11</b>	Как называется явление медленного роста пластической деформации пород при внешнем неразгружающей нагрузке?	<p><b>1.</b> Разрушение</p> <p><b>2.</b> Трещинообразование</p> <p><b>3.</b> Ползучесть</p> <p><b>4.</b> Горный удар</p>
<b>12</b>	Как называется степень сопротивляемости пород разрушению взрывом?	<p><b>1.</b> Вязкость</p> <p><b>2.</b> Твёрдость</p> <p><b>3.</b> Взрываемость</p> <p><b>4.</b> Хрупкость</p>
<b>13</b>	Как влияет кварц на прочность горных пород?	<p><b>1.</b> Понижает прочность</p> <p><b>2.</b> Повышает прочность</p> <p><b>3.</b> Прочность не меняется</p> <p><b>4.</b> Прочность снижается пропорционально процентному содержанию кварца</p>
<b>14</b>	Какие типы трещин возникают при действии одноосных сжимающих напряжений?	<p><b>1.</b> Сжатия</p> <p><b>2.</b> Растяжения</p> <p><b>3.</b> Сдвига или скола</p> <p><b>4.</b> Растяжения и сдвига</p>
<b>15</b>	Пусть $\rho_0$ – плотность минеральной фазы горной породы, $\rho$ - объёмная масса, $\rho_n$ – насыпная масса. Тогда справедливо.	<p><b>1.</b> <math>\rho_0 &gt; \rho &gt; \rho_n</math>.</p> <p><b>2.</b> <math>\rho_n &gt; \rho &gt; \rho_0</math>.</p> <p><b>3.</b> <math>\rho &lt; \rho_0 &lt; \rho_n</math>.</p> <p><b>4.</b> <math>\rho &lt; \rho_n &lt; \rho_0</math>.</p>



16	Укажите горнотехнологический параметр, оценивающий воздействие породы на инструмент ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Флотирруемость.</li> <li>2. Бурируемость.</li> <li>3. Твердость.</li> <li>4. Абразивность.</li> </ol>
17	В каких состояниях в массиве могут находиться жидкость и газ в горных породах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В динамическом</li> <li>2. В динамическом и статическом</li> <li>3. Статическом</li> <li>4. только в жидком состоянии</li> </ol>
18	Пусть $\sigma_{сж}$ – предел прочности горной породы на сжатие, $\sigma_{сд}$ – на сдвиг, $\sigma_p$ – на растяжение. Тогда справедливо следующее соотношение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sigma_p &gt; \sigma_{сж} &gt; \sigma_{сд}</math>.</li> <li>2. <math>\sigma_{сд} &gt; \sigma_{сж} &gt; \sigma_p</math>.</li> <li>3. <math>\sigma_p &gt; \sigma_{сд} &gt; \sigma_{сж}</math>.</li> <li>4. <math>\sigma_{сж} &gt; \sigma_{сд} &gt; \sigma_p</math>.</li> </ol>
19	Коэффициент крепости по Протоdjяконову $f$ определяется через пределы прочности (в МПа): на сжатие $\sigma_{сж}$ , на растяжение $\sigma_p$ , на сдвиг $\sigma_{сд}$ по формуле	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{\sigma_p}{10}</math>.</li> <li>2. <math>\frac{\sigma_{сд}}{100}</math>.</li> <li>3. <math>\frac{\sigma_{сж}}{100}</math>.</li> <li>4. <math>\frac{\sigma_{сж}}{10}</math>.</li> </ol>
20	Как называется модуль связывающий сдвиговую деформацию с касательным напряжением?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль одноосного сжатия</li> <li>2. Модуль сдвига</li> <li>3. модуль всестороннего сжатия</li> <li>4. Модуль Юнга</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачёта)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачёта:*

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1. Основная литература**

1. Молдован Д.В. Физика горных пород: Учебн. пособие / Д.В. Молдован, В.И. Чернобай СПб.: Свое издательство, 2018 – 128с.
2. Розбах А.В. Физика горных пород (физико–механические свойства): Учеб. пособие / А.В. Розбах, А.Н. Холодилов, Г.И. Коршунов. СПб: Изд–во МАНЭБ, 2009. – 272 с.
3. Баклашов И.В. Геомеханика: Учебник в 2-х томах.Т.1. Основы геомеханики [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2004. — 208 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/3286>
4. Баклашов,И.В. Геомеханика: Учебник в 2-х томах.Т.2. Геомеханические процессы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2004. — 249 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/3287>
5. Ставрогин А. Н.. Экспериментальная физика и механика горных пород. - СПб. : Наука, 2001. - 343 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Макарьев В. П. Статистические методы исследования прочностных свойств горных пород : Учеб. пособие / Науч. ред. Р.Э.Рикенглаз; Ленингр. горн. ин-т. - Л. : ЛПИ, 1980. - 44 с..
2. Новик Г.Я. Управление свойствами пород в процессах горного производства / Г.Я. Новик, М.Г. Зильбершмидт. М.: Недра, 1994. – 224 с.

### **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

- Информационный отраслевой портал «Российский уголь»: [www.rosugol](http://www.rosugol)
- Электронная версия научно-технического журнала «Горный информационно-аналитический бюллетень»: [www.GIAB-online.ru](http://www.GIAB-online.ru)
- Международный информационный портал горнодобывающей промышленности: [www.infomine.com](http://www.infomine.com)
- Информационный портал горнодобывающей промышленности РФ: [www.russia.infomine.com](http://www.russia.infomine.com)
- Специализированный научно-информационный портал «Горное дело»: [www.gornoe-delo.ru](http://www.gornoe-delo.ru)
- Глобальная он-лайн библиотека по горному делу и минеральным ресурсам: [www.OneMine.org](http://www.OneMine.org)
- Информационный портал общества горных инженеров США [www.smenet.org](http://www.smenet.org)

### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине <http://ior.spmi.ru/>
2. Методические указания для подготовки к лабораторным. <http://ior.spmi.ru/>
3. Гончаров С.А. Физика горных пород. Физические явления и эффекты в практике горного производства [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Гончаров С.А., Пашенков П.Н., Плотникова А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.:

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физике горных пород».

Мебель лабораторная:

посадочных мест - 24, рабочих мест для выполнения лабораторных работ – 15, стол преподавателя – 1 шт, стол угловой – 1 шт, количество стульев – 56шт..

Оборудование и приборы:

меловая доска – 1 шт., станок сверлильный «Farm» – 1 шт., весы YF-1260G – 1 шт., прибор ИСМ-190 «Викинг» – 1 шт., муфельная печь «Тулячка» – 1 шт., трубка «СПЕЦГЕО» - 1 шт.; прибор фильтрационный – 1 шт.; трамбовка – 1 шт; штатив металлический – 1 шт.; установка для испытания горных пород на растяжение при изгибе – 1 шт.; ультразвуковой дефектоскоп ГСП УК - 10 ПМС; лабораторная посуда

Компьютерная техника:

системный блок IBM - 1 шт., монитор ЖК ASER - 1 шт., мультимедиа «ELMA» - 1 шт.; проекционное оборудование KRAMER – 1 шт.;

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по физике горных пород.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с

доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ –

1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Пакеты прикладных программ (Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования»))