

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
С.Е. Гавришев  
« 31 » января 2017 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Физика горных пород

Специальность  
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы  
Открытые горные работы

Уровень высшего образования – специалитет

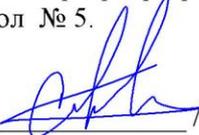
Форма обучения  
Заочная

Институт Горного дела и транспорта  
Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых  
Курс II

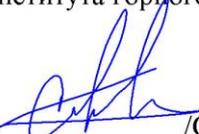
Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель  / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа составлена: доцент кафедры РМПИ, к.т.н., доцент

 / Н.В. Угольников /

Рецензент:

заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект»

 / Ар.А. Зубков /



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика горных пород» являются: усвоение студентами базовых физико-технологических параметров горных пород и процессов, а также методов и способов их определения.; развитие у студентов личностных качеств, формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Физика горных пород» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Математика», «Геология».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при освоение дисциплин: «Геомеханика», «Технология и безопасность взрывных работ», «Управление состоянием массива», «Процессы открытых горных работ».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физика горных пород» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
<b>ПК-16 готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты</b>	
Знать	- Основные определения и понятия свойств горных пород - Основные методы экспериментальных и лабораторных исследований свойств горных пород - Закономерности изменения свойств горных пород в процессе разработки месторождений
Уметь:	- Оценивать полученные экспериментальные данные - Применять лабораторные методы исследований горных пород для решения типовых задач горного производства - Применять методы анализа и обработки данных экспериментальных и лабораторных исследования в профессиональной деятельности
Владеть:	- Терминологией в рамках физики горных пород - Навыками обработки полученных данных, составлять и защищать отчеты - Современными комплексами оборудования для сбора и обработки данных о состоянии и составе породных массивов

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 23,5 академических часов:
  - аудиторная – 20 академических часов;
  - внеаудиторная – 3,5 академических часов
- самостоятельная работа – 111,8 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. Занятия				
<b>1. Общие сведения о физика горных пород</b>	<b>2</b>							
1.1. История развития физики горных пород.	2	0,25			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зув
1.2. Минерально-петрографические основы физики горных пород	2	0,25			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>			<b>20</b>	<b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b>	<b>Контрольная работа</b>	
<b>2. Физико-технологические параметры горных пород</b>	<b>2</b>							
2.1. Механические свойства и процессы в горных породах	2	1	4/2И		10	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторной работы	ОПК-4 зув ПК-16 зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. Занятия				
2.2. Акустические свойства и процессы в горных породах	2	1		2	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
2.3. Тепловые свойства и процессы в горных породах	2	1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
2.4. Электрические свойства и процессы в горных породах	2	1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
2.5. Магнитные свойства и процессы в горных породах	2	1		2/2И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
2.6. Радиационные свойства горных пород	2	1			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4/2И</b>	<b>4/2И</b>	<b>60</b>	<b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b>	<b>Контрольная работа</b>	
<b>3. Физические процессы горного производства</b>	<b>2</b>							

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. Занятия				
3.1. Горно-технологические характеристики горных пород	2	0,5	2		10	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Устный опрос	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
3.2. Процессы получения информации о свойствах, составе и состоянии массивов горных пород	2	0,5			10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
3.3. Физико-механические свойства массива и разрыхленных горных пород	2	0,5		2	11,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Тестирование	ОПК-4 зуб ПК-16 зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>31,8</b>	<b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b>	<b>Контрольная работа</b>	
<b>Итого по курсу</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6/2И</b>	<b>6/2И</b>		<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6/2И</b>	<b>6/2И</b>	<b>111,8</b>			

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Физика горных пород» используются традиционная технология и технология проблемного обучения.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Физика горных пород» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий и докладов для практических занятий при подготовке к итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### **Перечень лабораторных и практических работ**

1. Определение объемной массы горных пород на образцах правильной формы
2. Определение объемной массы горных пород гидростатическим взвешиванием
3. Определение удельной массы горных пород пикнометром
4. Определение удельной массы горных пород по объему вытесненной жидкости
5. Определение пористости и коэффициента пористости горных пород
6. Определение предела прочности горных пород при сжатии экспресс методом
7. Определение предела прочности горных пород при сжатии на образцах правильной формы
8. Определение предела прочности горных пород при растяжении
9. Построение паспорта прочности горных пород
10. Определение крепости горных пород

### **Вопросы на экзамен:**

1. Базовые физико-технические параметры пород.
2. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.
3. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность.
4. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.
5. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.
6. Влияние увлажнения на горные породы.
7. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.
8. Вязкость, дробимость и абразивность пород.
9. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.
10. Жидкости и газы в породах.
11. Изотропность и анизотропность горных пород.
12. Классификация горно-технологических свойств пород.
13. Классификация пород по физическим свойствам.
14. Классификация рыхлых пород.
15. Крепость горных пород.

16. Магнитные свойства образцов горных пород.
17. Механические модели деформирования тел.
18. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.
19. Минералы и горные породы их строение и состав.
20. Напряжения и деформации в породах.
21. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.
22. Определение и контроль состава полезных ископаемых.
23. Перемещение жидкостей и газов в породах.
24. Пластические и реологические свойства пород.
25. Плотностные свойства пород.
26. Поляризация горных пород
27. Прочность образцов горных пород.
28. Радиационные свойства образцов горных пород.
29. Распространение и накопление тепла в породах.
30. Свойства пород как источники информации.
31. Строение, состав и состояние породных массивов.
32. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород
33. Твердость горных пород и минералов.
34. Твердость горных пород.
35. Тепловое расширение.
36. Тепловой режим шахт и рудников.
37. Теплоемкость пород.
38. Теплопроводность и температуропроводность пород
39. Термические напряжения в горных породах.
40. Трещиноватость горных пород
41. Упругие колебания в массивах горных пород.
42. Упругие свойства пород.
43. Физико-технические параметры горных пород в массиве.
44. Физико-технические параметры разрыхленных пород.
45. Физические процессы в горных породах
46. Хрупкость и пластичность пород.
47. Электропроводность горных пород.

## **Контрольная работа**

### **В а р и а н т 1**

1. Назовите основные типы пород и руд, разрабатываемых вашим горным предприятием.
2. Используя литературу, определите скорость распространения продольных и поперечных упругих волн в горных породах для месторождения вашего предприятия.
3. Имеют ли значение электрические и магнитные свойства горных пород в технологических процессах, производимых на вашем предприятии? Если нет, то ваше мнение о возможности их использования в процессах горного производства.
4. Опишите гидравлические и газодинамические свойства горных пород. Поясните, как и где они учитываются на конкретном примере вашего предприятия.
5. Традиционные и нетрадиционные способы воздействия на горные породы с целью их разрушения и возможность их применения на вашем предприятии.

### **В а р и а н т 2**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным предприятием. Какие из указанных вами пород осадочные, метаморфические, магматические? Какие скальные, связные, рыхлые?

2. Какие электрические свойства горных пород, слагающих месторождение вашего предприятия, вам известны? Если нет, то по литературным источникам примерно укажите возможный порядок этих свойств. Дайте классификацию горных пород по величине электрической проводимости и объясните разную электрическую проводимость горных пород с позиции квантовой теории.

3. Укажите значение реологических свойств горных пород для решения задач горного производства. Покажите на конкретных примерах вашего предприятия.

4. Какова связь между скоростью упругих волн в горных породах и модулем Юнга?

5. Опишите сущность электромагнитного способа разделки негабарита и возможность его применения на вашем предприятии.

### **В а р и а н т 3**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим горным предприятием. Дайте характеристику вашего месторождения согласно его генезису.

2. Укажите известные вам показатели пределов прочности на сжатие, растяжение, сдвиг, изгиб для пород, слагающих месторождение вашего предприятия. Если нет, то, пользуясь литературными источниками, примерно определите их.

3. Опишите основные параметры качества ископаемых углей. Использование акустических свойств для проведения оперативного контроля зольности каменных углей.

4. Известны ли тепловые свойства пород на вашем предприятии? Если нет, то отыщите их примерные значения в литературных источниках. Какое влияние на тепловые свойства горных пород оказывают пористость и влажность? Покажите на конкретных примерах.

5. К какому классу по буримости относятся породы вашего предприятия, опишите методы ее определения?

### **В а р и а н т 4**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным предприятием. Укажите средний минеральный состав этих пород, руд и их строение.

2. Объясните, как изменяется скорость продольных и поперечных волн, модуль Юнга и коэффициент Пуассона при нагреве пород до температуры выше  $300^{\circ}\text{C}$ ?

3. Какие методы и приборы волн известны для определения крепости и абразивности горных пород в лабораторных и производственных условиях? Приведите абсолютные значения коэффициентов крепости и абразивности основных типов пород и руд месторождения вашего предприятия.

4. Объясните, как влияет плотность пород на модуль Юнга, Стокса, всестороннего сжатия, одностороннего сжатия, как изменяется коэффициент Пуассона с увеличением температуры? Приведите примеры.

5. К какому классу по взрываемости относятся породы вашего предприятия, опишите методы ее определения?

### **В а р и а н т 5**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным предприятием. Какие физические свойства этих пород и руд вам известны?

2. Как осуществляется передача тепла в однородных твердых средах согласно современной теории теплопроводности? Дать определение температуропроводности.

3. Специальные горно-технологические показатели пород (твердость, хрупкость, дробимость, взрываемость) и их роль в процессах горного производства. Поясните на примере вашего предприятия.

4. Укажите деформационные характеристики пород и руд, разрабатываемых вашим горным предприятием.

5. Опишите свойства, определяющие устойчивость бортов карьеров и отвалов для пород различных типов.

### **В а р и а н т 6**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите трещиноватость горных пород вашего месторождения и методы ее определения.

2. Какие физико-технические характеристики горных пород, слагающих месторождение вашего предприятия, вам известны? Если нет, то, пользуясь литературными источниками, попытайтесь их определить.

3. Объясните, что влияет на скорость распространения упругих волн в твердых средах? Что влияет на изменение коэффициентов затухания, поглощения, геометрического расхождения? Дайте понятие акустической жесткости горных пород.

4. Что такое прочность горных пород, ее физическая природа? Какое влияние на прочность горных пород вашего горного предприятия оказывает минеральный состав, пористость, влажность, температурный фактор? Приведите конкретные примеры.

5. Выемка, механическое отделение пород от массива, экскавируемость.

### **В а р и а н т 7**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Дайте классификацию минералов вашего месторождения по химическому составу. Что такое акцессорные минералы? Их значение в народном хозяйстве.

2. Как влияет содержание железа в руде и температурный фактор на магнитные свойства горных пород? Объясните, обязательно ли ферромагнитные породы должны хорошо проводить электрический ток?

3. Опишите наиболее известные методы и технические средства определения горно-технологических характеристик горных пород в лабораторных условиях.

4. Какое влияние оказывают характеристики разрыхленных горных пород на отвалообразование, складирование полезного ископаемого и транспортирование? Приведите примеры из работы вашего предприятия.

5. Дробление и измельчение полезного ископаемого в дробилках и мельницах, затраты энергии на данные процессы.

### **В а р и а н т 8**

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Какие классификации горных пород применяются на вашем предприятии?

2. Какие лабораторные и натурные методы применяются у вас на предприятии для определения физико-технических параметров пород?

3. Как влияют на прочностные свойства горных пород скорость приложения нагрузки и напряженное состояние пород? Приведите примеры.

4. Где и на каких процессах вашего предприятия вы предложили бы использовать тепловое воздействие на породу? Что для этого нужно? Будет ли рентабельно?

5. Перемещение горных пород, показатель трудности и транспортирования, взрывная доставка руды.

## В а р и а н т 9

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Как и в какой мере физико-технические свойства этих руд и пород используются у вас на практике? Приведите конкретные примеры.

2. Каким образом на практике можно использовать отличие в скоростях упругих волн в различных горных породах?

3. Понятие об электрической поляризации. При какой температуре сегнетоэлектрики теряют свою поляризацию? Приведите примеры.

4. Какое влияние оказывают механические свойства горных пород на проектирование горно-технологических процессов, на конструирование и использование горных машин и механизмов в производстве?

5. Термический способ бурения и разрушения негабарита и возможность их применения на вашем предприятии.

## В а р и а н т 10

1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Выделите и дайте характеристику основным пороодообразующим минералам вашего месторождения.

2. Чем обусловлены отличия в физико-технических свойствах и поведении пород в образцах и массиве, а также массива горных пород и разрыхленной горной массы?

3. Как на практике используются различия в объемных и удельных весах горной породы и минералов, а также значительная разница в плотности полезного ископаемого и пустой породы?

4. Как подразделяются по частоте упругие колебания, распространяющиеся в твердых средах? Какие методы в настоящее время применяются для определения акустических параметров упругих колебаний?

5. В каких случаях применяются геотехнологические методы добычи полезных ископаемых.

### Тестовый контроль

1. К окислам относятся?

Пирит

Флюорит

Гематит

Мусковит

2. К сульфидам относят?

Халькозин

Куприт

Галит

Сильвин

3. Назовите размер зерна среднезернистой структуры?

До 0,1 мм

До 0,2 мм

До 0,25 мм

До 0,5 мм

4. Назовите размер зерна в мелкозернистой структуре?

Зерна различимы лишь при увеличении

До 0,1 мм

До 0,2 мм

До 0,25 мм

5. Поры величиною 50 мкм относятся?

Субкапиллярные

Капиллярные

Сверхкапиллярные

6. Средние минералы имеют плотность?

2000-3000 кг/м<sup>3</sup>

2500-3000 кг/м<sup>3</sup>

2000-4000 кг/м<sup>3</sup>

2500-4000 кг/м<sup>3</sup>

7. Расстояние между трещинами второго порядка колеблется?

10<sup>-8</sup>-10<sup>-9</sup> м

10<sup>-5</sup>-10<sup>-2</sup> м

10<sup>-4</sup>-10<sup>-1</sup> м

10<sup>-1</sup>-10<sup>0</sup> м

8. Максимальная гигроскопичность это?

Способность горной породы покрываться пленкой жидкости

Наибольшее количество влаги, которое способна адсорбировать на своей поверхности

горная порода

Количество воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения

9. Способность породы пропускать сквозь себя жидкости?

Проницаемость

Водоотдача

Фильтрация

Объемная влагоемкость

10. Напряжением называют?

Поверхностная плотность внутренних сил

Максимальная критическая нагрузка

Сила действующая в направлении двух осей

11. Назовите пределы изменения коэффициента Пуассона.

0-1

0,1-0,7

0,2-0,6

0-0,5

12. Модулем Юнга называют

Коэффициент пропорциональности между нормальным напряжением и соответствующей продольной упругой деформацией.

Коэффициент пропорциональности между относительной продольной и относительной поперечной упругой деформацией.

Постепенный рост деформации при постоянном напряжении

13. Коэффициент пропорциональности между касательным напряжением и соответствующей деформацией?

Модуль Юнга

Модуль сдвига

Коэффициент Пуассона

Модуль деформации

14. Реологическая модель упруго-вязкой среды?

Тело Максвелла

Тело Гука

Тело Бингама-Шведова

Тело Кельвина-Фойгта

15. Релаксация напряжений это?  
Явление обратное ползучести  
Прочность пород, соответствующая той или иной длительности воздействия нагрузки  
Явление постепенного роста деформаций
16. Ультразвуковые волны имеют частоту?  
До 20 Гц  
20-20000 Гц  
Более 20000 Гц  
Более  $10^{10}$  Гц
17. Произведение плотности породы на скорость продольной волны в ней это?  
Коэффициент затухания  
Добротность  
Декремент затухания  
Акустическая жесткость
18. Тип теплопроводности, при котором происходит диффузия средней кинетической энергии?  
Электронная  
Ионная  
Фононная
19. К релаксационной поляризации относят?  
Дипольная  
Макроструктурная  
Ионная  
Электронная
20. Величина и направление действия магнитных сил в вакууме на единицу магнитной массы это?  
Индукция  
Магнитная проницаемость  
Магнитная восприимчивость  
Напряженность
21. По величине электропроводности породы бывают?  
Диэлектрики  
Диамагнетики  
Парамагнетики  
Электропроводимые
22. Статическая твердость пластичных пород определяется методом?  
Роквелла  
Шора  
Барона  
Шрейнера
23. Сколько ударов допускается при определении коэффициента крепости в способе толчения?  
5-10  
1-20  
10-15  
3-15
24. Какое среднее расстояние между трещинами в среднетрещиноватых породах?  
0,3-0,5 м  
0,5-0,75 м  
0,5-1 м  
1-1,5 м
25. Деформации попеременного сжатия и растяжения обуславливают распространение?

Продольных волн

Поперечных волн

Волн Релея

Волн Лява

26. Единицей удельного волнового сопротивления называют?

Акустический Ом

Акустический импеданс

Акустический декремент

Добротность

27. Отношение  $D/\pi$  называют

Декрементом затухания

Коэффициент механических потерь

Акустический импеданс

Волновое сопротивление

28. К точечным дефектам в кристаллах относят

Вакансии

Винтовые дислокации

Краевые дислокации

Атомы внедрения

29. Для глинистых горных пород паспорт прочности имеет вид?

Прямая, параллельная оси абсцисс

Прямая, выходящая из начала координат

Гипербола

Парабола

30. Модуль Юнга измеряется?

Па

Н

кгс/см<sup>2</sup>

31. Значение отношения скорости продольной волны к скорости поперечной волны для рыхлых пород?

1,7-1,9

1,5-14

13-500

Стремится к бесконечности

32. Горные породы, у которых упругая деформация незначительна?

Пластичные

Хрупкие

Упруго-хрупкие

33. Какие породообразующие минералы занимают 12% верхней части земной коры?

Полевые шпаты

Кварц

Амфиболы

Слюды

34. Способность пород сопротивляться диспергированию по воздействию динамической нагрузки?

Дробимость

Крепость

Твердость

Взрываемость

35. Длина пробега  $\alpha$ -лучей в воздухе

3-10 см

500-1000 см

10-200 см

200-500 см

36. Кюри как единица измерения радиоактивности определяется?

Равна числу распадающихся в 1с атомов в 1г радия

Соответствует радиоактивности 1г породы, дающего  $10^6$  распадов в 1с

Равна грамм-эквиваленту урана на 1г породы

37. Коэффициент крепости изменяется?

0,3-10

0,3-15

0,3-20

0,3-25

38. По дробимости горные породы делятся на?

4 класса

5 классов

6 классов

7 классов

39. Метода Людвига заключается?

Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раскалывания пластин

Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раздавливания цилиндра

Определение предела прочности горных пород при растяжение методом соосных пуансонов

Определение предела прочности горных пород при растяжение методом изгиба балки

40. Критерий прочности Мариотта?

Критерий наибольших удлинений

Критерий наибольших касательных напряжений

Критерий наибольших нормальных напряжений

Энергетический критерий

## 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-16</b> готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные определения и понятия свойств горных пород</li> <li>- Основные методы экспериментальных и лабораторных исследований свойств горных пород</li> <li>- Закономерности изменения свойств горных пород в процессе разработки месторождений</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Тестовый контроль</b></p> <p>1. К окислам относятся?  Пирит  Флюорит  Гематит  Мусковит</p> <p>2. К сульфидам относят?  Халькозин  Куприт  Галит  Сильвин</p> <p>3. Назовите размер зерна среднезернистой структуры?  До 0,1 мм  До 0,2 мм  До 0,25 мм  До 0,5 мм</p> <p>4. Назовите размер зерна в мелкозернистой структуре?  Зерна различимы лишь при увеличении  До 0,1 мм  До 0,2 мм  До 0,25 мм</p> <p>5. Поры величиною 50 мкм относятся?  Субкапиллярные  Капиллярные</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Сверхкапиллярные</p> <p>6. Средние минералы имеют плотность?  2000-3000 кг/м<sup>3</sup>  2500-3000 кг/м<sup>3</sup>  2000-4000 кг/м<sup>3</sup>  2500-4000 кг/м<sup>3</sup></p> <p>7. Расстояние между трещинами второго порядка колеблется?  10<sup>-8</sup>-10<sup>-9</sup> м  10<sup>-5</sup>-10<sup>-2</sup> м  10<sup>-4</sup>-10<sup>-1</sup> м  10<sup>-1</sup>-10<sup>0</sup> м</p> <p>8. Максимальная гигроскопичность это?  Способность горной породы покрываться пленкой жидкости  Наибольшее количество влаги, которое способна адсорбировать на своей поверхности горная порода  Количество воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения</p> <p>9. Способность породы пропускать сквозь себя жидкости?  Проницаемость  Водоотдача  Фильтрация  Объемная влагоемкость</p> <p>10. Напряжением называют?  Поверхностная плотность внутренних сил  Максимальная критическая нагрузка  Сила действующая в направлении двух осей</p> <p>11. Назовите пределы изменения коэффициента Пуассона.  0-1  0,1-0,7  0,2-0,6  0-0,5</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>12. Модулем Юнга называют Коэффициент пропорциональности между нормальным напряжением и соответствующей продольной упругой деформацией. Коэффициент пропорциональности между относительной продольной и относительной поперечной упругой деформацией. Постепенный рост деформации при постоянном напряжении</p> <p>13. Коэффициент пропорциональности между касательным напряжением и соответствующей деформацией? Модуль Юнга Модуль сдвига Коэффициент Пуассона Модуль деформации</p> <p>14. Реологическая модель упруго-вязкой среды? Тело Максвелла Тело Гука Тело Бингама-Шведова Тело Кельвина-Фойгта</p> <p>15. Релаксация напряжений это? Явление обратное ползучести Прочность пород, соответствующая той или иной длительности воздействия нагрузки Явление постепенного роста деформаций</p> <p>16. Ультразвуковые волны имеют частоту? До 20 Гц 20-20000 Гц Более 20000 Гц Более <math>10^{10}</math> Гц</p> <p>17. Произведение плотности породы на скорость продольной волны в ней это? Коэффициент затухания Добротность</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Декремент затухания  Акустическая жесткость  18. Тип теплопроводности, при котором происходит диффузия средней кинетической энергии?  Электронная  Ионная  Фононная  19. К релаксационной поляризации относят?  Дипольная  Макроструктурная  Ионная  Электронная  20. Величина и направление действия магнитных сил в вакууме на единицу магнитной массы это?  Индукция  Магнитная проницаемость  Магнитная восприимчивость  Напряженность  21. По величине электропроводности породы бывают?  Диэлектрики  Диамагнетики  Парамагнетики  Электропроводимые  22. Статическая твердость пластичных пород определяется методом?  Роквелла  Шора  Барона  Шрейнера  23. Сколько ударов допускается при определении коэффициента крепости в способе толчения?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5-10 1-20 10-15 3-15</p> <p>24. Какое среднее расстояние между трещинами в среднетрещиноватых породах? 0,3-0,5 м 0,5-0,75 м 0,5-1 м 1-1,5 м</p> <p>25. Деформации попеременного сжатия и растяжения обуславливают распространение? Продольных волн Поперечных волн Волн Релея Волн Лява</p> <p>26. Единицей удельного волнового сопротивления называют? Акустический Ом Акустический импеданс Акустический декремент Добротность</p> <p>27. Отношение <math>D/\pi</math> называют Декрементом затухания Коэффициент механических потерь Акустический импеданс Волновое сопротивление</p> <p>28. К точечным дефектам в кристаллах относят Вакансии Винтовые дислокации Краевые дислокации</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Атомы внедрения</p> <p>29. Для глинистых горных пород паспорт прочности имеет вид?          Прямая, параллельная оси абсцисс          Прямая, выходящая из начала координат          Гипербола          Парабола</p> <p>30. Модуль Юнга измеряется?          Па          Н  <math>\text{кгс/см}^2</math></p> <p>31. Значение отношения скорости продольной волны к скорости поперечной волны для рыхлых пород?          1,7-1,9          1,5-14          13-500          Стремится к бесконечности</p> <p>32. Горные породы, у которых упругая деформация незначительна?          Пластичные          Хрупкие          Упруго-хрупкие</p> <p>33. Какие породообразующие минералы занимают 12% верхней части земной коры?          Полевые шпаты          Кварц          Амфиболы          Слюды</p> <p>34. Способность пород сопротивляться диспергированию по воздействию динамической нагрузки?          Дробимость          Крепость</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Твердость</p> <p>Взрываемость</p> <p>35. Длина пробега <math>\alpha</math>-лучей в воздухе</p> <p>3-10 см</p> <p>500-1000 см</p> <p>10-200 см</p> <p>200-500 см</p> <p>36. Кюри как единица измерения радиоактивности определяется?</p> <p>Равна числу распадающихся в 1с атомов в 1г радия</p> <p>Соответствует радиоактивности 1г породы, дающего <math>10^6</math> распадов в 1с</p> <p>Равна грамм-эквиваленту урана на 1г породы</p> <p>37. Коэффициент крепости изменяется?</p> <p>0,3-10</p> <p>0,3-15</p> <p>0,3-20</p> <p>0,3-25</p> <p>38. По дробимости горные породы делятся на?</p> <p>4 класса</p> <p>5 классов</p> <p>6 классов</p> <p>7 классов</p> <p>39. Метода Людвига заключается?</p> <p>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раскалывания пластин</p> <p>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раздавливания цилиндра</p> <p>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом соосных пуансонов</p> <p>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом изгиба балки</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>40. Критерий прочности Мариотта?  Критерий наибольших удлинений  Критерий наибольших касательных напряжений  Критерий наибольших нормальных напряжений  Энергетический критерий</p> <p><b>Вопросы на экзамен:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Базовые физико-технические параметры пород.</li> <li>2. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.</li> <li>3. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность.</li> <li>4. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.</li> <li>5. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.</li> <li>6. Влияние увлажнения на горные породы.</li> <li>7. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.</li> <li>8. Вязкость, дробимость и абразивность пород.</li> <li>9. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.</li> <li>10. Жидкости и газы в породах.</li> <li>11. Изотропность и анизотропность горных пород.</li> <li>12. Классификация горно-технологических свойств пород.</li> <li>13. Классификация пород по физическим свойствам.</li> <li>14. Классификация рыхлых пород.</li> <li>15. Крепость горных пород.</li> <li>16. Магнитные свойства образцов горных пород.</li> <li>17. Механические модели деформирования тел.</li> <li>18. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.</li> <li>19. Минералы и горные породы их строение и состав.</li> <li>20. Напряжения и деформации в породах.</li> <li>21. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.</li> <li>22. Определение и контроль состава полезных ископаемых.</li> <li>23. Перемещение жидкостей и газов в породах.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Пластические и реологические свойства пород.  25. Плотностные свойства пород.  26. Поляризация горных пород  27. Прочность образцов горных пород.  28. Радиационные свойства образцов горных пород.  29. Распространение и накопление тепла в породах.  30. Свойства пород как источники информации.  31. Строение, состав и состояние породных массивов.  32. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород  33. Твердость горных пород и минералов.  34. Твердость горных пород.  35. Тепловое расширение.  36. Тепловой режим шахт и рудников.  37. Теплоемкость пород.  38. Теплопроводность и температуропроводность пород  39. Термические напряжения в горных породах.  40. Трещиноватость горных пород  41. Упругие колебания в массивах горных пород.  42. Упругие свойства пород.  43. Физико-технические параметры горных пород в массиве.  44. Физико-технические параметры разрыхленных пород.  45. Физические процессы в горных породах  46. Хрупкость и пластичность пород.  47. Электропроводность горных пород.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценивать полученные экспериментальные данные</li> <li>- Применять лабораторные методы исследований горных пород для решения типовых задач горного производства</li> <li>- Применять методы анализа и обработки дан-</li> </ul>	<p><b>Перечень лабораторных и практических работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение объемной массы горных пород на образцах правильной формы</li> <li>2. Определение объемной массы горных пород гидростатическим взвешиванием</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ных экспериментальных и лабораторных исследований в профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Определение удельной массы горных пород пикнометром</li> <li>4. Определение удельной массы горных пород по объему вытесненной жидкости</li> <li>5. Определение пористости и коэффициента пористости горных пород</li> <li>6. Определение предела прочности горных пород при сжатии экспресс методом</li> <li>7. Определение предела прочности горных пород при сжатии на образцах правильной формы</li> <li>8. Определение предела прочности горных пород при растяжении</li> <li>9. Построение паспорта прочности горных пород</li> <li>10. Определение крепости горных пород</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Терминологией в рамках физики горных пород</li> <li>- Навыками обработки полученных данных, составлять и защищать отчеты</li> <li>- Современными комплексами оборудования для сбора и обработки данных о состоянии и составе породных массивов</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Контрольная работа</b></p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные типы пород и руд, разрабатываемых вашим горным предприятием.</li> <li>2. Используя литературу, определите скорость распространения продольных и поперечных упругих волн в горных породах для месторождения вашего предприятия.</li> <li>3. Имеют ли значение электрические и магнитные свойства горных пород в технологических процессах, производимых на вашем предприятии? Если нет, то ваше мнение о возможности их использования в процессах горного производства.</li> <li>4. Опишите гидравлические и газодинамические свойства горных пород. Поясните, как и где они учитываются на конкретном примере вашего предприятия.</li> <li>5. Традиционные и нетрадиционные способы воздействия на горные породы с целью их разрушения и возможность их применения на вашем предприятии.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>предприятием. Какие из указанных вами пород осадочные, метаморфические, магматические? Какие скальные, связные, рыхлые?</p> <p>2. Какие электрические свойства горных пород, слагающих месторождение вашего предприятия, вам известны? Если нет, то по литературным источникам примерно укажите возможный порядок этих свойств. Дайте классификацию горных пород по величине электрической проводимости и объясните разную электрическую проводимость горных пород с позиции квантовой теории.</p> <p>3. Укажите значение реологических свойств горных пород для решения задач горного производства. Покажите на конкретных примерах вашего предприятия.</p> <p>4. Какова связь между скоростью упругих волн в горных породах и модулем Юнга?</p> <p>5. Опишите сущность электромагнитного способа разделки негабарита и возможность его применения на вашем предприятии.</p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 3</b></p> <p>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим горным предприятием. Дайте характеристику вашего месторождения согласно его генезису.</p> <p>2. Укажите известные вам показатели пределов прочности на сжатие, растяжение, сдвиг, изгиб для пород, слагающих месторождение вашего предприятия. Если нет, то, пользуясь литературными источниками, примерно определите их.</p> <p>3. Опишите основные параметры качества ископаемых углей. Использование акустических свойств для проведения оперативного контроля зольности каменных углей.</p> <p>4. Известны ли тепловые свойства пород на вашем предприятии? Если нет, то отыщите их примерные значения в литературных источниках. Какое влияние на тепловые свойства горных пород оказывают пористость и влажность? Покажите на конкретных примерах.</p> <p>5. К какому классу по буримости относятся породы вашего предприятия, опишите методы ее определения?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным предприятием. Укажите средний минеральный состав этих пород, руд и их строение.</li> <li>2. Объясните, как изменяется скорость продольных и поперечных волн, модуль Юнга и коэффициент Пуассона при нагреве пород до температуры выше 300<sup>0</sup>С?</li> <li>3. Какие методы и приборы волн известны для определения крепости и абразивности горных пород в лабораторных и производственных условиях? Приведите абсолютные значения коэффициентов крепости и абразивности основных типов пород и руд месторождения вашего предприятия.</li> <li>4. Объясните, как влияет плотность пород на модуль Юнга, Стокса, всестороннего сжатия, одностороннего сжатия, как изменяется коэффициент Пуассона с увеличением температуры? Приведите примеры.</li> <li>5. К какому классу по взрываемости относятся породы вашего предприятия, опишите методы ее определения?</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемые вашим горным предприятием. Какие физические свойства этих пород и руд вам известны?</li> <li>2. Как осуществляется передача тепла в однородных твердых средах согласно современной теории теплопроводности? Дать определение температуропроводности.</li> <li>3. Специальные горно-технологические показатели пород (твердость, хрупкость, дробимость, взрываемость) и их роль в процессах горного производства. Поясните на примере вашего предприятия.</li> <li>4. Укажите деформационные характеристики пород и руд, разрабатываемых вашим горным предприятием.</li> <li>5. Опишите свойства, определяющие устойчивость бортов карьеров и отвалов для пород различных типов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 6</b></p> <p>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Опишите трещиноватость горных пород вашего месторождения и методы ее определения.</p> <p>2. Какие физико-технические характеристики горных пород, слагающих месторождение вашего предприятия, вам известны? Если нет, то, пользуясь литературными источниками, попытайтесь их определить.</p> <p>3. Объясните, что влияет на скорость распространения упругих волн в твердых средах? Что влияет на изменение коэффициентов затухания, поглощения, геометрического расхождения? Дайте понятие акустической жесткости горных пород.</p> <p>4. Что такое прочность горных пород, ее физическая природа? Какое влияние на прочность горных пород вашего горного предприятия оказывает минеральный состав, пористость, влажность, температурный фактор? Приведите конкретные примеры.</p> <p>5. Выемка, механическое отделение пород от массива, экскавируемость.</p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 7</b></p> <p>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Дайте классификацию минералов вашего месторождения по химическому составу. Что такое акцессорные минералы? Их значение в народном хозяйстве.</p> <p>2. Как влияет содержание железа в руде и температурный фактор на магнитные свойства горных пород? Объясните, обязательно ли ферромагнитные породы должны хорошо проводить электрический ток?</p> <p>3. Опишите наиболее известные методы и технические средства определения горно-технологических характеристик горных пород в лабораторных условиях.</p> <p>4. Какое влияние оказывают характеристики разрыхленных горных пород на отвалообразование, складирование полезного ископаемого и транспортирование?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Приведите примеры из работы вашего предприятия. 5. Дробление и измельчение полезного ископаемого в дробилках и мельницах, затраты энергии на данные процессы.</p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 8</b></p> <p>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Какие классификации горных пород применяются на вашем предприятии? 2. Какие лабораторные и натурные методы применяются у вас на предприятии для определения физико-технических параметров пород? 3. Как влияют на прочностные свойства горных пород скорость приложения нагрузки и напряженное состояние пород? Приведите примеры. 4. Где и на каких процессах вашего предприятия вы предложили бы использовать тепловое воздействие на породу? Что для этого нужно? Будет ли рентабельно? 5. Перемещение горных пород, показатель трудности и транспортирования, взрывная доставка руды.</p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 9</b></p> <p>1. Назовите основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Как и в какой мере физико-технические свойства этих руд и пород используются у вас на практике? Приведите конкретные примеры. 2. Каким образом на практике можно использовать отличие в скоростях упругих волн в различных горных породах? 3. Понятие об электрической поляризации. При какой температуре сегнетоэлектрики теряют свою поляризацию? Приведите примеры. 4. Какое влияние оказывают механические свойства горных пород на проектирование горно-технологических процессов, на конструирование и использование горных машин и механизмов в производстве? 5. Термический способ бурения и разрушения негабарита и возможность их</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>применения на вашем предприятии.</p> <p style="text-align: center;"><b>В а р и а н т 10</b></p> <p>1. Назовите Основные типы руд и пород, разрабатываемых вашим предприятием. Выделите и дайте характеристику основным породообразующим минералам вашего месторождения.</p> <p>2. Чем обусловлены отличия в физико-технических свойствах и поведении пород в образцах и массиве, а также массива горных пород и разрыхленной горной массы?</p> <p>3. Как на практике используются различие в объемных и удельных весах горной породы и минералов, а также значительная разница в плотности полезного ископаемого и пустой породы?</p> <p>4. Как подразделяются по частоте упругие колебания, распространяющиеся в твердых средах? Какие методы в настоящее время применяются для определения акустических параметров упругих колебаний?</p> <p>5. В каких случаях применяются геотехнологические методы добычи полезных ископаемых.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика горных пород» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Шведов, И.М. Физика горных пород: механические свойства горных пород : учебное пособие / И.М. Шведов. — Москва : МИСИС, 2019. — 122 с. — ISBN 978-5-907061-27-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116928> (дата обращения: 31.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гончаров, С.А. Физика горных пород : физические явления и эффекты в практике горного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Гончаров, П.Н. Пашенков, А.В. Плотникова. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2016. — 27 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93655>. — Загл. с экрана.

3. Янченко, Г.А. Физика горных пород. Плотностные свойства горных пород и факторы, их определяющие : учебное пособие / Г.А. Янченко. — Москва : МИСИС, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-906953-86-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129076> (дата обращения: 05.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. А.К. Порцевский, Г.А. Катков. Основы физики горных пород, геомеханики и управления состоянием массива. – М.: МГГУ, 2004. – 120 с.

2. Новик Г.Я., Ржевский В.В. Основы физики горных пород. – М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. – 360 с.

3. Гончаров, С.А. Физико-технические основы ресурсосбережения при разрушении горных пород [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Гончаров. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2007. — 211 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3282>. — Загл. с экрана

**в) Методические указания:**

1. Угольников В.К., Угольников Н.В., Симонов П.С. Физика горных пород. Лабораторный практикум по одноименной дисциплине специальности 130408, 130403, Ч1, Ч2. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009.

2. Угольников В.К., Симонов П.С. Магнитные свойства горных пород. Магнитогорск: МГТУ, 2002.

3. Маляров И.П., Угольников В.К., Кашапов З.М. Акустические свойства горных пород. Магнитогорск: МГМА, 1994.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
	Д-593-16 от 20.05.2016	20.05.2017
	Д-1421-15 от 13.07.2015	13.07.2016
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	21.03.2018
	Д-1481-16 от 25.11.2016	25.12.2017
	Д-2026-15 от 11.12.2015	11.12.2016
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Интернет ресурсы**

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». – URL: <http://education.polpred.com/>.
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL: [https://elibrary.ru/projrest\\_risc.asp](https://elibrary.ru/projrest_risc.asp).
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: <https://scholar.google.ru/>.
4. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru/>.

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, срез.</li> <li>– Приборы для измерения акустических и магнитных характеристик.</li> <li>– Испытательные копры, сита, объеммеры для определения горнотехнических характеристик.</li> <li>– Электронные весы.</li> <li>– Печи термические.</li> </ul>

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.