



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



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

направление **650600 Горное дело**

Специальность  
21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы  
Подземная разработка рудных месторождений

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения  
Очная

Институт Горного дела и транспорта  
Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых  
Курс III  
Семестр 6

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых «23» октября 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  / С.Е. Гавришев /

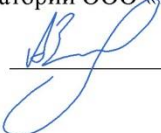
Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «07» ноября 2018 г., протокол № 2.

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: «Процессы подземной разработки рудных месторождений», «Технология и безопасность взрывных работ», «Вскрытие рудных месторождений», «Управление состоянием массива».

## 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>ОПК-4 готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</b> |   |
| Знать   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Методы изучения состава и строения пород;</li><li>- Параметры состояния породных массивов</li><li>- Свойства и классификации горных пород;</li><li>- Параметры состояния породных массивов;</li><li>- Физические свойства горных пород и массивов, методы и средства их определения;</li><li>- Влияние физических полей на свойства горных пород и породных массивов;</li><li>- Физические явления и процессы в породных массивах;</li><li>- Поведения горных пород в процессах горной технологии;</li><li>- Горно-технологические свойства горных пород.</li></ul> |
| Уметь   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств;</li><li>- Осуществлять направленное изменение свойств и состояние горных пород и массивов;</li><li>- Определять горно-технологические свойства горных пород;</li><li>- Определять плотностные, влажностные и фильтрационные показатели горных пород.</li></ul>  |
| Владеть   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Навыками современных методов исследования физических свойств горных пород;</li><li>- Навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых.</li></ul>   |

| Структурный элемент компетенции  | Уровень освоения компетенций   |
|--|--|
| <b>ПК-16 готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты</b> |  |
| 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>   |
| 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 данных экспериментальных и лабораторных исследования в профессиональной деятельности</li> </ul> |
| 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>   |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 54,15 академических часов:
  - аудиторная – 51 академических часов;
  - внеаудиторная – 3,15 академических часов
- самостоятельная работа – 18,15 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов.

| Раздел/ тема дисциплины                                     | Семестр  | 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>6</b> |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| 1.1. История развития физики горных пород.                  | 6        | 1  |                  |                  | 1  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы        | Устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-4<br>зуб                          |
| 1.2. Минерально-петрографические основы физики горных пород | 6        | 1  |                  |                  | 1  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы        | Устный опрос (собеседование)                                    | ОПК-4<br>зуб                          |
| <b>Итого по разделу</b>                                     | <b>6</b> | <b>2</b>   |                  |                  | <b>2</b>                                       | <b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b> | <b>Устный опрос (собеседование)</b>                             |                                       |
| <b>2. Физико-технологические параметры горных пород</b>     | <b>6</b> |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| 2.1. Механические свойства и бассейны в горных породах      | 6        | 2  | 6/2              |                  | 2  | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зуб<br>ПК-16<br>зуб          |

| Раздел/ тема дисциплины                                 | Семестр  | 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  | 6        | 2  | 2                |                  | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зுவ<br>ПК-16<br>зுவ          |
| 2.3. Тепловые свойства и процессы в горных породах      | 6        | 2  |                  | 4/2И             | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зுவ<br>ПК-16<br>зுவ          |
| 2.4. Электрические свойства и процессы в горных породах | 6        | 2  |                  | 4                | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зுவ<br>ПК-16<br>зுவ          |
| 2.5. Магнитные свойства и процессы в горных породах     | 6        | 1  | 2/2И             |                  | 1                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зுவ<br>ПК-16<br>зுவ          |
| 2.6. Радиационные свойства горных пород                 | 6        | 1  |                  | 2/2И             | 1,15                                   | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зுவ<br>ПК-16<br>зுவ          |
| <b>Итого по разделу</b>                                 | <b>6</b> | <b>10</b>                                    | <b>10/4И</b>     | <b>10/4И</b>     | <b>10,15</b>                           | <b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b> | <b>Контрольная работа №1</b>                                    |                                       |
| <b>3. Физические процессы горного производства</b>      | 6        |  |                  |                  |  |  |   |                                       |

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр  | 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                                     | 6        | 2  | 7/2И             |                  | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зуб<br>ПК-16<br>зуб          |
| 3.2. Процессы получения информации о свойствах, составе и состоянии бассейнов горных пород | 6        | 2  |                  | 3/2И             | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Защита лабораторной работы                                      | ОПК-4<br>зуб<br>ПК-16<br>зуб          |
| 3.3. Физико-механические свойства массива и разрыхленных горных пород                      | 6        | 1  |                  | 4                | 2                                      | Подготовка к лабораторно-практическому занятию               | Тестирование  | ОПК-4<br>зуб<br>ПК-16<br>зуб          |
| <b>Итого по разделу</b>  | <b>6</b> | <b>5</b>                                     | <b>7/2И</b>      | <b>7/2И</b>      | <b>6</b>                               | <b>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</b> | <b>Контрольная работа №2</b>                                    |                                       |
| <b>Итого за семестр</b>  | <b>6</b> | <b>17</b>                                    | <b>17/6И</b>     | <b>17/6И</b>     | <b>35,7</b>                            | <b>Подготовка к экзамену</b>                                 | <b>Экзамен</b>  |                                       |
| <b>Итого по дисциплине</b>   | <b>6</b> | <b>17</b>                                    | <b>17/6И</b>     | <b>17/6И</b>     | <b>53,85</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**

### **Контрольная работа №1**

Вариант 1

1. Предмет физики горных пород
2. Плотностные свойства горных пород

Вариант 2

1. Цели и задачи физики горных пород
2. Упругие свойства горных пород

Вариант 3

1. Минералы
2. Пластические свойства горных пород

Вариант 4

1. Типы горных пород
2. Прочностные свойства горных пород

Вариант 5

1. Трещиноватость горных пород
2. Реологические свойства горных пород

Вариант 6

1. Методы физики горных пород
2. Паспорт прочности горных пород

Вариант 7

1. Разделы физики горных пород
2. Напряжения в породах

Вариант 8

1. Горные породы
2. Теория прочности Мора

Вариант 9

1. Пористость горных пород
2. Реологические модели различных сред

Вариант 10

1. Классификация физико-технических свойств горных пород
2. Деформации в породах

## **Контрольная работа №2**

Вариант 1

1. Минералы и горные породы их строение и состав.
2. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.
3. Хрупкость и пластичность пород.
4. Термические напряжения в горных породах.

Вариант 2

1. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.
2. Плотностные свойства пород.
3. Твердость горных пород.
4. Магнитные свойства образцов горных пород.

Вариант 3

1. Классификация горно-технологических свойств пород.
2. Напряжения и деформации в породах.
3. Вязкость, дробимость и абразивность пород.
4. Радиационные свойства образцов горных пород.

Вариант 4

1. Базовые физико-технические параметры пород.
2. Упругие свойства пород.
3. Изотропность и анизотропность горных пород.
4. Упругие колебания в массивах горных пород.

Вариант 5

1. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.
2. Пластические и реологические свойства пород.
3. Жидкости и газы в породах.
4. Физико-технические параметры горных пород в массиве.

Вариант 6

1. Физические процессы в горных породах
2. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.
3. Перемещение жидкостей и газов в породах.
4. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород

Вариант 7

1. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.

2. Прочность образцов горных пород.
3. Распространение и накопление тепла в породах.
4. Поляризация горных пород

#### Вариант 8

1. Механические модели деформирования тел.
2. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность.
3. Теплопроводность и температуропроводность пород
4. Трещиноватость горных пород

#### Вариант 9

1. Твердость горных пород и минералов.
2. Акустические свойства образцов горных пород.
3. Теплоемкость пород.
4. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.

#### Вариант 10

1. Классификация пород по физическим свойствам.
2. Крепость горных пород.
3. Тепловое расширение.
4. Свойства пород как источники информации.

#### Вариант 11.

1. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.
2. Классификация рыхлых пород.
3. Тепловой режим шахт и рудников.
4. Влияние увлажнения на горные породы.

#### Вариант 12

1. Физико-технические параметры разрыхленных пород.
2. Электропроводность горных пород.
3. Строение, состав и состояние породных массивов.
4. Определение и контроль состава 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

Диаманетики

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 пороодообразующие 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>ОПК-4 готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</b> |   |  |
| Знать   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы изучения состава и строения пород;</li> <li>- Параметры состояния породных массивов</li> <li>- Свойства и классификации горных пород;</li> <li>- Параметры состояния породных массивов;</li> <li>- Физические свойства горных пород и массивов, методы и средства их определения;</li> <li>- Влияние физических полей на свойства горных пород и породных массивов;</li> <li>- Физические явления и процессы в породных массивах;</li> <li>- Поведения горных пород в процессах горной технологии;</li> <li>- Горно-технологические свойства горных пород.</li> </ul> | <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Акустические свойства образцов горных пород.</li> <li>2. Базовые физико-технические параметры пород.</li> <li>3. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.</li> <li>4. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность.</li> <li>5. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.</li> <li>6. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.</li> <li>7. Влияние увлажнения на горные породы.</li> <li>8. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.</li> <li>9. Вязкость, дробимость и абразивность пород.</li> <li>10. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.</li> <li>11. Жидкости и газы в породах.</li> <li>12. Изотропность и анизотропность горных пород.</li> <li>13. Классификация горно-технологических свойств пород.</li> <li>14. Классификация пород по физическим свойствам.</li> <li>15. Классификация рыхлых пород.</li> <li>16. Крепость горных пород.</li> <li>17. Магнитные свойства образцов горных пород.</li> <li>18. Механические модели деформирования тел.</li> <li>19. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.</li> <li>20. Минералы и горные породы их строение и состав.</li> <li>21. Напряжения и деформации в породах.</li> <li>22. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.</li> <li>23. Определение и контроль состава полезных ископаемых.</li> <li>24. Перемещение жидкостей и газов в породах.</li> <li>25. Пластические и реологические свойства пород.</li> <li>26. Плотностные свойства пород.</li> <li>27. Поляризация горных пород</li> <li>28. Прочность образцов горных пород.</li> </ol> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---|--|
|                                 |   | 29. Радиационные свойства образцов горных пород.<br>30. Распространение и накопление тепла в породах.<br>31. Свойства пород как источники информации.<br>32. Строение, состав и состояние породных массивов.<br>33. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород<br>34. Твердость горных пород и минералов.<br>35. Твердость горных пород.<br>36. Тепловое расширение.<br>37. Тепловой режим шахт и рудников.<br>38. Теплоемкость пород.<br>39. Теплопроводность и температуропроводность пород<br>40. Термические напряжения в горных породах.<br>41. Трещиноватость горных пород<br>42. Упругие колебания в массивах горных пород.<br>43. Упругие свойства пород.<br>44. Физико-технические параметры горных пород в массиве.<br>45. Физико-технические параметры разрыхленных пород.<br>46. Физические процессы в горных породах<br>47. Хрупкость и пластичность пород.<br>48. Электропроводность горных пород. |
| Уметь                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств;</li> <li>- Осуществлять направленное изменение свойств и состояние горных пород и массивов;</li> <li>- Определять горно-технологические свойства горных пород;</li> <li>- Определять плотностные, влажностные и фильтрационные показатели горных пород.</li> </ul> | Перечень лабораторных работ:<br>1. Определение объемной массы горных пород на образцах правильной формы<br>2. Определение объемной массы горных пород гидростатическим взвешиванием<br>3. Определение удельной массы горных пород пикнометром<br>4. Определение удельной массы горных пород по объему вытесненной жидкости<br>5. Определение пористости и коэффициента пористости горных пород   |
| Владеть                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками современных методов исследования физических свойств горных пород;</li> <li>- Навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых.</li> </ul>  | Контрольная работа №1<br>Вариант 1<br>1. Предмет физики горных пород<br>2. Плотностные свойства горных пород<br>Вариант 2<br>1. Цели и задачи физики горных пород  |

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|--|---|--|
|  |   | <p>2. Упругие свойства горных пород<br/>           Вариант 3<br/>           1. Минералы<br/>           2. Пластические свойства горных пород<br/>           Вариант 4<br/>           1. Типы горных пород<br/>           2. Прочностные свойства горных пород<br/>           Вариант 5<br/>           1. Трещиноватость горных пород<br/>           2. Реологические свойства горных пород<br/>           Вариант 6<br/>           1. Методы физики горных пород<br/>           2. Паспорт прочности горных пород<br/>           Вариант 7<br/>           1. Разделы физики горных пород<br/>           2. Напряжения в породах<br/>           Вариант 8<br/>           1. Горные породы<br/>           2. Теория прочности Мора<br/>           Вариант 9<br/>           1. Пористость горных пород<br/>           2. Реологические модели различных сред<br/>           Вариант 10<br/>           1. Классификация физико-технических свойств горных пород<br/>           2. Деформации в породах</p> |
| <b>ПК-16 готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты</b> |   |  |
| Знать  | <p>- Основные определения и понятия свойств горных пород<br/>           - Основные методы экспериментальных и лабораторных исследований свойств горных пород<br/>           - Закономерности изменения свойств горных пород в процессе разработки месторождений</p> | <p>Контрольная работа:<br/>           Вариант 1<br/>           1. Минералы и горные породы их строение и состав.<br/>           2. Механические свойства образцов горных пород. Общие положения.<br/>           3. Хрупкость и пластичность пород.<br/>           4. Термические напряжения в горных породах.<br/>           Вариант 2<br/>           1. Горные породы как объект разработки. Массив. Горная масса. Образец.</p>   |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>2. Плотностные свойства пород.<br/> 3. Твердость горных пород.<br/> 4. Магнитные свойства образцов горных пород.<br/> <b>Вариант 3</b><br/> 1. Классификация горно-технологических свойств пород.<br/> 2. Напряжения и деформации в породах.<br/> 3. Вязкость, дробимость и абразивность пород.<br/> 4. Радиационные свойства образцов горных пород.<br/> <b>Вариант 4</b><br/> 1. Базовые физико-технические параметры пород.<br/> 2. Упругие свойства пород.<br/> 3. Изотропность и анизотропность горных пород.<br/> 4. Упругие колебания в массивах горных пород.<br/> <b>Вариант 5</b><br/> 1. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства.<br/> 2. Пластические и реологические свойства пород.<br/> 3. Жидкости и газы в породах.<br/> 4. Физико-технические параметры горных пород в массиве.<br/> <b>Вариант 6</b><br/> 1. Физические процессы в горных породах<br/> 2. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства.<br/> 3. Перемещение жидкостей и газов в породах.<br/> 4. Строение, состав и состояние разрыхленных горных пород<br/> <b>Вариант 7</b><br/> 1. Воздействие внешних полей на свойства горных пород.<br/> 2. Прочность образцов горных пород.<br/> 3. Распространение и накопление тепла в породах.<br/> 4. Поляризация горных пород<br/> <b>Вариант 8</b><br/> 1. Механические модели деформирования тел.<br/> 2. Влияние минерального состава и строения пород на их прочность.<br/> 3. Теплопроводность и температуропроводность пород<br/> 4. Трещиноватость горных пород<br/> <b>Вариант 9</b><br/> 1. Твердость горных пород и минералов.<br/> 2. Акустические свойства образцов горных пород.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---|--|
|                                 |   | <p>3. Теплоемкость пород.<br/>4. Общие сведения о взаимосвязи свойств пород.</p> <p>Вариант 10</p> <p>1. Классификация пород по физическим свойствам.<br/>2. Крепость горных пород.<br/>3. Тепловое расширение.<br/>4. Свойства пород как источники информации.</p> <p>Вариант 11.</p> <p>1. Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.<br/>2. Классификация рыхлых пород.<br/>3. Тепловой режим шахт и рудников.<br/>4. Влияние увлажнения на горные породы.</p> <p>Вариант 12</p> <p>1. Физико-технические параметры разрыхленных пород.<br/>2. Электропроводность горных пород.<br/>3. Строение, состав и состояние породных массивов.<br/>4. Определение и контроль состава полезных ископаемых.</p> |
| Уметь                           | <p>- Оценивать полученные экспериментальные данные</p> <p>- Применять лабораторные методы исследований горных пород для решения типовых задач горного производства</p> <p>- Применять методы анализа и обработки данных экспериментальных и лабораторных исследований в профессиональной деятельности</p> | <p>Перечень лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение предела прочности горных пород при сжатии экспресс методом</li> <li>2. Определение предела прочности горных пород при сжатии на образцах правильной формы</li> <li>3. Определение предела прочности горных пород при растяжении</li> <li>4. Построение паспорта прочности горных пород</li> <li>5. Определение крепости горных пород</li> <li>6. Определение дробимости горных пород</li> <li>7. Определение акустических и упругих параметров горных пород</li> <li>8. Исследование магнитных свойств горных пород</li> <li>9. Паспортизация горных пород</li> </ol>  |
| Владеть                         | <p>- Терминологией в рамках физики горных пород</p> <p>- Навыками обработки полученных данных, составлять и защищать отчеты</p> <p>- Современными комплексами оборудования для сбора и обработки данных о состоянии и составе породных массивов</p>   | <p>Примерные вопросы тестирования:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К окислам относятся?<br/>Пирит<br/>Флюорит<br/>Гематит<br/>Мусковит</li> <li>2. К сульфидам относят?<br/>Халькозин<br/>Куприт</li> </ol>  |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>Галит<br/>Сильвин</p> <p>3. Назовите размер зерна среднезернистой структуры?<br/>До 0,1 мм<br/>До 0,2 мм<br/>До 0,25 мм<br/>До 0,5 мм</p> <p>4. Назовите размер зерна в мелкозернистой структуре?<br/>Зерна различимы лишь при увеличении<br/>До 0,1 мм<br/>До 0,2 мм<br/>До 0,25 мм</p> <p>5. Поры величиною 50 мкм относятся?<br/>Субкапиллярные<br/>Капиллярные<br/>Сверхкапиллярные</p> <p>6. Средние минералы имеют плотность?<br/>2000-3000 кг/м<sup>3</sup><br/>2500-3000 кг/м<sup>3</sup><br/>2000-4000 кг/м<sup>3</sup><br/>2500-4000 кг/м<sup>3</sup></p> <p>7. Расстояние между трещинами второго порядка колеблется?<br/>10<sup>-8</sup>-10<sup>-9</sup> м<br/>10<sup>-5</sup>-10<sup>-2</sup> м<br/>10<sup>-4</sup>-10<sup>-1</sup> м<br/>10<sup>-1</sup>-10<sup>0</sup> м</p> <p>8. Максимальная гигроскопичность это?<br/>Способность горной породы покрываться пленкой жидкости<br/>Наибольшее количество влаги, которое способна адсорбировать на своей поверхности горная порода<br/>Количество воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения</p> <p>9. Способность породы пропускать сквозь себя жидкости?<br/>Проницаемость<br/>Водоотдача<br/>Фильтрация<br/>Объемная влагоемкость</p> <p>10. Напряжением называют?</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>Поверхностная плотность внутренних сил<br/> Максимальная критическая нагрузка<br/> Сила действующая в направлении двух осей<br/> 11. Назовите пределы изменения коэффициента Пуассона.<br/> 0-1<br/> 0,1-0,7<br/> 0,2-0,6<br/> 0-0,5<br/> 12. Модулем Юнга называют<br/> Коэффициент пропорциональности между нормальным напряжением и соответствующей продольной упругой деформацией.<br/> Коэффициент пропорциональности между относительной продольной и относительной поперечной упругой деформацией.<br/> Постепенный рост деформации при постоянном напряжении<br/> 13. Коэффициент пропорциональности между касательным напряжением и соответствующей деформацией?<br/> Модуль Юнга<br/> Модуль сдвига<br/> Коэффициент Пуассона<br/> Модуль деформации<br/> 14. Реологическая модель упруго-вязкой среды?<br/> Тело Максвелла<br/> Тело Гука<br/> Тело Бингама-Шведова<br/> Тело Кельвина-Фойгта<br/> 15. Релаксация напряжений это?<br/> Явление обратное ползучести<br/> Прочность пород, соответствующая той или иной длительности воздействия нагрузки<br/> Явление постепенного роста деформаций<br/> 16. Ультразвуковые волны имеют частоту?<br/> До 20 Гц<br/> 20-20000 Гц<br/> Более 20000 Гц<br/> Более <math>10^{10}</math> Гц<br/> 17. Произведение плотности породы на скорость продольной волны в ней это?<br/> Коэффициент затухания</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>Добротность<br/> Декремент затухания<br/> Акустическая жесткость<br/> 18. Тип теплопроводности, при котором происходит диффузия средней кинетической энергии?<br/> Электронная<br/> Ионная<br/> Фононная<br/> 19. К релаксационной поляризации относят?<br/> Дипольная<br/> Макроструктурная<br/> Ионная<br/> Электронная<br/> 20. Величина и направление действия магнитных сил в вакууме на единицу магнитной массы это?<br/> Индукция<br/> Магнитная проницаемость<br/> Магнитная восприимчивость<br/> Напряженность<br/> 21. По величине электропроводности породы бывают?<br/> Диэлектрики<br/> Диамагнетики<br/> Парамагнетики<br/> Электропроводимые<br/> 22. Статическая твердость пластичных пород определяется методом?<br/> Роквелла<br/> Шора<br/> Барона<br/> Шрейнера<br/> 23. Сколько ударов допускается при определении коэффициента крепости в способе толчения?<br/> 5-10<br/> 1-20<br/> 10-15<br/> 3-15<br/> 24. Какое среднее расстояние между трещинами в среднетрещиноватых породах?<br/> 0,3-0,5 м<br/> 0,5-0,75 м<br/> 0,5-1 м</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>1-1,5 м</p> <p>25. Деформации попеременного сжатия и растяжения обуславливают распространение?</p> <p>Продольных волн<br/>         Поперечных волн<br/>         Волн Релея<br/>         Волн Лява</p> <p>26. Единицей удельного волнового сопротивления называют?</p> <p>Акустический Ом<br/>         Акустический импеданс<br/>         Акустический декремент<br/>         Добротность</p> <p>27. Отношение <math>D/\pi</math> называют</p> <p>Декрементом затухания<br/>         Коэффициент механических потерь<br/>         Акустический импеданс<br/>         Волновое сопротивление</p> <p>28. К точечным дефектам в кристаллах относят</p> <p>Вакансии<br/>         Винтовые дислокации<br/>         Краевые дислокации<br/>         Атомы внедрения</p> <p>29. Для глинистых горных пород паспорт прочности имеет вид?</p> <p>Прямая, параллельная оси абсцисс<br/>         Прямая, выходящая из начала координат<br/>         Гипербола<br/>         Парабола</p> <p>30. Модуль Юнга измеряется?</p> <p>Па<br/>         Н<br/> <math>\text{кгс/см}^2</math></p> <p>31. Значение отношения скорости продольной волны к скорости поперечной волны для рыхлых пород?</p> <p>1,7-1,9<br/>         1,5-14<br/>         13-500<br/>         Стремится к бесконечности</p> <p>32. Горные породы, у которых упругая деформация незначительна?</p> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>Пластичные<br/>Хрупкие<br/>Упруго-хрупкие</p> <p>33. Какие породообразующие минералы занимают 12% верхней части земной коры?<br/>Полевые шпаты<br/>Кварц<br/>Амфиболы<br/>Слюды</p> <p>34. Способность пород сопротивляться диспергированию по воздействию динамической нагрузки?<br/>Дробимость<br/>Крепость<br/>Твердость<br/>Взрываемость</p> <p>35. Длина пробега <math>\alpha</math>-лучей в воздухе<br/>3-10 см<br/>500-1000 см<br/>10-200 см<br/>200-500 см</p> <p>36. Кюри как единица измерения радиоактивности определяется?<br/>Равна числу распадающихся в 1с атомов в 1г радия<br/>Соответствует радиоактивности 1г породы, дающего <math>10^6</math> распадов в 1с<br/>Равна грамм-эквиваленту урана на 1г породы</p> <p>37. Коэффициент крепости изменяется?<br/>0,3-10<br/>0,3-15<br/>0,3-20<br/>0,3-25</p> <p>38. По дробимости горные породы делятся на?<br/>4 класса<br/>5 классов<br/>6 классов<br/>7 классов</p> <p>39. Метода Людвига заключается?<br/>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раскалывания пластин<br/>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом раздавливания цилиндра<br/>Определение предела прочности горных пород при растяжение методом соосных пуансонов</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | Определение предела прочности горных пород при растяжение методом изгиба балки<br>40. Критерий прочности Мариотта?<br>Критерий наибольших удлинений<br>Критерий наибольших касательных напряжений<br>Критерий наибольших нормальных напряжений<br>Энергетический критерий |

## **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<br>Д-757-17 от 27.06.2017    | 11.10.2021<br>27.07.2018 |
| MS Office 2007                                      | № 135 от 17.09.2007                               | бессрочно                |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018<br>Д-1347-17 от 20.12.2017 | 28.01.2020<br>21.03.2018 |
| 7 Zip   | свободно распространяемое                         | бессрочно                |

##### Интернет ресурсы

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». – URL: <http://edication.polpred.com/>.

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL: <https://elibrary.ru/projestrisc.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:<br>– Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, срез.<br>– Приборы для измерения акустических и магнитных характеристик.<br>– Испытательные копры, сита, объеммеры для определения горнотехнических характеристик.<br>– Электронные весы.<br>– Печи термические. |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и | Доска, мультимедийный проектор, экран  |

| Тип и название аудитории  | Оснащение аудитории   |
|---|---|
| промежуточной аттестации  |   |
| 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.  |