

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
в г. Белово



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебной работе,
совмещающая должность
директора филиала
Долганова Ж.А.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение к рабочей программе по дисциплине

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД

Квалификация выпускника: специалист

Направление подготовки/специальность 21.05.04 «Горное дело»

Профиль/специализация 21.05.04.03 «Открытые горные работы»

Форма обучения очная, очно-заочная

Кафедра Горного дела и техносферной безопасности

Автор (составитель) ФОС по дисциплине: Физика горных пород

ФИО, ученая степень, должность старший преподаватель Белов С.В.

кафедра Горного дела и техносферной безопасности
(наименование кафедры)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) обсужден на заседании
кафедры Горного дела и техносферной безопасности
Протокол № 7 от 19.03.2024 г.

Зав. кафедрой Горного дела и техносферной безопасности

Согласовано учебно-методической комиссией
по направлению подготовки (специальности) 21.05.04. «Горное дело»

Протокол № 7 от 16.03.2024 г.

Председатель учебно-методической комиссии по направлению
подготовки (специальности) 21.05.04. «Горное дело»,
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	4
2. ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ.....	5
4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ.....	9
6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	13
7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	17

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ОПОП для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ОПОП ВО, входит в состав ОПОП. ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, программ учебных дисциплин (модулей).

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Физика горных пород» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 21.05.04. «Горное дело» и программой учебной дисциплины «Физика горных пород».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся филиала КузГТУ в г.Белово. ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенций

ПК-1.

2. Дисциплина: **Физика горных пород**

3. Описание показателей и критериев оценивания уровней приобретенных компетенций на различных этапах их формирования

Показатели и критерии оценивания уровня приобретенных компетенций по дисциплине
Физика горных пород

Результаты изучения дисциплины

Компетенции из ФГОС	Показатели компетенций		
	Знать	Уметь	Владеть
1	3	4	5
ПК-1 - Способен владеть методами геолого-промышленной оценки месторождений твердых полезных ископаемых, навыками анализа горно-геологических условий,	- основные нормативные документы и технические информационные ресурсы, регламентирующие методы определения параметров физических свойств горных пород и	- использовать методы и технические средства для определения параметров физикотехнических свойств горных пород и состояния породного массива, а также воздействующих на них различных физических полей, и оценивать их влияние на показатели	- навыками планирования, подготовки и выполнения экспериментов для оценки параметров физико-технических свойств горных пород и состояния породного массива в

<p>геодезическими и маркшейдерскими измерениями, навыками разработки проектной и технической документации с учетом требований промышленной безопасности, методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами массива горных пород в процессах добычи и переработки.</p>	<p>породных массивов в лабораторных и натуральных условиях.</p>	<p>эффективности, промышленной и экологической безопасности технологических процессов горного производства.</p>	<p>лабораторных и натуральных условиях, а также анализа и интерпретации полученных результатов исследований с применением современных методов математической обработки с последующим составлением и защитой технических отчётов.</p>
---	---	---	--

Высокий уровень достижения компетенции - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.

Средний уровень достижения компетенции - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.

Низкий уровень достижения компетенции - компетенция не сформирована, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.

3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ

1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав образовательной программы и предназначен для текущего и промежуточного контроля и оценки планируемых результатов обучения – знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе прохождения подготовки по дисциплине **Физика горных пород**

ФОС разработан на основании:

– федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.04. «Горное дело»

– образовательной программы высшего образования по направлению подготовки Специалист 21.05.04. «Горное дело»

Направленность (профиль) 21.05.04.03 «Открытые горные работы»

код и наименование направления подготовки, уровень подготовки

2. Перечень компетенций, формируемых в процессе прохождения дисциплины

ПК-1

3. Этапы формирования и оценивания компетенций

Контролируемые разделы (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1. Основные понятия в физике горных пород. 2. Физико-технические свойства и процессы в образцах горных пород. 3. Физико-технические свойства горных пород и процессы в массиве и в разрыхленных породах. 4. Физические процессы горного производства при освоении подземного пространства	ПК-1	Опрос по контрольным вопросам при защите лабораторных работ	зачет

4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

4.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты, полученные при входном оценивании обучающегося, используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

4.2 Форма проведения входного контроля – бланковое тестирование. Длительность тестирования – 30 минут. Количество вопросов-20

4.2.1 Шкала оценивания (методика оценки)

За каждый правильный ответ выставляется один балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 15	хорошо
14	не менее 12	удовлетворительно
11	-	неудовлетворительно

4.2.2 Задания (вопросы) для входного контроля обучающихся

Для освоения дисциплины необходимы компетенции (знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности), сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Геология», «Инженерная графика», «Математика», «Основы горного дела (открытая геотехнология)», «Основы горного дела (подземная геотехнология)», «Основы горного дела (строительная геотехнология)», «Физика», «Химия», «Электротехника», «Основы обогащения и переработки полезных ископаемых» Вопросы входного контроля охватывают материалы данных дисциплин.

**Перечень вопросов входного контроля
(правильные ответы выделены жирным)**

1. С какой фундаментальной дисциплиной связана физика горных пород:
 1. технология чугуна и стали
 - 2. физика твердого тела**
 3. астрономия
 4. генетика

2. Дайте определение «минералы – это»:
 - 1. природные тела, относительно однородные по химическому составу, внутреннему строению и физическим свойствам**
 2. природная совокупность минералов более или менее постоянного минералогического состава, образующая самостоятельное тело в земной коре
 3. вещество, слагающее земную кору
 4. природные минеральные образования, содержащие железо и его соединения

3. Деформация – это:
 1. вес тела
 - 2. изменения формы и размеров тела**
 3. изменения температуры
 4. влажность горных пород

4. Упругие свойства тел проявляются путем восстановления после снятия нагрузки (указать правильный ответ)
 1. размера и формы
 2. состава
 3. строения
 4. структуры

5. Графиком упругой деформации тел является
 - 1. прямая линия**
 2. парабола
 3. гиперболола
 4. ломанная линия

6. Коэффициент пропорциональности между действующим нормальным напряжением σ (сжимающим и растягивающим) и соответствующей ему относительной продольной упругой деформацией называется:
 1. Модулем сдвига
 2. Коэффициентом Пуассона
 - 3. Модулем Юнга**
 4. Модулем одностороннего сжатия

7. Звуковой диапазон частот, это:
 1. менее 20 Гц
 - 2. 20-20000 Гц**
 3. более 20 кГц
 4. менее 1000 МГц

8. На каких законах основана звуколокация:
 1. преломления

2. отражения
 3. отражения и поглощения
 - 4. отражения и преломления**
9. Способность тел покрываться пленкой жидкости называется:
1. молекулярной влагоемкостью
 2. пленочной влагоемкостью
 - 3. смачиваемостью**
 4. максимальной гигроскопичностью
10. Количество элементарных зарядов, проходящих через единицу сечения проводника в единицу времени, называют:
1. электрической проводимостью
 2. удельной электрической проводимостью
 3. удельным электрическим сопротивлением
 - 4. плотностью электрического тока**
11. Главным фактором обуславливающим электрический пробой диэлектрика является:
1. электроны
 2. электрическое поле
 3. напряжение
 - 4. напряженность поля**
12. Вещества, атомы которых обладают магнитным моментом при отсутствии внешнего поля, называется:
1. диамагнитными
 2. ферромагнитными
 - 3. парамагнитными**
 4. намагниченными
13. Вещества, у которых объемы (домены) обладают магнитными моментами при отсутствии внешнего поля, называются:
1. намагниченными
 2. парамагнитными
 3. восприимчивыми
 - 4. ферромагнитными**
14. Если магнитные моменты всех электронов атома компенсируют друг друга, то при нулевой напряженности поля атом не намагничен. Такие вещества называются:
- 1. диамагнитными**
 2. парамагнитными
 3. восприимчивыми
 4. ферромагнитными
15. Коэффициент, показывающий во сколько раз уменьшается напряженность электрического поля при внесении в него диэлектрика, называется:
1. относительной магнитной пористостью
 2. удельной электрической сопротивляемостью
 - 3. относительной диэлектрической проницаемостью**
 4. абсолютной диэлектрической проницаемостью

16. Количество тепла, необходимое для нагревания тела на один градус, называется:
1. удельной теплоемкостью
 2. объемной теплоемкостью
 - 3. теплоемкостью**
 4. теплопроводностью
17. Количество тепла, необходимое для повышения температуры 1 кг вещества на 1К называется:
1. коэффициентом линейного расширения
 2. коэффициентом поглощения
 - 3. удельной теплоемкостью**
 4. удельной температуропроводностью
18. Количество распадающихся в 1с атомов в 1кг вещества оценивается:
1. коэффициентом рассеяние радиоактивного излучения
 2. коэффициентом поглощения радиоактивного излучения
 - 3. параметром удельной радиоактивности**
 4. коэффициентом поглощения и сечениями рассеяния
19. Геологическое тело, имеющее более или менее однородный состав и ограниченный приблизительный параллельными поверхностями, называется:
1. слоистостью
 2. структурой
 - 3. слоем**
 4. массивом
20. Что понимается под структурой и текстурой горных пород?
1. Минеральный состав
 2. Химический состав
 - 3. Степень связи между частицами породы, их размерами, формой и взаимным расположением**
 4. Пространственную кристаллическую решетку

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной (в том числе самостоятельной) деятельностью обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе преподавателя. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС филиала КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

Текущий контроль по дисциплине заключается: в оформлении (и защите) отчетов по лабораторным работам

5.1 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ЗАЩИТЕ ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Оцениваемые компетенции ПК-1

5.1.1. Форма контроля (ТК): Устный или письменный опрос при защите отчета по лабораторной работе.

5.1.2. Критерии оценки лабораторной работы

- владение основными методиками определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных условиях;
- способность измерять физические параметры, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;
- способность самостоятельно оценивать, сравнивать, анализировать полученные результаты и делать выводы на основе этих результатов;
- аргументированность выбора методов измерений физико-технических параметров;
- владение теоретическим материалом при защите и сдаче выполненных лабораторных работ при собеседовании с преподавателем;
- владение навыками использования ГОСТ, методических указаний, справочной и другой нормативной литературы, электронных документов локального и удаленного доступа при подготовке и выполнении лабораторных работ;
- соблюдение правил техники безопасности;
- своевременность сдачи отчётов.

По результатам работы оформляется отчет. Отчет представляется в бумажном виде. Отчет должен содержать:

- 1) Титульный лист (по образцу).
- 2) Цель работы.
- 3) Применяемое оборудование, приборы, инструменты, материалы.
- 4) Теоретические основы рассматриваемой темы с формулами, схемами, таблицами.
- 5) Краткое описание порядка выполнения работы,
- 6) Выполненные расчёты, составленные таблицы и иллюстрации в виде схем, графиков.
- 7) Краткие выводы.

Оценочными средствами при защите отчётов о лабораторных работах являются: качество оформления отчёта и два контрольных вопроса из списка помещённых в лабораторном практикуме в конце описания соответствующей лабораторной работы, на которые обучающийся может дать ответы и устно и (или) письменно, например:

- 1) Что понимают под структурой горной породы?
- 2) Какие факторы влияют на величину насыпной массы горных пород?

Критерии оценивания защиты отчёта:

- 85–100 баллов, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены правильные и полные ответы на два контрольных вопроса;

- 65–84 балла, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены правильный и полный ответ на один контрольный вопрос и неполный ответ на второй вопрос;

- 50–64 баллов, если отчёт содержит не все требуемые структурные элементы, получены неполные ответы на два контрольных вопроса;

- менее 49 баллов, если отчёт содержит не все требуемые структурные элементы, получен правильный ответ только на один контрольный вопрос.

Количество баллов	0 – 49	50 – 64	65-84	85 – 100
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

5.1.3. Темы лабораторных работ и контрольные в вопросы к защите

1. Тема: Структурно-текстурные параметры горных пород

Контрольные вопросы

1. Что понимают под минералом?
2. На какие группы делят минералы по их генезису?
3. На какие группы делят минералы по физическому состоянию?
4. На какие типы (сингонии) и по какому признаку разделяют кристаллические решётки минералов?
5. Что называют полезными ископаемыми?
6. Что называют горной породой, в чем заключается основное различие между минералом и горной породой?
7. Назовите основные типы горных пород по происхождению.
8. Почему физические свойства магматических горных пород в подавляющем большинстве весьма существенно отличаются от физических свойств осадочных горных пород?
9. Что понимают под структурой горной породы, какие выделяют основные параметры структуры породы?
10. На какие типы структур делят горные породы по степени кристалличности?
11. К какому типу горных пород по происхождению (магматических или осадочных) относят полнокристаллические, неполнокристаллические и стекловатые структуры пород?
12. Классификация Д. С. Штейнберга типов структур горных пород по абсолютным размерам составных частей.
13. На какие виды структур разделяют горные породы по относительным размерам составных частей?
14. Какие типы цементов, соединяющих зёрна горных пород, существуют, каковы их основные свойства?
15. Что понимают под текстурой горной породы?
16. Основные типы текстур, выделяемые по взаиморасположению составных частей горных пород.
17. Основные типы текстур, выделяемые по способу заполнения пространства в горных породах.
18. Назовите и дайте краткую характеристику основных типов слоистости горных пород и массивов.
19. Какими основными показателями оценивают структурную и текстурную неоднородность горных пород?
20. Какими количественными параметрами характеризуют строение горных пород?

2. Тема: Определение плотности породы методом гидростатического взвешивания

Контрольные вопросы

1. Что называют плотностью горной породы?
2. В чем заключается сущность метода гидростатического взвешивания?
3. Назовите основные факторы, влияющие на плотность горных пород.
4. Что называют удельным весом горной породы?
5. Напишите зависимость между удельным весом и плотностью горных пород.
6. Что называют объемной массой горной породы?
7. Объясните, почему объемная масса испытанных пород изменяется в больших пределах.
8. Что больше, плотность или объемная масса горных пород, и почему?
9. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на объемную массу горных пород?
10. Как изменяется объемная масса пород земной коры с глубиной залегания?
11. Что называют объемным весом горной породы?
12. Укажите основные области использования плотностных свойств пород в горном деле.

3. Тема: Определение пористости горных пород

Контрольные вопросы

1. Что называют пористостью горных пород?
2. Что характеризует коэффициент пористости пород?
3. Почему пористость магматических пород меньше пористости осадочных пород?
4. Что понимают под коэффициентом разрыхления пород и как его определяют.

4. Тема: Определение угла естественного откоса и коэффициента трения разрыхленных горных пород.

Контрольные вопросы

1. Что называется углом естественного откоса?
2. Какие факторы влияют на величину угла естественного откоса?
3. Как зависит угол естественного откоса при обрушении от уровня разрушенной горной массы?
4. В каких горнотехнических расчетах используется величина угла естественного откоса?
5. В каких горнотехнических расчетах используется коэффициент трения горных пород?

5. Тема: Комплексное определение пределов прочности породы при одноосном растяжении и сжатии.

Контрольные вопросы

1. Какова цель лабораторной работы?
2. На каком оборудовании определить прочность горных пород?
3. Как определить предел прочности пород при сжатии и растяжении?
4. Что понимают под прочностью горной породы?
5. В чем заключается сущность метода многократного раскалывания и сжатия?
6. Какие характеристики горных пород определяются по методу многократного раскалывания?
7. Что представляет собой паспорт прочности?
8. Как строят паспорт прочности?
9. Объясните, с какой целью строится паспорт прочности горной породы?
10. Как по паспорту прочности определить угол внутреннего трения?
11. Какая величина называется сцеплением?
12. Какие требования предъявляют к размерам образцов, испытываемых методом многократного раскалывания и сжатия?
13. Объясните, отличается ли прочность породы в образце от прочности в массиве, и почему?
14. Объясните, как влияет прочность горных пород на устойчивость подземных сооружений?

6. Тема: Предел прочности горных пород при изгибе.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под прочностью горной породы и прочностью горной породы при изгибе?
2. Объясните, почему прочность горных пород при сжатии, растяжении и изгибе существенно различна.
3. Что понимают под пределом прочности горной породы?
4. Назовите единицы измерения прочности горной породы в системе СИ.
5. От каких факторов зависит в основном прочность горных пород?
6. Почему трещины и слои существенно снижают прочность горной породы?
7. Одинакова ли прочность горной породы массива и отобранных из него образцов и почему?
8. Объясните порядок выполнения лабораторной работы.
9. Почему пределы прочности при изгибе испытанных образцов горной породы различны?
10. Объясните влияние структурно-текстурных элементов строения на вид и характер разрушения испытанных образцов породы.
11. Для решения каких горнотехнических задач при разработке месторождений полезных

ископаемых наиболее часто используют показатели горных пород при изгибе?

12. Как влияет длительность действия нагрузки на прочность горной породы при изгибе?

13. Какие оборудование и устройства использовали для выполнения лабораторной работы?

7. Тема: Определение коэффициента теплопроводности твердых тел.

Контрольные вопросы

1. Физическая сущность процесса теплопроводности.
2. Содержание основного закона теплопроводности и его приложение к телам простой геометрической формы.
3. Коэффициент теплопроводности и факторы, влияющие на его величину.
4. Стационарные методы и расчетные зависимости, положенные в основу опытного определения коэффициента теплопроводности.
5. Устройство опытной установки, осуществление предпосылок теории.

8. Тема: Изучение температурной зависимо сопротивления полупроводников.

Контрольные вопросы

1. Строение кристаллов. Принцип Паули. Образование энергетических зон в кристалле.
2. Валентная, свободная и запрещенная зоны.
3. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
4. Собственная проводимость полупроводников. Два вида носителей заряда.
5. Как сопротивление полупроводников (ПП) зависит от температуры?
6. Как повышение температуры влияет на количество электронов или дырок в примесных ПП?
7. Нарисуйте зонную схему примесных ПП. Объясните образование электронов или дырок в примесных ПП.
8. Чем определяется энергия активации у примесных ПП?
9. Как определяется энергия активации ПП?

6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

6.1 Оцениваемые компетенции ПК-1

6.2 Форма контроля: текущий контроль (ТК) выполняется в виде устного или письменного опроса. Опрос проводится по контрольным вопросам к разделам дисциплин. Во время опроса обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

6.3 Критерии оценивания

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный материал);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Шкала оценивания

- 85–100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65–84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 25–64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0–24 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0..64 баллов	65..100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено

6.4 Содержание самостоятельной работы:

1. Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к опросу по контрольным вопросам (6.5). Оформление отчетов по лабораторным работам (см. 5.1)
2. Подготовка к промежуточной аттестации.

6.5 Вопросы для опроса

1. Основные понятия в физике горных пород.

- 1 Классификация минералов по физическому состоянию.
- 2 Горные породы, понятие и потенциальная зона их залегания.
- 3 Основные параметры, характеризующие структуру горных пород.
- 4 Основные параметры, характеризующие текстуру горных пород.
- 5 Трещиноватость горных пород, система трещин, понятие, методы количественной оценки.
- 6 Масштабный эффект при исследовании отличия физических свойств образца от горной породы в массиве, понятие, количественная оценка.
- 7 Влияние минерального состава и строения пород на их физические свойства.
- 8 Базовые физико-технические параметры горных пород, свойства характеризующие ими.
- 9 Группа параметров физических процессов в горных породах, оценивающих обратимые изменения количества энергии или вещества внутри породы.

2. Физико-технические свойства и процессы в образцах горных пород.

- 1 Плотностные свойства минералов и горных пород.
- 2 Одноосное, плоское и объёмное напряжённое состояние горных пород, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
- 3 Относительные линейные деформации горных пород, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
- 4 Упругие и пластические деформации горных пород, условия возникновения.
- 5 Основные виды пределов прочности горных пород, условия и схемы их проявления.
- 6 Коэффициент крепости по М. М. Протодяконову (старшему), понятие, способ определения, количественная оценка.
- 7 Нормальные и касательные напряжения в породах, графический метод определения их количественной оценки по теории Мора.
- 8 Графический метод построения паспорта прочности пород по теории Мора.
- 9 Влияние минерального состава и структурно-текстурных элементов строения горных пород на их прочностные свойства.
- 10 Пластические свойства пород.
- 11 Реологические свойства пород.
- 12 Упругие свойства пород, понятие, основные количественные оценки.
- 13 Модуль продольной упругости (модуль Юнга) породы, понятие, количественная оценка.
- 14 Классификация упругих волн по частоте колебаний.

- 15 Виды акустических волн, условия и соотношение скоростей их распространения в горных породах.
- 16 Скорость распространения продольных упругих волн в неограниченной абсолютно упругой изотропной среде, условия их распространения в горных породах, количественная оценка.
- 17 Удельное волновое сопротивление при распространении упругой волны в горных породах.
- 18 Удельная теплоёмкость горной породы, понятие, способ определения количественная оценка.
- 19 Теплопроводность горных пород, понятие, аналитическое выражение количественной оценки.
- 20 Коэффициент теплопроводности, понятие, аналитическое выражение количественной оценки.
- 21 Влияние строения и плотности горных пород на их теплопроводность и температуропроводность.
- 22 Температуропроводность пород, понятие.
- 23 Коэффициент линейного теплового расширения, понятие, способ определения, аналитическое выражение количественной оценки.
- 24 Термические напряжения в горных породах, условия и схемы их проявления, количественная оценка.
- 25 Различные виды электрической поляризации горных пород, понятия, условия проявления, схемы.
- 26 Удельная электрическая проводимость горных пород, понятие, условия проявления, количественная оценка.
- 27 Удельное электрическое сопротивление горных пород, понятие, условия проявления, количественная оценка.
- 28 Классификация горных пород по магнитным свойствам.

3. Физико-технические свойства горных пород и процессы в массиве и в разрыхленных породах.

- 1 Особенности строения и состава горных пород в массиве.
- 2 Физическое состояние горных пород в массиве.
- 3 Распространение электромагнитных волн в массиве горных пород.
- 4 Методы исследования физических свойств горных пород в массиве.
- 5 Воздействие внешних физических полей на механические свойства пород.
- 6 Воздействие упругих колебаний на механические свойства пород.
- 7 Воздействие теплового поля на механические свойства пород.
- 8 Влияние внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства пород.
- 9 Характеристика горно-технологических параметров горных пород.
- 10 Группы горно-технологических параметров пород, выделяемые по принципу принадлежности к определенным процессам технологического воздействия.
- 11 Обобщённые горно-технологические параметры пород: крепость, хрупкость и пластичность, твёрдость, вязкость, дробимость, абразивность, взрываемость.

4. Физические процессы горного производства при освоении подземного пространства.

- 1 Процессы подготовки массива пород к выемке: осушение, разупрочнение, упрочнение, выщелачивание.
- 2 Механическое разрушение, дробление и перемещение горных пород.
- 3 Термические, электромагнитные и комбинированные способы бурения и разрушения пород.
- 4 Использование физических свойств пород для обеспечения контроля за напряжённым состоянием массива горных пород.

- 5 Электрические и магнитные методы, применяемые для определения нарушенности массива горных пород.
- 6 Использование физических свойств пород для обнаружения неоднородных включений и опасных зон в массиве горных пород.
- 7 Использование физических свойств пород для контроля качества ископаемых углей.

7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оцениваемые компетенции: ПК-1

7.1. Форма промежуточной аттестации: зачет в виде устного или письменного опроса обучающихся.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Физика горных пород» проводится в соответствии с ОПОП и является обязательной.

Формой промежуточной аттестации является зачет в процессе которого определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций. Инструментом измерения сформированности компетенций являются утвержденные отчеты по лабораторным работам, зачетный опрос по контрольным вопросам или итоговый тест. Обучающийся сдает зачет, если присутствуют все указанные элементы.

В случае наличия учебной задолженности, обучающийся самостоятельно выполняет лабораторные работы, оформляет по ним отчет, проходит тестирование.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является устный или письменный ответ обучающегося на два теоретических вопроса.

7.3. Критерии и шкала оценивания

Критерии оценивания:

- степень полноты, точности, самостоятельности ответов на вопросы и задания из экзаменационного билета;
- качество изложения программного материала при ответе на основные и дополнительные вопросы экзаменатора;
- способность увязывать теорию с практикой;
- использование в ответе материала разнообразных литературных источников.

- 85–100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65–84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 50–64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0–49 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Шкала оценивания

Количество баллов	0-49	50-64	65-84	85-100
	Не зачтено		Зачтено	

7.3. Вопросы для подготовки к зачету.

1. Слоистость горных пород, понятие, методы количественной оценки.
2. Базовые физико-технические параметры горных пород, свойства характеризующие ими.
3. Воздействие внешних физических полей на механические свойства пород.
4. Плотностные свойства горных пород, методы определения их количественной оценки.
5. Методика определения сцепления *S* горной породы по паспорту прочности Мора.

6. Графический метод построения паспорта прочности пород по теории Мора.
7. Упругие свойства пород, понятие, основные количественные оценки.
8. Модуль сдвига породы, понятие, количественная оценка.
9. Относительные линейные деформации горных пород, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
10. Продольные и поперечные деформации горных пород, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
11. Какие параметры оценивает гигроскопичность породы?
12. Что показывает коэффициент водопрочности горной породы при её водонасыщении?
13. Понятие горно-технологических параметров горных пород.
14. Теплопроводность горных пород, понятие, аналитическое выражение коэффициента теплопроводности.
15. Коэффициент линейного теплового расширения, понятие, способ определения, аналитическое выражение количественной оценки.
16. Влияние строения и плотности горных пород на их теплопроводность и температуропроводность.
17. Определение относительной магнитной проницаемости горных пород, количественная оценка.
18. Различные виды электрической поляризации горных пород, понятия, условия проявления, схемы.
19. Удельное электрическое сопротивление горных пород, условия определения, количественная оценка.
20. Относительная магнитная проницаемость горных пород, понятие, количественная оценка.
21. Акустические свойства пород, понятие, основные количественные оценки.
22. Коэффициент поглощения упругих колебаний в горных породах.
23. Изменения скорости продольных упругих волн в породах с изменением их объёмной массы, обоснование, причины и условия проявления.
24. Отличие понятий "химически связанная вода в минералах" от "физически связанная вода в породах".
25. Как характеризует породу показатель её водоотдачи?
26. Определение коэффициента крепости горных пород по методу М. М. Протоdjяконова (старшего).
27. Способ определения динамического коэффициента крепости пород, количественная оценка.
28. Как определить коэффициент разрыхления горной породы?
29. Методы определения твёрдости горных пород.
30. Физико-технические параметры разрыхленных горных пород.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина Физика горных пород

специальность/направление подготовки 21.05.04 Горное дело/03 Открытые горные работы
год набора 2023

ПК-1 - Способен владеть методами геолого-промышленной оценки месторождений твердых полезных ископаемых, навыками анализа горно-геологических условий, геодезическими и маркшейдерскими измерениями, навыками разработки проектной и технической

документации с учетом требований промышленной безопасности, методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами массива горных пород в процессах добычи и переработки

1.	<p>К упругим свойствам относятся:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. разрыхляемость 2. электропроводимость 3. модуль всестороннего сжатия 4. теплопроводность
2.	<p>На каких законах основана звуколокация пород:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. преломления 2. отражения 3. отражения и поглощения 4. отражения и преломления
3.	<p>Явление хрупкого взрывоподобного разрушения предельно напряженного участка массива, сопровождающееся дроблением и измельчением породы, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. стрелянием 2. горным ударом 3. взрывоопасностью 4. выбросоопасностью
4.	<p>Давление горных пород на крепь, целики, закладочный массив, массив полезного ископаемого, возникающее при больших скоростях приложения нагрузок называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. статическим 2. динамическим 3. боковым 4. вертикальным
5.	<p>Отличие свойств образца от горной породы в массиве называется ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. точечным эффектом 2. линейным эффектом 3. масштабным эффектом 4. объемным эффектом
6.	<p>В зависимости от значения коэффициента фильтрации горные породы подразделяют на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. мягкие 2. слабопроницаемые, 3. среднепроницаемые 4. легкопроницаемые 5. упрочненные 6. разрыхленные <p><i>Выберите не менее 2-х правильных ответов</i></p>
7.	<p>Уравнение прочности твердой горной породы (по Мору, если огибающую принять в виде прямой линии), это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\tau = \sqrt{(\sigma_p + \sigma)[2\sigma_p - 2\sqrt{\sigma_p(\sigma_p + \sigma_{сж})} + \sigma_{сж}]}$

	<p>2. $\tau = 0,5(\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2\alpha$</p> <p>3. $\tau = c + \sigma g \varphi$</p> <p>4. $\tau = \frac{1}{2} c (1 - \cos 4\varphi)$</p>
8.	<p>Единица измерения теплопроводности равна:</p> <p>1. Дж/м×град</p> <p>2. Вт/(м×К)</p> <p>3. Дж/кг×град</p> <p>4. Дж/м×сек×град</p>
9.	<p>Коэффициент разрыхления определяется по формуле</p> <p>1. $K_p = V_{\text{разрых}} / V$;</p> <p>2. $K_p = S_{\text{разрых}} / V_{\text{разрых}}$</p> <p>3. $K_p = T_{\text{разрых}} / S_{\text{разрых}}$</p> <p>4. $K_p = V_{\text{разрых}} / 10$</p>
10.	<p>Коэффициент крепости f вычисляют для каждой пробы из пяти порций по формуле</p> <p>1. $f = 20 \cdot n/h$</p> <p>2. $f = 10 \cdot n/h$</p> <p>3. $f = 100 \cdot n/d$</p> <p>4. $f = 40 \cdot n/h$</p>
11.	<p>Коэффициенты водонасыщения зависят от (исключить лишнее)</p> <p>1. гранулометрического состава</p> <p>2. пористости</p> <p>3. трещиноватости</p> <p>4. электропроводности</p>
12.	<p>Способность породы изнашивать при трении металлы, твердые сплавы и другие твердые тела называется:</p> <p>1. вязкостью</p> <p>2. твердостью</p> <p>3. крепостью</p> <p>4. абразивностью</p>
13.	<p>Касательные напряжения отсутствуют при угле падения ...</p> <p>Ответ: 0</p>
14.	<p>Напряжения, направленные перпендикулярно к рассматриваемой площадке S</p> <p>Ответ: нормальные</p>
15.	<p>Способность горной породы сопротивляться разрушению при действии приложенных напряжений называется:</p> <p>Ответ прочностью, прочность</p>

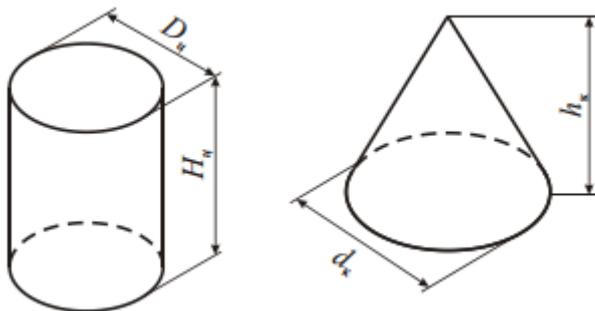
16.	Деформация происходящая без нарушения сплошности вещества -
	Ответ: пластическая
17.	В зависимости от геометрического соотношения параметров решётки кристаллов разделяются на сингоний.
	Ответ укажите числом.
	Ответ 7
18.	В классификации пород по крепости Протодякова М.М все горные породы разделены на категорий:
	Ответ укажите числом.
	Ответ 10
19.	К первой категории, в классификации пород по крепости Протодякова М.М, относятся породы, имеющие наивысшую крепость $f=...$
	Ответ укажите числом.
	Ответ: 20
20.	К десятой категории, в классификации пород по крепости Протодякова М.М, относятся породы, имеющие наиболее низкую крепость $f=...$
	Ответ укажите числом с точностью до сотых.
	Ответ: 0.3
21.	Особенности, взаимное расположение и ориентировка более крупных составных частей породы – это
	Ответ: текстура
22.	Что происходит (увеличивается, уменьшается, не изменяется) с диэлектрической проницаемостью горных пород при их увлажнении:
	Ответ: увеличивается
23.	Физический параметр, характеризующий интенсивность процесса теплопроводности в веществе, численно равный плотности теплового потока (q) при градиенте температуры, равном единице называется:
	Ответ: теплопроводностью, теплопроводность
24.	Совокупность пор и трещин в горной породе, заполненных или незаполненных жидкой или газообразной фазой, называется
	Ответ: пористостью, пористость
25.	Сила, действующая на единицу площади сечения материала (горной породы) называется
	Ответ: напряжением, напряжение

26.	<p>Коэффициент пропорциональности только между деформациями — относительными продольными и относительными поперечными, называется коэффициентом</p> <p>Ответ: Пуассона</p>																																										
27.	<p>В области упругих деформаций между нормальным напряжением и относительной деформацией существует линейная зависимость, которая называется законом</p> <p>Ответ: Гука</p>																																										
28.	<p>Горная порода плотностью $2,8 \text{ г/см}^3$ имеет общую пористость 5 %. Определить удельный вес. Ответ округлите до сотых.</p> <p>Ответ: 2,66</p>																																										
29.	<p style="text-align: center;">Группирование пород по признакам строения</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Тип пород по связям между частицами</th> <th style="text-align: center;">Степень пористости</th> <th style="text-align: center;">Степень изотропности</th> <th style="text-align: center;">Взаимное расположение частиц (тип строения)</th> <th style="text-align: center;">Подгруппа строения</th> <th style="text-align: center;">Группа строения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Скальные</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Непористые</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Изотропные</td> <td>Статистическое</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">1</td> </tr> <tr> <td>Матричное</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> </tr> <tr> <td>Слоистое</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> </tr> <tr> <td>Прожилковатое</td> <td style="text-align: center;">1.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Пористые</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Изотропные</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Анизотропные</td> <td>Статистическое</td> <td style="text-align: center;">2.1</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">2</td> </tr> <tr> <td>Матричное</td> <td style="text-align: center;">2.2</td> </tr> <tr> <td>Слоистое</td> <td style="text-align: center;">2.3</td> </tr> <tr> <td>Прожилковатое</td> <td style="text-align: center;">2.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Связные и рыхлые</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Пористые</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Изотропные</td> <td>Статистическое</td> <td style="text-align: center;">3.1</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">3</td> </tr> <tr> <td>Матричное</td> <td style="text-align: center;">3.2</td> </tr> <tr> <td>Слоистое</td> <td style="text-align: center;">3.3</td> </tr> <tr> <td>Прожилковатое</td> <td style="text-align: center;">3.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>К какой подгруппе по признакам строения относятся скальные непористые анизотропные слоистые породы</p> <p>Ответ: 1.3</p>	Тип пород по связям между частицами	Степень пористости	Степень изотропности	Взаимное расположение частиц (тип строения)	Подгруппа строения	Группа строения	Скальные	Непористые	Изотропные	Статистическое	1.1	1	Матричное	1.2	Слоистое	1.3	Прожилковатое	1.4	Пористые	Изотропные	Анизотропные	Статистическое	2.1	2	Матричное	2.2	Слоистое	2.3	Прожилковатое	2.4	Связные и рыхлые	Пористые	Изотропные	Статистическое	3.1	3	Матричное	3.2	Слоистое	3.3	Прожилковатое	3.4
Тип пород по связям между частицами	Степень пористости	Степень изотропности	Взаимное расположение частиц (тип строения)	Подгруппа строения	Группа строения																																						
Скальные	Непористые	Изотропные	Статистическое	1.1	1																																						
			Матричное	1.2																																							
			Слоистое	1.3																																							
			Прожилковатое	1.4																																							
Пористые	Изотропные	Анизотропные	Статистическое	2.1	2																																						
			Матричное	2.2																																							
			Слоистое	2.3																																							
			Прожилковатое	2.4																																							
Связные и рыхлые	Пористые	Изотропные	Статистическое	3.1	3																																						
			Матричное	3.2																																							
			Слоистое	3.3																																							
			Прожилковатое	3.4																																							
30.	<p>Горная порода с удельным весом 2.66 г/см^3 имеет общую пористость 5 %. Определить плотностью породы в г/см^3.</p> <p>Ответ округлите до десятых.</p> <p>Ответ: 2,8</p>																																										
31.	<p>Известны модуль объемного (всестороннего) сжатия породы $K=40 \text{ ГПа}$ и коэффициент Пуассона $\nu=0.15$ (ед). Определите модуль продольной упругости (модуль Юнга) E?</p> <p>Ответ представить в ГПа, округлив до целого.</p>																																										

	<p>Ответ: 84</p>
32.	<p>По известной плотности породы $\rho_0 = 27,1 \text{ кН/м}^3$ и объемной массе $\rho = 24,5 \text{ кН/м}^3$, вычислите общую пористость P (%). Ответ округлите до целого числа.</p> <p>Ответ: 10</p>
33.	<p>Определите насыпную массу горной породы в свежедобытом состоянии $\rho_{нс}$ (кН/м^3), если известна объемная масса $\rho = 22,5 \text{ кН/м}^3$ и соответствующие коэффициенты разрыхления $k_{нс} = 1,55$. Ответ округлите до сотых.</p> <p>Ответ: 14,52</p>
34.	<p>Определите насыпную массу горной породы после уплотнения $\rho_{ну}$ (кН/м^3), если известна объемная масса $\rho = 22,5 \text{ кН/м}^3$ и соответствующие коэффициенты разрыхления $k_{ну} = 1,22$. Ответ округлите до сотых.</p> <p>Ответ: 18,44</p>
35.	<p>Рассчитайте величину коэффициента пластичности Π, если известны модуль упругости породы $E = 6 \cdot 10^9 \text{ Па}$ и модуль деформации $E_{деф} = 1,6 \cdot 10^9 \text{ Па}$. Ответ округлите до десятых.</p> <p>Ответ: 6,5</p>
36.	<p>Известны коэффициент Пуассона $\nu = 0,19$ (ед) и модуль продольной упругости (модуль Юнга) $E = 80 \text{ ГПа}$. Определите модуль сдвига G. Ответ представить в ГПа, округлив до десятых.</p> <p>Ответ: 33,6</p>
37.	<p>Известны модуль продольной упругости (модуль Юнга) $E = 1036 \text{ МПа}$ и коэффициент Пуассона $\nu = 0,28$ (ед). Определите модуль объемного (всестороннего) сжатия породы K? Ответ представить в МПа, округлив до целого.</p> <p>Ответ: 785</p>
38.	<p>В результате измерений для образца песчаника были определены: предел прочности при сжатии $\sigma_{сж} = 86 \cdot 10^6 \text{ Па}$, предел упругости $\sigma_E = 56 \cdot 10^6 \text{ Па}$, модуль упругости $E = 4,9 \cdot 10^9 \text{ Па}$, модуль деформации $E_{деф} = 3,1 \cdot 10^9 \text{ Па}$. Определите коэффициент хрупкости K. Ответ округлите до сотых.</p> <p>Ответ: 0.65</p>
39.	<p>В результате измерений для образца песчаника были определены: предел прочности при сжатии $\sigma_{сж} = 86 \cdot 10^6 \text{ Па}$, предел упругости $\sigma_E = 56 \cdot 10^6 \text{ Па}$, модуль упругости $E = 4,9 \cdot 10^9 \text{ Па}$, модуль деформации $E_{деф} = 3,1 \cdot 10^9 \text{ Па}$. Определите показатель вязкости V. Ответ представьте в МПа, округлив до целого числа.</p>

	<p>Ответ: 136</p>
40.	<p>Масса единицы объема твердой фазы горной породы называется- ...</p> <p>Ответ: плотностью, плотность</p>
41.	<p>Единица измерения механического напряжения (σ) в СИ?</p> <p>Ответ: Па</p>
42.	<p>Геологическое тело, имеющее более или менее однородный состав и ограниченный приблизительный параллельными поверхностями, называется:</p> <p>Ответ: слоем, слой</p>
43.	<p>Звуковой диапазон частот, это:</p> <p>Ответ указать в Гц числом через запятую без пробелов.</p> <p>Ответ: 20,20000</p>
44.	<p>Если вплоть до момента разрушения деформация пропорциональна действующей нагрузке, то такая порода называется:</p> <p>Ответ: хрупкой, хрупкая</p>
45.	<p>К инфразвуковым, относятся волны с частотой до ... Гц</p> <p>В ответе указать целое число.</p> <p>Ответ: 20</p>
46.	<p>К ультразвуковым , относятся волны с частотой более ... кГц</p> <p>В ответе указать целое число.</p> <p>Ответ: 20</p>
47.	<p>Скорость распространения продольной упругой волны в породе всегда (больше, меньше, равна) скорости распространения поперечной упругой волны.</p> <p>Вставьте пропущенное слово.</p> <p>Ответ: больше</p>
48.	<p>Температура замерзания физически связанной воды в °С?</p> <p>Ответ указать с учетом знака, целым числом.</p> <p>Ответ: -78</p>
49.	<p>Студент выполняет работу «Определение угла естественного откоса разрыхленных горных пород».</p> <p>Угол естественного откоса φ – это угол между свободной поверхностью рыхлой горной массы и горизонтальной плоскостью.</p> <p>Самым простым способом определения угла естественного откоса является определение с помощью жестяного цилиндра без дна: высота цилиндра 1м (или 1 дм), площадь основания 1</p>

м² (или 1 дм²). Диаметр цилиндра будет равен 1,13 м (или 1,13 дм), а объем 1 м³ (или 1 дм³).



Диаметр образовавшегося конуса можно определить по формуле

1. $d_k = \frac{2h_k}{\operatorname{tg}\varphi}$

2. $d_k = \frac{h_k}{\operatorname{tg}\varphi}$

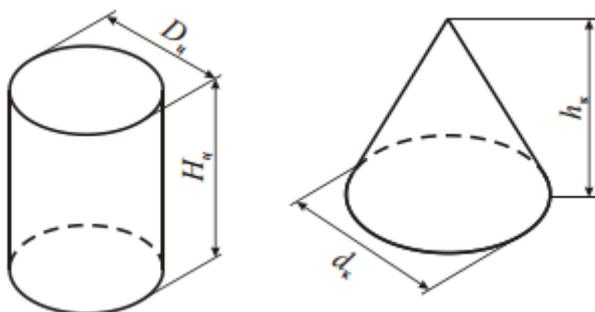
3. $d_k = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2h_k}$

4. $d_k = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{h_k}$

50. Студент выполняет работу «Определение угла естественного откоса разрыхленных горных пород».

Угол естественного откоса φ – это угол между свободной поверхностью рыхлой горной массы и горизонтальной плоскостью.

Самым простым способом определения угла естественного откоса является определение с помощью жестяного цилиндра без дна: высота цилиндра 1 м (или 1 дм), площадь основания 1 м² (или 1 дм²). Диаметр цилиндра будет равен 1,13 м (или 1,13 дм), а объем 1 м³ (или 1 дм³).



Укажите правильный порядок выполнения работы

1. На горизонтальную платформу поставить цилиндр без дна.
2. Насыпать в цилиндр породу, подлежащую испытанию.
3. Медленно поднять цилиндр с целью образования конуса высыпавшейся породой.
4. Измерить высоту и диаметр конуса.

Цифры вводить бес пробелов

Ответ: 1234