

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент **О.И. Казанин**

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Взрывное дело
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент каф. ВД Виноградов Ю.И.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;
- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Взрывное дело».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Виноградов Ю.И.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры «Взрывное дело» от 31.01.2021г., протокол № 8.

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

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы»: является приобретение студентами знаний и представлений о теоретических основах прогнозирования и оценки качества дробления массива горных пород энергией взрыва.

Основные задачи дисциплины:

- изучение характеристик и способов их описания совокупности кусков горной массы;
- изучение теоретических схем образования совокупности кусков горной массы при дроблении;
- изучение закономерностей распределения размеров кусков дробленной горной массы;
- изучение методических принципов измерения кусковатости горной массы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» и изучается в 9 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы» являются «Технология и безопасность взрывных работ», «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании», «Технология взрывных работ при разработке месторождений открытым способом».

Дисциплина «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Экономические основы выбора взрывных технологий в горной промышленности».

Особенностью дисциплины является знание основных методов оценки качества дробления взорванной горной массы, что позволяет рассчитывать параметры буровзрывных работ на заданный гранулометрический состав взорванной горной массы на основании анализа результатов предыдущих взрывов.

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

Процесс изучения дисциплины «Методы исследования гранулометрического состава взорванной горной массы» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность выполнять анализ инженерных изысканий и технико-экономическую оценку условий проведения взрывных работ; определять и выбирать обоснованные решения и основные параметры буровзрывного комплекса, производить расчет параметров и обоснование выбранных проектных решений	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать методы анализа инженерных изысканий для и технико-экономической оценки условий проведения буро-взрывных работ; способы выбора проектных решений, средств и материалов, методы расчета параметров буровзрывного комплекса
		ПКС-3.2. Уметь анализировать результаты инженерных изысканий; производить технико-экономическую оценку условий проведения взрывных работ; обосновывать выбранные проектные решения и средства достижения конечных целей при реализации работ по буровзрывному комплексу
		ПКС-3.3. Владеть методами оценки результатов инженерных изысканий, условий проведения взрывных работ; владеть навыками выбора

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		обоснованных решений и выбора рациональных параметров при реализации работ по буровзрывному комплексу
Способность проводить технико-экономическую оценку решений при производстве буровых и взрывных работ и работ со взрывчатыми материалами, реализовывать в практической деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ, по внедрению новейших средств механизации, процессов и технологий, использовать информационные технологии для выбора рациональных технологических и безопасных параметров ведения буровзрывных работ	ПКС-7	ПКС-7.1. Знать химические формулы, химические и физические свойства основных типов взрывчатых веществ, их технико-экономические показатели; новейшие средства механизации, процессы и технологии производства буровых и взрывных работ; научно-технические достижения в соответствующей отрасли производства и опыт передовых предприятий;
		ПКС-7.2. Уметь рассчитывать параметры превращения взрывчатых веществ при взрыве и анализировать результаты производства взрывных работ; реализовывать в практической деятельности предложения по совершенствованию техники и технологии производства буровзрывных работ, по внедрению новейших средств механизации процессов и технологий в области взрывного дела; контролировать эффективное использование основных и оборотных средств, трудовых ресурсов для выполнения плановых показателей
		ПКС-7.3. Владеть методами и методиками расчётов процессов взаимодействия продуктов взрыва взрывчатых веществ с горными породами; современными средствами вычислительной техники (программными комплексами) при производстве взрывных работ, коммуникаций и связи, уверенной работой в специализированных программных пакетах

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Подготовка к лекциям	2	2
Подготовка к практическим занятиям	2	2
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Дробление горных пород и характеристика кусковатости»	28	10	16	-	2
Раздел 2 «Теоретические схемы дробления горной массы взрывом»	20	10	10	-	-
Раздел 3 «Методы исследования кусковатости горной массы»	24	14	8	-	2
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Дробление горных пород и характеристика кусковатости	Характеристики кусковатости горной массы. Способы описания совокупности кусков горной массы. Аналитические выражения для характеристик гранулометрического состава горной массы.	10
2	Теоретические схемы дробления горной массы взрывом	Статистическая схема Колмогорова. Схема последовательного дробления с пропорциональным размеру изменением прочности кусков. Теоретическая схема дробления слоистого массива. Теоретические схемы дробления, учитывающие реальные свойства горных пород.	10
3	Методы исследования кусковатости горной массы	Методические принципы измерения кусковатости горной массы. Количественный анализ гранулометрического состава горной массы. Фотопланиметрия. Лабораторный анализ планограмм и фотопланограмм. Косвенные методы оценки кусковатости горной массы.	14
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение формы кусков раздробленной горной массы по измерениям их ортогональных максимальных размеров.	5
		Определение среднего линейного размера куска, используя его форму.	5
		Построение гистограмм по данным измерений гранулометрического состава раздробленной горной массы.	6
2	Раздел 2	Изучение способов усреднения совокупности размеров кусков	3

		при гранулометрическом анализе.	
		Изучение мер сравнения различных гранулометрических составов раздробленной горной массы.	4
		Изучение аналитических выражений для характеристик гранулометрического состава горной массы.	3
3	Раздел 3	Изучение статистической схемы процесса дробления Колмогорова А.Н.	4
		Изучение схемы последовательного дробления	2
		Изучение схемы дробления слоистого массива	2
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

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

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

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

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

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

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

#### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

*успеваемости*

**Раздел 1 Дробление горных пород и характеристика кусковатости.**

1. Какими параметрами характеризуется форма и размер куска?
2. Когда определяется упрощенное описание геометрических параметров куска измеряются основные параметры?
3. Как определяется упрощенная форма куска?
4. Как можно записать характеристику формы каждого отдельного куска безотносительно к его действительным размерам?
5. На какие характерные классы можно разделить по форме куски горной массы?

## **Раздел 2. Теоретические схемы дробления горной массы взрывом.**

1. Что такое показатель равномерности дробления (по Л.И. Барону)?
2. Что характеризует коэффициент кондиционности дробления?
3. Укажите эмпирическое соотношение Розина-Раммлера?
4. Какие известные формулы для описания распределения гранулометрического состава являются эмпирическими?
5. Какие известные формулы для описания гранулометрического состава взяты из статистики?

## **Раздел 3. Методы исследования кусковатости горной массы**

1. Как можно представить в графическом виде распределение по логарифмическому закону?
2. Чем является угол наклона прямой к логарифму размеров логнормальном распределении?
3. Что влияет на результаты дробления в схеме последовательного дробления?
4. Как формулируется первая гипотеза теоретической схемы дробления слоистого массива?
5. В чём суть первой гипотезы теоретической схемы дробления слоистого массива?

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

#### ***6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):***

1. 1. Какими параметрами характеризуется форма и размер куска?
2. Когда определяется упрощенное описание геометрических параметров куска измеряются основные параметры?
3. Как определяется упрощенная форма куска?
4. Как можно записать характеристику формы каждого отдельного куска безотносительно к его действительным размерам?
5. На какие характерные классы можно разделить по форме куски горной массы?
6. Что такое показатель равномерности дробления (по Л.И. Барону)?
7. Что характеризует коэффициент кондиционности дробления?
8. Укажите эмпирическое соотношение Розина-Раммлера?
9. Какие известные формулы для описания распределения гранулометрического состава являются эмпирическими?
10. Какие известные формулы для описания гранулометрического состава взяты из статистики?
11. Как можно представить в графическом виде распределение по логарифмическому закону?
12. Чем является угол наклона прямой к логарифму размеров логнормальном распределении?
13. Что влияет на результаты дробления в схеме последовательного дробления?
14. Как формулируется первая гипотеза теоретической схемы дробления слоистого массива?
15. В чём суть первой гипотезы теоретической схемы дробления слоистого массива? Как зависит производительность транспортирования от кусковатости горной массы?
16. Какими зависимостями аппроксимируется реальный гранулометрический состав?
17. При взрыве, что вызывает активацию дефектов структуры среды?
18. Как убывает напряжение в среде с расстоянием при взрыве?
19. На основании какой гипотезы разрушения было обосновано усложнённое распределение размеров кусков?
20. В чём суть гипотезы Гриффитса?
21. На каких предположениях строится функция распределения кусков в теоретической модели дробления, учитывающая реальные свойства горных пород?
22. Что является существенной особенностью теоретической модели дробления, учитывающей реальные свойства горных пород?
23. Какие технологические приёмы свидетельствуют о более правдоподобной схеме последовательного дробления (общая схема А.Н. Колмогорова)?
24. С чем связаны искажения реального грансостава по сравнению со схемой последовательного дробления?
25. Укажите недостатки фотопланиметрического метода?
26. Перечислите основные недостатки косвенных методов измерений грансостава?
27. Как определяется выход негабарита косвенным методом?

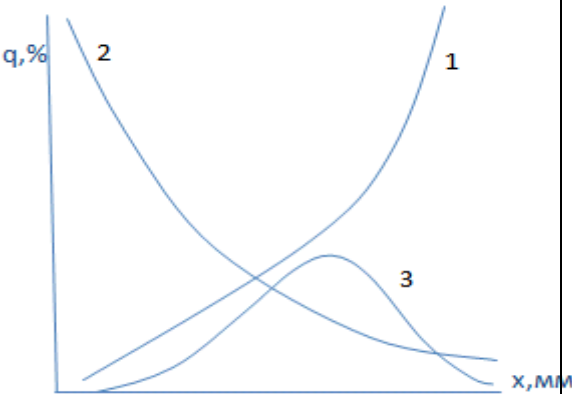
28. На чем основаны косвенные методы определения гранулометрического состава взорванной горной массы?
29. Что такое точечный метод в фотопланиметрии?
30. Какой метод анализа гранулометрического состава наиболее приемлем на практике в подземных условиях?
31. Какую часть распределения гранулометрического состава исследуют при помощи количественного метода?
32. Какое количество исследуемых интервалов для реальной совокупности кусков горной массы должно быть в анализе?
33. Какое количество кусков необходимо измерить для обеспечения точности среднего равной 10% при надежности 0,9 используя количественный метод?
34. Какое количество интервалов необходимо брать при двухмодальном усеченном по максимальному размеру куска закона распределения?
35. Какое минимальное количество материала должно находиться в крайних открытых интервалах?
36. По какой формуле определяется число степеней свободы при оценке соответствия экспериментальных данных той или иной теоретической модели, используя критерий Пирсона?
37. Какие принципиальные вопросы необходимо решить при анализе какой-либо совокупности кусков?
38. Чему равен единый знаменатель для составления интервального ряда размеров кусков грансостава?
39. Что не относится к косвенным методам измерения грансостава?
40. С чем связаны искажения реального грансостава по сравнению со схемой последовательного дробления?

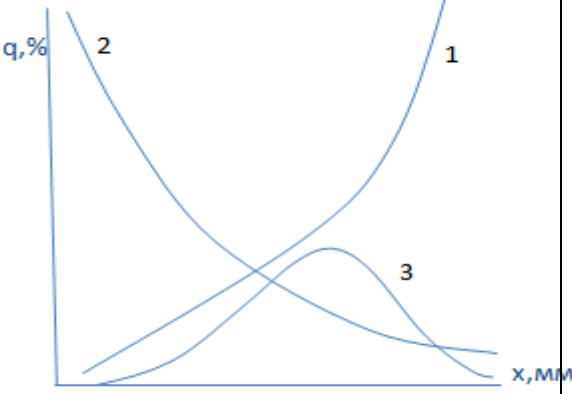
### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1

№ п.п.	Вопрос	Вариант ответа
1.	Какими параметрами характеризуется форма и размер куска?	1. Длиной; 2. Шириной; 3. Длиной, высотой; 4. Длиной, шириной, высотой.
2.	Когда определяется упрощенное описание геометрических параметров куска измеряются основные параметры?	1. Описанного внутри этого куска шара; 2. Описанного внутри этого куска куба; 3. Описанного внутри этого куска параллелепипеда; 4. Описанного вокруг этого куска октаэдра.
3.	Как определяется упрощенная форма куска?	1. измерением ортогональных максимальных размеров; 2. измерением ортогональных минимальных размеров; 3. измерением диагонали вписанного параллелепипеда; 4. измерение диагонали вписанного диаметра шара.
4.	Как можно записать характеристику формы каждого отдельного куска безотносительно к его действительным размерам?	1. $\frac{D}{Ш} \div \frac{T}{Ш}$ ; 2. $D \div Ш \div T$ ; 3. $D \div T$ ; 4. $D \div Ш$ .



№ п.п.	Вопрос	Вариант ответа
5.	На какие характерные классы можно разделить по форме куски горной массы?	1. кубические, столбчатые; 2. удлинено-плиточные, кубические; 3. удлинено столбчатые, плиточные; 4. все выше перечисленное.
6.	Как определяется средний линейный размер или диаметр куска $d_0$ ?	1. $d_0 = \sqrt[3]{D \cdot Ш \cdot T}$ ; 2. $d_0 = \sqrt[2]{D \cdot Ш \cdot T}$ ; 3. $d_0 = D \cdot Ш \cdot T$ ; 4. $d_0 = \sqrt[4]{D \cdot Ш \cdot T}$ .
7.	Среднелинейный размер куска характеризует кусок	1. длиной стороны куба; 2. длиной стороны параллелепипеда; 3. длиной диаметра шара; 4. длиной диагонали прямоугольника.
8.	Какими параметрами характеризуется форма и размер куска?	1. Длиной; 2. Шириной; 3. Длиной, высотой; 4. Длиной, шириной, высотой.
9.	Как можно определить истинный объем куска?	1. замерить его размеры ; 2. замерить его массу; 3. замерить массу и плотность; 4. замерить плотность породы.
10.	Что такое гистограмма плотности распределения?	1. представление данных кусковатости горной массы по простым процентам; 2. представление данных кусковатости горной массы по суммарным процентам (выход по минусу); 3. представление данных кусковатости горной массы по суммарным процентам (выход по плюсу); 4. 2 и 3.
11.	Что такое кумулятивная характеристика совокупности размеров кусков?	1. суммирование процентов по минусу; 2. суммирование процентов по плюсу; 3. 1 и 2; 4. оценка по простым процентам.
12.	Какой из графиков является графическим выражением гранулометрического состава горной массы по плюсу? 	1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. все.

№ п.п.	Вопрос	Вариант ответа
13.	<p>Какой из графиков является графическим выражением гранулометрического состава горной массы по минусам?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1;</li> <li>2. 2;</li> <li>3. 3;</li> <li>4. 1 и 2.</li> </ol>
14.	<p>Как рассчитывается средний арифметический размер куска?</p> <p>где <math>x_i</math> - размер отдельного куска в пределах определенной фракции. <math>f_i</math> - доля кусков определенной фракции; <math>N</math> – общее количество кусков.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x = \frac{\sum x_i}{N}</math>;</li> <li>2. <math>x = \frac{\sum f_i x_i}{100}</math>;</li> <li>3. 1 и 2;</li> <li>4. <math>x = \frac{\sum x_i}{100}</math>.</li> </ol>
15.	<p>Что такое показатель равномерности дробления (по Л.И. Барону)?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистическая мера рассеивания;</li> <li>2. Средний геометрический размер куска;</li> <li>3. Математическое ожидание распределения;</li> <li>4. Стандартное квадратическое отклонение.</li> </ol>
16.	<p>Как определяются величины в распределении Розина-Рамллера?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспериментально по данным кусковатости;</li> <li>2. Это известны статистические величины;</li> <li>3. <math>\alpha</math> - задаётся произвольно и определяется <math>\gamma</math>;</li> <li>4. <math>\alpha</math> и <math>\gamma</math> – является функцией максимального размера куска.</li> </ol>
17.	<p>Какие известные формулы для описания распределения гранулометрического состава являются эмпирическими?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нукиямы-Тонасавы;</li> <li>2. Розина-Рамллера;</li> <li>3. Годена-Андреева;</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
18.	<p>Укажите формулу коэффициента кондиционности дробления?</p> <p>где <math>V</math> - общий объём горной массы, <math>V_H, V_M</math> – объём соответственно негабарита и мелочи.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_{др} = V - (V_H + V_M)/V</math>;</li> <li>2. <math>K_{др} = V - (V_H + V_M)</math>;</li> <li>3. <math>K_{др} = \frac{V - (V_H + V_M)}{V}</math>;</li> <li>4. <math>V - (V_H - V_M)</math>.</li> </ol>
19.	<p>Как формулируется первая гипотеза теоретической схемы дробления слоистого массива?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каждый кусок может быть описан параллелепипедом;</li> <li>2. В каждый кусок может быть вписан шар;</li> <li>3. 1 и 2;</li> <li>4. В каждом куске можно найти две параллельные грани.</li> </ol>

№ п.п.	Вопрос	Вариант ответа
20.	В чём суть первой гипотезы теоретической схемы дробления слоистого массива?	<p>1. В слоистом массиве при разрушении возникают две трещины, пересекающие слоистый уступ на некотором расстоянии друг от друга;</p> <p>2. В слоистом массиве при разрушении возникает несколько трещин, пересекающих слоистый уступ;</p> <p>3. В слоистом массиве при разрушении возникает одна трещина, пересекающая слоистый уступ;</p> <p>4. 2 и 3.</p>

### Вариант 2

№ п.п.	Вопрос	Варианты ответов
1.	Как можно построить графически логнормальный закон распределения?	<p>1. Нарисовать прямую, проходящую через точку с параметрами <math>(\ln x; 50)</math> под углом, котангенс которого равен логарифмической дисперсии;</p> <p>2. Нарисовать прямую линию, проходящую через точку с параметрами <math>(\ln x; 100)</math> под углом, котангенс которого равен логарифмической дисперсии;</p> <p>3. Нарисовать прямую линию, проходящую через точку с параметрами <math>(\ln x; 50)</math> под углом <math>80^\circ</math>;</p> <p>4. Нарисовать прямую, проходящую через точку с параметрами <math>(x; 50)</math>.</p>
2.	Для усреднения логнормального распределения используют преобразованную случайную величину, которая определяется как: где $N$ - число кусков	<p>1. <math>\gamma = \frac{x}{(x_{\max} - x)}</math>;</p> <p>2. <math>\gamma = \frac{x_{\max} - x}{x}</math>;</p> <p>3. <math>\gamma = x_{\max} - x</math>;</p> <p>4. <math>\gamma = \frac{(x_{\max} - x)}{N}</math>.</p>
3.	Назовите минимальное количество независимых параметров распределения грансостава	<p>1. 4;</p> <p>2. 3;</p> <p>3. 6;</p> <p>4. 2.</p>
4.	Какое количество независимых параметров нужно учесть при усечении по плюсу в логнормальном законе распределения?	<p>1. 6;</p> <p>2. 4;</p> <p>3. 2;</p> <p>4. 8.</p>
5.	Укажите формулу определяющую показатель равномерности дробления? где $\sigma$ - стандартное квадратическое отклонение, $X_{cp}$ - средний размер куска	<p>1. <math>K_p = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 10</math>;</p> <p>2. <math>K_p = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 1000</math>;</p>

№ п.п.	Вопрос	Варианты ответов
		3. $K_p = \frac{x_{cp}}{\sigma} \cdot 100;$ 4. $K_p = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 100.$
6.	Какой из указанных коэффициентов кондиционности дробления верный? Где $V$ - общий объем горной массы; $V_H$ и $V_M$ - объем соответственно негабаритных кусков и мелочи.	1. $K_{ДР} = V - (V_H - V_M)/V;$ 2. $K_{ДР} = V + (V_H + V_M)/V;$ 3. $K_{ДР} = V - (V_H + V_M)/V;$ 4. $K_{ДР} = V + (V_H - V_M)/V.$
7.	Какая формула определяет истинный объем куска?	1. $V_H = DШГ / 3,2;$ 2. $V_H = DШГ / 2,2;$ 3. $V_H = DШГ / 1,3;$ 4. $V_H = DШГ \cdot 2,2.$
8.	Какая формула позволяет нам определить эквивалентный сферический диаметр куска? где $V_H$ - истинный объем куба.	1. $d_s = 1,34\sqrt[3]{V_H};$ 2. $d_s = 1,24\sqrt[3]{V_H};$ 3. $d_s = 1,24\sqrt[3]{V_H};$ 4. $d_s = 1,14\sqrt[3]{V_H}.$
9.	Каким соотношением можно записать характеристику каждого отдельного куска взорванной горной массы?	1. $\frac{D}{T} : I : \frac{T}{Ш} = D' : T';$ 2. $\frac{D}{Ш} : I : \frac{T}{Ш} = D' : T';$ 3. $\frac{T}{Ш} : I : \frac{T}{D} = D' : T';$ 4. $\frac{D}{Ш} : I : \frac{D}{T} = D' : T'.$
10.	Каким образом можно определить средний размер куска, если известна площадь его проекции?	1. $d_n = \sqrt[4]{S_{ДШ}};$ 2. $d_n = \sqrt[3]{S_{ДШ}};$ 3. $d_n = \sqrt{S_{ДШ}};$ 4. $d_n = S_{ДШ}^2.$
11.	Что такое гистограмма плотности распределения?	1. представление данных кусковатости горной массы по простым процентам; 2. представление данных кусковатости горной массы по суммарным процентам (выход по минусу); 3. представление данных кусковатости горной массы по суммарным процентам (выход по плюсу); 4. 2 и 3.
12.	Общее число частиц и их распределение по размерам в модели А.Н.Колмогорова рассматриваются как...	1. ...ступенчатая функция времени; 2. ...гамма-распределение; 3. ...логарифмическое распределение; 4. ...нормальное распределение.

№ п.п.	Вопрос	Варианты ответов
13.	Продолжите первое допущение А.Н.Колмогорова для модели последовательного дробления: «Вероятность за промежуток времени из одной частицы получить $n$ частиц...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ...не зависит от абсолютных размеров частиц;</li> <li>2. ...от характера дробления других частиц;</li> <li>3. ...от результатов предшествующего дробления;</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
14.	Продолжите второе допущение в схеме А.Н.Колмогорова: «Математическое ожидание общего числа частиц, получившихся за промежуток времени из одной частицы...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ...конечно и больше единицы;</li> <li>2. ...ступенчато;</li> <li>3. ...по геометрической прогрессии;</li> <li>4. ...по арифметической прогрессии.</li> </ol>
15.	О чём свидетельствуют первые два допущения, сделанные А.Н.Колмогоровым при выводе кинетико-статистической гипотезы дробления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дробление частиц осуществляется последовательно;</li> <li>2. Дробление частиц осуществляется ступенчато;</li> <li>3. Дробление частиц осуществляется по геометрической прогрессии;</li> <li>4. Дробление частиц осуществляется по арифметической теории.</li> </ol>
16.	Общая схема А.Н.Колмогорова ограничивается случаем, когда...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ...распределение размеров частиц не зависит от абсолютных размеров исходных частиц;</li> <li>2. ...скорость дробления является функцией размера исходных частиц;</li> <li>3. ...скорость дробления зависит от скорости приложения нагрузки;</li> <li>4. 2 и 3.</li> </ol>
17.	Чем отличается общая схема последовательного дробления от реального распределения размеров кусков?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не отличается;</li> <li>2. Изменение прочности кусков является функцией его размеров;</li> <li>3. Скорость разрушения зависит от размера куска;</li> <li>4. 2 и 3.</li> </ol>
18.	Что влияет на результаты дробления в схеме последовательного дробления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Размер куска;</li> <li>2. Изменение прочности с изменением размера куска;</li> <li>3. 1 и 2;</li> <li>4. Время приложения нагрузки.</li> </ol>
19.	Что меняет в логнормальном законе распределения влияние размера куска на его прочность?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прибавляет третий независимый параметр к логарифмической дисперсии и мат. ожиданию;</li> <li>2. Прибавляет ещё два независимых параметра к логарифмической дисперсии и мат. ожиданию;</li> <li>3. Прибавляет ещё четыре независимых параметра к логарифмической дисперсии и мат. ожиданию;</li> <li>4. Не меняет ничего.</li> </ol>
20.	Как формулируется первая гипотеза теоретической схемы дробления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каждый кусок может быть описан параллелепипедом;</li> </ol>

№ п.п.	Вопрос	Варианты ответов
	слоистого массива?	2. В каждый кусок может быть вписан шар; 3. 1 и 2; 4. В каждом куске можно найти две параллельные грани.

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Как классифицируются методы определения грансостава горной массы?	1. На прямые и количественный; 2. На фотопланометрические и количественные; 3. На прямые и косвенные; 4. На количественные и планометрические.
2.	Что не относится к прямым методам измерения грансостава?	1. Количественный анализ; 2. Фотопланометрический; 3. 1 и 2; 4. Учет ВВ на вторичное дробление.
3.	Что не относится к косвенным методам измерения грансостава?	1. Учет ВВ на вторичное дробление; 2. Учет кол-ва параметров при дроблении негабарита; 3. Производительность экскаватора; 4. Фотопланометрия.
4.	Что лежит в основе выбора последовательности интервалов размеров кусков при исследовании грансостава?	1. Геометрическая прогрессия; 2. Экспоненциальный закон; 3. Арифметическая прогрессия; 4. Все вышеперечисленное.
5.	Чему равен единый знаменатель для составления интервального ряда размеров кусков грансостава?	1. $\sqrt{2}$ ; 2. $3\sqrt{4}$ ; 3. $\sqrt{6}$ ; 4. 2.
6.	Ряд средних размеров интервалов различных фракций строится по формуле бесконечной геометрической прогрессии $A_n = A_i * q^{(n-1)}$ , где n - это	1. Знаменатель геометрической прогрессии; 2. Номер интервального ряда; 3. Первый член геометрической прогрессии; 4. Максимальный размер исследуемой совокупности кусков.
7.	Чему равен q в формуле бесконечной геометрической прогрессии $A_n = A_i * q^{(n-1)}$ ?	1. $\sqrt{2}$ ; 2. 10; 3. $3\sqrt{2}$ ; 4. 2 и 3.
8.	Какие принципиальные вопросы необходимо решить при анализе какой-либо совокупности кусков?	1. Обоснование объема необходимой выборки; 2. Правила отбора той части совокупности, по которой проводится анализ; 3. 1 и 2; 4. Выбор последовательности.
9.	По какой формуле определяется число степеней свободы при оценке соответствия экспериментальных данных	1. $K = n - (m-1)$ ; 2. $K = n + (m-1)$ ; 3. $K = n - (m+1)$ ;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	той или иной теоретической модели, используя критерий Пирсона?	4. 1,2,3.
10.	Минимальное количество интервалов анализа если распределение размеров кусков подчиняется логнормальному закону	1. 4; 2. 6; 3. 2; 4. 8.
11.	Количество степеней свободы при сравнении теоретической статистической модели с реальными параметрами распределения должно быть больше	1. 0; 2. 1; 3. 2; 4. 3.
12.	Минимальное количество интервалов анализа при усечении логнормального закона распределения	1. 6; 2. 5; 3. 4; 4. 8.
13.	При открытых границах крайних интервалов (0-100 или >1000) минимальное количество интервалов должно быть?	1. 8; 2. 6; 3. 10; 4. 12.
14.	Какое минимальное количество материала должно находиться в крайних открытых интервалах?	1. 17%; 2. 5%; 3. 30%; 4. 10%.
15.	При многомодальном распределении количество исследуемых интервалов определяется по зависимости	1. $k = n - (l \cdot m - 1)$ ; 2. $k = n + (l \cdot m - 1)$ ; 3. $k = n + l \cdot m$ ; 4. $k = n - l \cdot m$ , где $l$ – число исследуемых законов распределения, $m$ – количество независимых параметров.
16.	Какое количество интервалов необходимо брать при двухмодальном усеченном по максимальному размеру куску закона распределения?	1. 6; 2. >7; 3. >10; 4. 8.
17.	Какой способ анализа гранулометрического состава не зависит от крупности анализируемого материала?	1. Фотопланиметрический; 2. Ситовой; 3. Количественный; 4. 1 и 2.
18.	Какое количество кусков необходимо измерить для обеспечения точности среднего равной 10% при надежности 0,9 используя количественный метод?	1. 200; 2. 150; 3. 100; 4. 1500.
19.	Для определения среднего арифметического с той же точностью, что и среднего геометрического необходимо:	1. В 2 раза больше куска; 2. Столько же; 3. В 2 раза меньше; 4. В 3 раза больше.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Необходимая поверхность при фотопланиметрии определяется зависимостью: $F = N_m \cdot d_n^2$ где $N_m$ – это	1. Объем выборки количества частиц; 2. Площадь, которая фотографируется; 3. Количеству кусков во взорванной горной массе; 4. 2 и 3.

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

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

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

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Авдохин Виктор Михайлович Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : В 2 т. Т. 1 . Обогащительные процессы / В.М.Авдохин. - М. : Изд-во МГГУ, 2001. - 417 с.
2. Авдохин, Виктор Михайлович Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : В 2 т. Т. 2. Технологии обогащения полезных ископаемых / В.М.Авдохин. - М. : Изд-во МГГУ, 2019. - 310 с.



3. Макарьев, Владимир Петрович. Статистические модели взрывного разрушения и методы исследования кусковатости : Учеб. пособие / Науч. ред. Р.Э.Рикенглаз; Ленингр. горн. ин-т. - Л. : ЛГИ, 2017. - 88 с..

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч.II. Разрушение горных пород при бурении. [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2020. — 106 с.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
18. Электронная версия научно-технического журнала «Горный информационно-аналитический бюллетень»: [www.GIAB-online.ru](http://www.GIAB-online.ru)
19. Международный информационный портал горнодобывающей промышленности: [www.infomine.com](http://www.infomine.com)
20. Информационный портал горнодобывающей промышленности РФ: [www.russia.infomine.com](http://www.russia.infomine.com)
21. Специализированный научно-информационный портал «Горное дело»: [www.gornoe-delo.ru](http://www.gornoe-delo.ru)
22. Глобальная он-лайн библиотека по горному делу и минеральным ресурсам: [www.OneMine.org](http://www.OneMine.org)
23. Информационный портал общества горных инженеров США [www.smenet.org](http://www.smenet.org)

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

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

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Мебель и оснащение: 36 посадочных мест, стол аудиторный - 18 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул - 40 шт., трибуна - 1 шт., шкаф преподавателя ArtM -1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S - 1 шт., доска интерактивная Polyvision evo 2610A -1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 75(i) - 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 - 1 шт., компьютер Comprimir - 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 - 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 -1 шт., монитор ЖК «17» Dell - 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST -1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter - 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 - 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln - 1 шт., устройство светозащитное - 3 шт., крепление SMS Projector - 1 шт., плакаты в рамках -6 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий.**

Мебель и оснащение: 36 посадочных мест, стол аудиторный - 18 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул - 40 шт., трибуна - 1 шт., шкаф преподавателя ArtM -1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S - 1 шт., доска интерактивная Polyvision evo 2610A -1 шт., источник бесперебойного питания Poverware 5115 75(i) - 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 - 1 шт., компьютер Comprimir - 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 - 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 -1 шт., монитор ЖК «17» Dell - 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST -1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter - 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 - 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln - 1 шт., устройство светозащитное - 3 шт., крепление SMS Projector - 1 шт., плакаты в рамках -6 шт.

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

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером - 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета - 17 шт., мультимедийный проектор - 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа - 1 шт. (системный блок, мониторы - 2 шт.), стол - 18 шт., стул - 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows XP Professional;
- Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011;
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007. Перечень лицензионного программного обеспечения:
- Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011;
- Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010;
- CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»;
- Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1;
- Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО);
- Quantum GIS (свободно распространяемое ПО);
- Python (свободно распространяемое ПО);
- R (свободно распространяемое ПО);
- Rstudio (свободно распространяемое ПО);
- SMath Studio (свободно распространяемое ПО);
- GNU Octave (свободно распространяемое ПО); Scilab (свободно распространяемое ПО).

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

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012);

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

- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор №Д810(223)-12/17 от 11.12.2017).

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

1. Microsoft Windows 7 Professional
2. Microsoft Office 2007 Standard
3. Microsoft Windows XP Professional