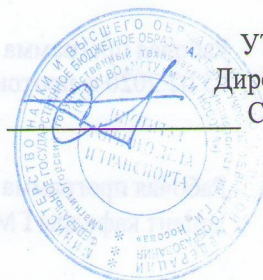


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***ДРОБЛЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ И ГРОХОЧЕНИЕ***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы  
21.05.04 специализация № 6 "Обогащение полезных ископаемых"

Уровень высшего образования - специалист


Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	3, 4
Семестр	6, 7

Магнитогорск  
2019 год

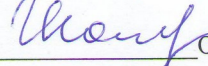
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
23.01.2020, протокол № 5

Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ГМДиОПИ, канд. техн. наук  О.П. Шавакулева

Рецензент:  
ведущий специалист горно-обогатительного направления агло-коксо-доменной группы НТЦ ПАО «ММК», канд. техн. наук  М.А. Цыгалов

### Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от 03 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Дробление, измельчение и грохочение» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 21.05.04 Горное дело.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Дробление, измельчение и грохочение входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Физика

Математика

Информатика

Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика

Теоретическая механика

Прикладная механика

Геология

Электротехника

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Гравитационный метод обогащения

Магнитные и электрические методы обогащения

Флотационный метод обогащения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Технология обогащения полезных ископаемых

Проектирование обогатительных фабрик

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Дробление, измельчение и грохочение» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Знать	сущность и знание дробления, грохочения и измельчения в развитии современного общества; основные закономерности функционирования процессов рудоподготовки на различных предприятиях; принципы решений стандартных задач дробления, грохочения и измельчения; основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; методологию поиска научной и технической информации в сети интернет и специализированных базах данных



Уметь	на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности решать стандартные задачи; использовать базовые знания о дроблении, грохочении и измельчении для решения исследовательских профессиональных задач; проводить поиск научной и технической информации с использованием общих и специальных баз данных
Владеть	методами решения стандартных задач профессиональной деятельности; навыками разработки специализированных программ для решения задач профессиональной сферы деятельности; навыками управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач
ПК-4 готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при рудоподготовки полезных ископаемых
Уметь	выбирать технологию производства работ по дроблению, грохочению и измельчению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения конечных крупностей
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по рудоподготовки минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства
ПК-6 использованием нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов	
Знать	основные правила нахождения глобальной сети требуемой информации
Уметь	находить в глобальной сети требуемой информации
Владеть	современными компьютерными приложениями для составления технического документа
ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	
Знать	основные тенденции развития инновационных решений по дроблению, грохочению и измельчению твердых полезных ископаемых
Уметь	применять изученные тенденции развития инновационных решений по дроблению, грохочению и измельчению твердых полезных ископаемых
Владеть	тенденциями развития инновационных решений по дроблению, грохочению и измельчению твердых полезных ископаемых

ПСК-6.2 способностью выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию	
Знать	закономерности разрушения руды на основе применения механических сил
Уметь	обосновать принятые технологические решения; выполнять технические чертежи деталей и элементов конструкций
Владеть	методами эффективной эксплуатации рудоподготовительной техники
ПСК-6.3 способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования	
Знать	принцип действия, устройство и технические характеристики дробилок, грохотов и мельниц; процессы рудоподготовки минеральных продуктов и отходов обогащения
Уметь	анализировать результаты исследований в области дроблению, грохочению и измельчению; выбирать тип и рассчитывать число требуемых аппаратов и машин для дробления, грохочения и измельчения
Владеть	методами эффективной эксплуатации дробилок, грохотов и мельниц
ПСК-6.4 способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик	
Знать	все этапы производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования
Уметь	анализировать все этапы производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования
Владеть	процессами производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования
ПСК-6.5 готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств	
Знать	принципы и методы создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств
Уметь	применять принципы и методы создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств
Владеть	принципами и методами создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 200,75 акад. часов;
- аудиторная – 193 акад. часов;
- внеаудиторная – 7,75 акад. часов
- самостоятельная работа – 51,55 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение								
1.1 1.1. Предмет и содержание курса. Дробление, измельчение и грохочение, как основные процессы рудоподготовительно-обогащения полезных обогатительных фабрик, их место в общей схеме обогащения полезных	6	2			1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
1.2 1.2. Факторы, определяющие крупность исходной руды, дробленого материала, подготовленного к обогащению продукта и конечную крупность измельчения промежуточных продуктов	6					Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
Итого по разделу		2			1			
2. 2. Крупность зернового материала проб								
2.1 2.1. Гранулометрический анализ и ситовые характеристики. Уравнения характеристик крупности (Годена-Андреева, Розена-Рамлера и др.)	6	4	4/2И		1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторной работы	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
2.2 2.2. Разделение материалов по крупности. Шкала и модули классификации, основание шкал	6	4			1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №2	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
Итого по разделу		8	4/2И		2			



3. 3. Грохочение полезных ископаемых								
3.1 3.1. Назначение операций грохочения и их эффективность. Факторы, влияющие на эффективность грохочения	6	4			1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №3	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
3.2 3.2. Просеивающие поверхности, коэффициент живого сечения сит, вероятность прохождения единичного зерна через отверстие сита		4	4/2И		1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
Итого по разделу		8	4/2И		2			
4. 4. Оборудование для грохочения								
4.1 4.1. Классификация грохотов, их кинематические схемы и конструкции	6	4	4/3И		1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
4.2 4.2. Расчеты операций грохочения. Выбор и расчет грохотов и их компоновка с основным технологическим оборудованием		4			2	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №4	ОПК-1, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4
4.3 4.3. Эксплуатация и правила обслуживания грохотов		2			1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №4	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
Итого по разделу		10	4/3И		4			
5. 5. Основы теории процессов дезинтеграции								
5.1 5.1. Физические основы процессов дробления и измельчения. Физико-механические свойства горных пород	6	3	4/1И		1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
5.2 5.2. Разрушение хрупких тел. Гипотезы дробления. Способы дробления и измельчения		3			1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
5.3 5.3. Степень дробления. Стадиальность схем дробления и измельчения. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала		3			2	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
5.4 5.4. Схемы дробления и измельчения. Режимы работы отделений дробления и измельчения		3				Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №5	ОПК-1, ПСК-6.2, ПСК-6.5
Итого по разделу		12	4/1И		4			

6. 6. Оборудование для дробления								
6.1	6.1. Щековые дробилки, их классификация и область использования. Конструкции щековых дробилок с простым и сложным качанием щеки. Конструкция вибрационной щековой дробилки. Технические характеристики щековых дробилок. Расчет производительности щековых дробилок	6	3	6/2И	1,95	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
6.2	6.2. Конусные дробилки, их классификация и область использования. Конструкции конусных дробилок крупного, среднего и мелкого дробления. Конструкция конусной инерционной дробилки. Технические характеристики конусных дробилок. Дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочной щели. Практика использования конусных дробилок		3	6/2И	1,5	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
6.3	6.3. Валковые дробилки. Принцип действия, область применения, степень дробления, производительность и регулировка крупности дробимого материала. Правила технической эксплуатации и техники безопасности при обслуживании дробилок. Конструкция валковой дробилки высокого давления		3	6/2И	1	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
6.4	6.4. Дробилки ударного действия. Конструкции молотковых, роторных и центробежных дробилок. Принцип действия, область применения, степень дробления, производительность и регулировка крупности дробимого материала. Правила технической эксплуатации и техники безопасности при обслуживании дробилок		2		1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №6	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
Итого по разделу			11	18/6И	5,45			
Итого за семестр			51	34/14И	18,45		экзамен	

7. 7. Оборудование для измельчения								
7.1 7.1. Классификация мельниц по измельчающей среде, способу разгрузки и длине барабана. Конструкции мельниц различных типов (стержневых, шаровых с центральной разгрузкой и разгрузкой через решетку, мельниц са-	7	6	2		5	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.2 7.2. Компонировка мельниц и сопряжение с классифицирующим оборудованием.		4	2	2		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.3 7.3. Механика барабанных мельниц. Скоростные режимы работы, критическая скорость вращения барабана. Полезная мощность, потребляемая мельницами. Оптимальная скорость вращения мельницы		4	7/4И	2	4	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.4 7.4. Мелющие тела, закономерности их износа, рационализация шаровой загрузки в мельнице. Эксплуатация мельниц		4	7/4И	2	4	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.5 7.5. Кинетика измельчения		3	11/5И	2	4	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.6 7.6. Характеристики пульпы, их влияние на результаты измельчения и приемы регулирования технологического процесса. Определение циркулирующей нагрузки по результатам опробования		3	11/4И	2	4	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.7 7.7. Производительность мельниц		3	14/5И	2	4	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Защита лабораторных работ	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.8 7.8. Правила технической эксплуатации барабанных мельниц		3		2/2И	4	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5

7.9 7.9.Конструкции, область использования мельниц Vertimill и центробежной мельницы	3		2/2И	4,1	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
7.10 7.10. Основные направления по разработке нового оборудования и технологических схем подготовки полезных ископаемых к обогащению	3		2/2И		Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №7	ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
Итого по разделу	36	54/22И	18/6И	33,1			
Итого за семестр	36	54/22И	18/6И	33,1		зачёт,кр	
8. Итого по дисциплине							
8.1 Экзамен	6						ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-19, ПСК-6.2, ПСК-6.3, ПСК-6.4, ПСК-6.5
Итого по разделу							
Итого за семестр	51	34/14И		18,45		экзамен	
Итого по дисциплине	87	88/36И	18/6И	51,55		экзамен, курсовая работа, зачет	ОПК-1,ПСК-6.2,ПСК-6.5,ПК-4,ПК-6,ПК-19,ПСК-6.3,ПСК-6.4

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Дробление, измельчение и грохочение» применяются различные виды образовательных технологий.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Игровые технологии – организация образовательного процесса, основанная на реконструкции моделей поведения в рамках предложенных сценарных условий.

Формы учебных занятий с использованием игровых технологий:

Учебная игра – форма воссоздания предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности специалиста, моделирования таких систем отношений, которые характерны для этой деятельности как целого.

Деловая игра – моделирование различных ситуаций, связанных с выработкой и

принятием совместных решений, обсуждением вопросов в режиме «мозгового штурма», реконструкцией функционального взаимодействия в коллективе и т.п.

Ролевая игра – имитация или реконструкция моделей ролевого поведения в предложенных сценарных условиях.

4. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность студентов осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

5. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

6. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**  
Представлено в приложении 1.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**  
Представлены в приложении 2.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**а) Основная литература:**

1. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.М. Авдохин. - 4-е изд., стер. - Москва : Горная книга, [б. г.]. - Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых - 2017. - 312 с. - ISBN 978-5-98672-465-2. -Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/111337>

2. Дегодя, Е.Ю., Шавакулева, О.П. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>

3. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие /ЛукинаК.И., ЯкушкинВ.П., МуклаковаА.Н. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 224 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501567> - Загл. с экрана. –ISBN 978-5-16-010748-6.

**б) Дополнительная литература:**

1. Думов А.М., Выбор и расчет технологического обогатительного оборудования для переработки минерального сырья : учеб. пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. - М.: МИСиС, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-907061-99-6 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061996.html> (дата обращения: 16.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Авдохин В.М., Основы обогащения полезных ископаемых. В 2 т. Т. 1 : Учебник для вузов / Авдохин В.М. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2018. - 420 с. (ОБО-ГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ) - ISBN 978-5-98672-473-7 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986724737.html> (дата обращения: 16.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. – С-Пб, 2007. 439 с.

4. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.1 Процессы аппараты: Учебник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.

5. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.II Технология обогащения полезных ископаемых: Учебник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.

6. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд: Учеб. пособ. В 2 кн. – М.: Издательство МГГУ, 2005.

7. Шилаев В.П. Основы обогащения полезных ископаемых. Уч. пособие для вузов. – М.: Недра, 1986.- 296 с.

8. Справочник по обогащению руд. В 3 т. /Под ред. Богданова О.С.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983.

10. Пивняк Г.Г., Вайсберг Л.А., Кириченко В.И. и др. Измельчение. Энергетика и технология: Уч.пособие. – М.: ИД Руда и Металлы, 2007. – 295 с.

11. Бедрань Н.Г., Скоробогатова Л.М. Переработка и качество полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986.- 296 с.

12. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т1: Обогащительные процессы: Учебник. М.: МГТУ, 2006 – 417 с.





13. Думов А.М., Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учеб. пособие / Думов А.М. - М. : МИСиС, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-906846-45-7 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846457.html> (дата обращения: 16.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

14. Юшина Т.И., Обогащение полезных ископаемых : учеб.-метод. указания / Т.И. Юшина, А.А. Николаев, Т.С. Николаева, А.М. Думов. - М. : МИСиС, 2019. - 64 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_490.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_490.html) (дата обращения: 16.09.2020). - Режим доступа: по подписке.

15. Периодические издания: «Обогащение руд», реферативный журнал «Горное дело», «Горный журнал», «Известия высших учебных заведений».

#### **в) Методические указания:**

1. Шавакулева О.П. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Дробление, измельчение и грохочение» для обучающихся по специальности 130405.65 всех форм обучения. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015– 37 с. Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/mod/folder/view.php?id=927695>

2. Шавакулева, О.П., Гришин, И.А. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению: учеб.пособие / О.П. Шавакулева, И.А. Гришин - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. с. 106. Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/mod/folder/view.php?id=927695>

3. Дегодя Е.Ю., Шавакулева О.П. Переработка полезных ископаемых [Электронный ресурс] : практикум / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>

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

<https://e.lanbook.com/book/111337> Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.М. Авдохин. - 4-е изд., стер. - Москва : Горная книга, [б. г.]. - Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых - 2017. - 312 с. - ISBN 978-5-98672-465-2.

<https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru> Дегодя, Е.Ю., Шавакулева, О.П. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501567> Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие //ЛукинаК.И., ЯкушкинВ.П., МуклаковаА.Н. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 224 с.

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907061996.html> Думов А.М., Выбор и расчет технологического обогатительного оборудования для переработки минерального сырья : учеб. пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. - М.: МИСиС, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-907061-99-6 - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт].

#### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно



## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

Учебная аудитория для проведения практических занятий Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий.

1. Лабораторная установка щековой дробилки;
2. Лабораторная установка конусной дробилки крупного дробления;
3. Лабораторная установка валковой дробилки;
4. Лабораторная установка механического встряхивателя;
5. Лабораторная установка шаровой мельницы;
6. Лабораторная установка мельницы с вращающейся осью;
7. Лабораторная установка инерционного грохота;
8. Прибор ПСХ-4 для определения удельной поверхности;
9. Непрерывная установка, включающая шаровую мельницу и классификатор;
10. Набор сит КСИ;
11. Стандартный набор сит;
12. Модель зубчатой дробилки;
13. Модель плоскокачающегося грохота;
14. Модель щековой дробилки со сложным качанием щеки;
15. Фрагменты просеивающих поверхностей

Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

По дисциплине «Дробление, измельчение и грохочение» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты лабораторных, контрольных работ.

Оценочные средства для проведения текущей аттестации

### **Тесты для самопроверки:**

Вариант 1

1. Руда, поступающая с карьера, имеет максимальную крупность:

- 1) до 2000 мм;
- 2) до 100 мм;
- 3) до 1200 мм;
- 4) до 1500 мм;
- 5) до 500 мм.

2. Под классом крупности понимают:

- 1) абсолютный размер частиц;
- 2) массу зерен ограниченных верхним и нижним предельными размерами;
- 3) диаметр частиц определенной крупности;
- 4) длину, ширину, толщину частиц;
- 5) средний диаметр частиц.

3. Суммарная характеристика вогнутого вида свидетельствует о:

- 1) преобладании крупных зерен в материале;
- 2) равномерном распределении зерен различной крупности;
- 3) преобладании мелких зерен в материале;
- 4) не позволяет судить о крупности частиц в материале;
- 5) преобладании мелких и крупных зерен в материале.

4. Модулем шкалы грохочения называется:

- 1) отношение размеров двух смежных сит: большего к меньшему;
- 2) разница между ячейками сит;
- 3) последовательный ряд сит;
- 4) стандартное значение 2;
- 5) отношение размеров сит: меньшего к большему.

5. Процесс эффективного сухого грохочения прекращается при содержании влаги в материале:

- 1) 25 %;
- 2) 50%;

- 3) 5 %;
- 4) 12%;
- 5) 30 %.

**6. Зерна примерно равные размеру отверстия сита называют:**

- 1) не проходящими;
- 2) легкими;
- 3) промежуточными;
- 4) трудными;
- 5) затрудняющими.

**7. Продукт, проходящий через отверстия сита, называется:**

- 1) верхним;
- 2) прошедшим;
- 3) верхним;
- 4) подрешетным;
- 5) ситовым.

**8. Формула для определения эффективности грохочения:**

- 1)  $E = \frac{C}{Q} \cdot 10^4$ ;
- 2)  $E = \frac{C}{Q}$ ;
- 3)  $E = \frac{C}{Q \cdot \alpha} \cdot 10^4$ ;
- 4)  $E = \frac{T}{Q \cdot \theta} \cdot 10^4$ ;
- 5)  $E = \frac{C}{Q \cdot \alpha}$ ;

**9. В конусных дробилках используют следующие способы разрушения руды:**

- 1) раскалывание и истирание;
- 2) раздавливание и истирание;
- 3) раскалывание и раздавливание;
- 4) истирание и удар;
- 5) раздавливание и удар.

**10. Под завалом могут работать дробилки:**

- 1) конусные;
- 2) валковые;
- 3) центробежные;
- 4) молотковые;
- 5) щековые.

**11. Дробилками периодического действия являются:**

- 1) валковые;
- 2) щековые;
- 3) конусные;
- 4) центробежные;
- 5) роторные.

**12. Угол при вершине дробящего конуса в дробилке КМД:**

- 1) около 160°;
- 2) около 60°;
- 3) около 100°;
- 4) около 80°;
- 5) около 40°.

**13. Предварительное грохочение используется:**

- 1) при большой крупности материала;
- 2) перед последней стадией дробления;

- 3) всегда используют;
- 4) при высоком коэффициенте загрузки сопряженной дробилки;
- 5) при большом содержании мелочи в дробленом продукте.

#### Вариант 2

1. Эффективность грохочения равняется 100% при:
  - 1) при отсутствии мелкого класса в надрешетном материале;
  - 2) при отсутствии мелкого класса в исходном материале;
  - 3) при отсутствии крупного класса в исходном материале;
  - 4) при отсутствии мелкого класса в подрешетном материале;
  - 5) при отсутствии крупного класса в надрешетном материале.
2. Для грохочения крупнокускового материала применяется:
  - 1) инерционный грохот;
  - 2) колосниковый грохот;
  - 3) гирационный грохот;
  - 4) валковый грохот;
  - 5) качающийся грохот.
3. Коэффициентом живого сечения называется:
  - 1) площадь сита;
  - 2) отношение площади отверстий сита в свету к общей его площади;
  - 3) отношение площади сита к площади отверстий сита в свету;
  - 4) площадь отверстий сита;
  - 5) площадь сита в свету.
4. Дробление относится к процессу:
  - 1) основному;
  - 2) вспомогательному;
  - 3) второстепенному;
  - 4) физическому;
  - 5) подготовительному.
5. После крупного дробления получают материал крупностью:
  - 1) 100-0 мм;
  - 2) 350-0 мм;
  - 3) 300-10 мм;
  - 4) 500-50 мм;
  - 5) 500-100 мм.
6. К дробилкам ударного действия относятся:
  - 1) валковые;
  - 2) молотковые;
  - 3) щековые;
  - 4) мелющие;
  - 5) конусные.
7. Степень дробления есть:
  - 1) отношение размера разгрузочной щели к размеру максимального куска после дробления;
  - 2) отношение размера загрузочного отверстия к размеру максимального куска перед дроблением;
  - 3) отношение размера максимального куска перед дроблением к размеру максимального куска после дробления;
  - 4) отношение размеров разгрузочных щелей дробилок двух смежных стадий;
  - 5) отношение максимального куска в руде к минимальному.
8. Для дробления крупной руды в первой стадии чаще используют:
  - 1) центробежные дробилки;

- 2) валковые дробилки;
- 3) вибрационные дробилки;
- 4) щековые дробилки;
- 5) роторные дробилки.

**9. Эффективность грохочения выше у грохота:**

- 1) барабанного;
- 2) колосникового;
- 3) инерционного;
- 4) валкового;
- 5) плоскокачающегося.

10. Наиболее благоприятным режимом работы шаровой мельницы первой стадии измельчения является:

- 1) смешанный;
- 2) каскадный;
- 3) водопадный;
- 4) центрифугирующий;
- 5) текущий.

**11. Скорость, при которой шары в мельнице вращаются вместе с барабаном:**

- 1) конечная;
- 2) оптимальная;
- 3) критическая;
- 4) общая;
- 5) начальная.

**12. Режим работы стержневых мельниц:**

- 1) центрифугирующий;
- 2) смешанный;
- 3) текущий;
- 4) водопадный;
- 5) каскадный.

**13. Оптимальный коэффициент заполнения мельницы шарами:**

- 1) 25 %;
- 2) 45 %;
- 3) 60 %;
- 4) 75 %;
- 5) 80 %.

**Вариант 3**

1. Недостатком щековой дробилки с простым качанием щеки является:

- 1) простая конструкция
- 2) не может работать под «завалом»
- 3) не требует большой высоты здания
- 4) не пригодна для дробления вязких и глинистых материалов
- 5) недостатков нет

**2. Рабочим органом центробежной дробилки является:**

- 1) валки;
- 2) диск;
- 3) щека;
- 4) молотки;
- 5) конус.

**3. Степень дробления щековых дробилок составляет:**

- 1) 5-10;
- 2) 2-10;
- 3) 2-3;
- 4) до 10;

5) 3-5.

**4. Для измельчения материала крупностью 40-0 мм применяют:**

- 1) шаровую с разгрузкой через решетку;
- 2) стержневую с центральной разгрузкой;
- 3) шаровую с центральной разгрузкой;
- 4) стержневую с разгрузкой через решетку;
- 5) мельницу самоизмельчения.

**5. Для подачи материала в мельницу используют:**

- 1) питатели;
- 2) конвейеры;
- 3) трубы;
- 4) направляющие желоба;
- 5) улиты.

**6. Предварительное грохочение перед дроблением является:**

- 1) самостоятельным;
- 2) вспомогательным;
- 3) подготовительным;
- 4) индивидуальным;
- 5) поверочным.

7. Для разделения смеси минеральных зерен по крупности на основе различия конечных скоростей падения применяют:

- 1) грохоты;
- 2) классификаторы;
- 3) сепаратор;
- 4) сита;
- 5) мельницы.

**8. В дроблении материала не существует способа разрушения:**

- 1) раздавливание;
- 2) излом;
- 3) натирание;
- 4) истирание;
- 5) удар.

**9. На глинистой руде лучше работают дробилки:**

- 1) центробежные;
- 2) валковые;
- 3) конусные;
- 4) щековые;
- 5) инерционные.

**10. При попадании металла в пасть щековой дробилки происходит:**

- 1) остановка дробилки;
- 2) дальнейшая работа;
- 3) порыв текструп;
- 4) разрушение привода;
- 5) излом распорной плиты.

11. Регулировка размера разгрузочной щели у конусной дробилки для среднего и мелкого дробления осуществляется:

- 1) заменой подвижного конуса;
- 2) перемещением подвижного конуса;
- 3) заменой электродвигателя;
- 4) перемещением неподвижного конуса;
- 5) заменой неподвижного конуса.

12. Эффективная величина циркулирующей нагрузки в первой стадии измельчения составляет:



- 1) 600 %;
- 2) 200 %;
- 3) 350 %;
- 4) 400 %;
- 5) 500 %.

**13. Крупность загружаемых в мельницу шаров зависит от:**

- 1) количества перерабатываемой руды;
- 2) крупности слива;
- 3) крупности подаваемой руды;
- 4) влажности руды;
- 5) массовой доли ценного компонента.

**Контрольная работа №1**

Основные понятия в области подготовки сырья к обогащению.

**Контрольная работа №2**

По представленным данным построить ситовую характеристику. По графику определить: максимальный размер материала в пробе, средний размер, преобладание частиц, частный выход классов.

**Контрольная работа №3**

Виды грохочений. Назначение операций грохочения.

**Контрольная работа №4**

Представить эскиз инерционного грохота. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

**Контрольная работа №5**

Рассчитать по представленным данным степень дробления и начертить схему дробления.

**Контрольная работа №6**

Представить эскиз конусной дробилки КМД. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

**Контрольная работа № 7**

Представить эскиз мельницы самоизмельчения. Написать принцип работы, регулировку оборудования и область применения.

**Примерный перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Факторы, определяющие конечную крупность дробленой и готовой руды к обогащению;
2. Средние зерна, максимальный и минимальный размер зерен, средневзвешенная крупность;
3. Гранулометрический состав продуктов и ситовые характеристики;
4. Характеристики крупности единичных зерен материала;
5. Уравнения характеристик крупности материалов;
6. Принципы стандартизации размеров отверстий сит, шкала и модуль классификации;
7. Назначение операций грохочения, эффективность грохочения;
8. Просеивающие поверхности, «живое» сечение сит;
9. Факторы, влияющие на эффективность грохочения;

10. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения;
11. Колосниковый грохот (область применения, конструкция, регулировка);
12. Плоскокачающийся грохот (область применения, конструкция, регулировка);
13. Полувибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
14. Вибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
15. Самобалансный грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
16. Вращающиеся грохоты (область применения, конструкция, регулировка);
17. Грохот Dertik (область применения, конструкция, регулировка);
18. Крепление и натяжение сит грохотов;
19. Технологические расчеты грохотов;
20. Правила технической эксплуатации грохотов.
21. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции;
22. Гипотезы дробления;
23. Степень дробления (конструкционная, максимальная, истинная), стадийность схем дробления и измельчения;
24. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала;
25. Схемы процессов дробления и измельчения;
26. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
27. Дробилка ЩДС (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
28. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
29. Вибрационная щековая дробилка ВЩД (область применения, конструкция, регулировка);
30. Технические характеристики щековых дробилок;
31. Дробилки ККД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
32. Дробилки КСД и КМД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
33. Конусная инерционная дробилка КИД (область применения, конструкция, регулировка);
34. Технические характеристики конусных дробилок;
35. Валковая дробилка (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
36. Валковая дробилка высокого давления (область применения, конструкция, регулировка);
37. Роторные и молотковые дробилки (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);
38. Центробежная дробилка (область применения, конструкция, регулировка);
39. Правила технической эксплуатации дробилок.

40. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде;
41. Стержневые мельницы (область применения, конструкция, регулировка);
42. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой (область применения, конструкция, регулировка);
43. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку (область применения, конструкция, регулировка);
44. Мельницы «Каскад» и «Аэрофлот» (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
45. Мельница Vertimill (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
46. Центробежная мельница (область применения, конструкция, отличие, регулировка);
47. Удельная производительность и расчет производительности мельниц;
48. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц.
49. Циркулирующая нагрузка и способы ее определения;
50. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы);
51. Уравнение кинетики измельчения;
52. Степень загрузки мельниц, рациональная загрузка;
53. Скоростные режимы работы шаровых мельниц;
54. Критическая скорость вращения мельницы;
55. Компоновочные решения при работе мельниц в замкнутом цикле с классификатором и гидроциклонами;
56. Правила технической эксплуатации мельниц.

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является практическое ознакомление студентов с различными процессами и методами рудоподготовки полезных ископаемых, а также получение навыков по выполнению различных опытов. В частности, студент должен уметь правильно обосновать применение процесса или метода дробления, грохочения, измельчения для заданного типа руды, рассчитать основные показатели рудоподготовки и представить индивидуальный отчет. Все полученные экспериментальные данные необходимо проанализировать, проверить выполнена ли основная цель работы, сформулировать выводы. Если получены плохие результаты, указать возможные причины и пути повышения показателей.

При выполнении работ строго соблюдать правила техники безопасности и инструкции по работе с аппаратурой.

#### **Перечень лабораторных работ:**

1. Определение гранулометрического состава руды
2. Изучение конструкции гирационного грохота и определение технологических показателей процесса грохочения
3. Изучение конструкции щековой дробилки и определение основных технологических параметров дробления
4. Изучение конструкции конусной дробилки и определение основных технологических параметров
5. Изучение конструкции валковой дробилки и определение основных технологических параметров

6. Изучение технологических параметров работы мельницы
7. Изучение режимов работы шаровой мельницы

Приложение 2

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</b>		
Знать	сущность и знание дробления, грохочения и измельчения в развитии современного общества; основные закономерности функционирования процессов рудоподготовки на различных предприятиях; принципы решений стандартных задач дробления, грохочения и измельчения; основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; методологию поиска научной и технической информации в сети интернет и специализированных базах данных	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы, определяющие конечную крупность дробленой и готовой руды к обогащению;</li> <li>2. Средние зерна, максимальный и минимальный размер зерен, средневзвешенная крупность;</li> <li>3. Гранулометрический состав продуктов и ситовые характеристики;</li> <li>4. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения;</li> <li>5. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции;</li> <li>6. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала;</li> <li>7. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде.</li> </ol>
Уметь	на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности решать стандартные задачи; использовать базовые знания о дроблении, грохочении и измельчении для решения исследовательских профессиональных задач; проводить поиск научной и технической информации с	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>Составить схему рудоподготовки.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	использованием общих и специальных баз данных	
Владеть	методами решения стандартных задач профессиональной деятельности; навыками разработки специализированных программ для решения задач профессиональной сферы деятельности; навыками управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач	<p><b>Решить задачу:</b>            Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 5 млн т в год, с крупностью исходного материала 400 мм, конечного дробленного 12 мм и конечного измельченного 0,012 мм.</p>
<p><b>ПК-4 готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуациях</b></p>		
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при рудоподготовки полезных ископаемых	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение операций грохочения, эффективность грохочения;</li> <li>2. Классификация грохотов, область использования отдельных конструкций и их эффективность грохочения;</li> <li>3. Физические основы процессов дробления и измельчения, способы дезинтеграции;</li> <li>4. Гипотезы дробления;</li> <li>5. Классификация стадий дробления и измельчения по крупности перерабатываемого материала;</li> <li>6. Классификация барабанных мельниц по: способу разгрузки, длине барабана, измельчающей среде;</li> <li>7. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц.</li> <li>8. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы).</li> </ol>
Уметь	выбирать технологию производства работ по дроблению, грохочению и измельчению полезных ископаемых, применять способы и	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b>            Составить схему рудоподготовки.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	средства для получения конечных крупностей	
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по рудоподготовки минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства	<p><b>Решить задачу:</b>            Определить технологические показатели схемы рудоподготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выход продуктов,</li> <li>- масса продуктов,</li> <li>- крупность продуктов.</li> </ul> <p>Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной схемы.</p>
<b>ПК-6 использованием нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов</b>		
Знать	основные правила нахождения глобальной сети требуемой информации	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила технической эксплуатации грохотов.</li> <li>2. Правила технической эксплуатации дробилок.</li> <li>3. Технологические параметры регулирования мельниц (процент твердого в питании, плотность слива, разжиженность, вязкость пульпы);</li> <li>4. Правила технической эксплуатации мельниц.</li> </ol>
Уметь	находить в глобальной сети требуемой информации	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b>            Составить схему рудоподготовки.</p>
Владеть	современными компьютерными приложениями для составления технического документа	<p><b>Решить задачу:</b>            Рассчитать и построить ситовые характеристики исходного и дробленного продуктов.</p>
<b>ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</b>		
Знать	основные тенденции развития инновационных решений по дроблению, грохочению и	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грохот Derrick (область применения, конструкция, регулировка);</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	измельчению твердых полезных ископаемых	2. Вибрационная щековая дробилка ВЩД (область применения, конструкция, регулировка); 3. Конусная инерционная дробилка КИД (область применения, конструкция, регулировка); 4. Валковая дробилка высокого давления (область применения, конструкция, регулировка); 5. Центробежная дробилка (область применения, конструкция, регулировка); 6. Мельница Vertimill (область применения, конструкция, отличие, регулировка); 7. Центробежная мельница (область применения, конструкция, отличие, регулировка).
Уметь	применять изученные тенденции развития инновационных решений по дроблению, грохочению и измельчению твердых полезных ископаемых	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему рудоподготовки.
Владеть	тенденциями развития инновационных решений по дроблению, грохочению и измельчению твердых полезных ископаемых	<b>Решить задачу:</b> Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 10 млн т в год, с крупностью исходного материала 800 мм, конечного дробленного 10 мм и конечного измельченного 0,01 мм.
<b>ПСК-6.2 способностью выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию</b>		
Знать	закономерности разрушения руды на основе применения механических сил	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Характеристики крупности единичных зерен материала; 2. Уравнения характеристик крупности материалов; 3. Гипотезы дробления; 4. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц. 5. Уравнение кинетики измельчения.



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	обосновать принятые технологические решения; выполнять технические чертежи деталей и элементов конструкций	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему рудоподготовки.
Владеть	методами эффективной эксплуатации рудоподготовительной техники	<b>Решить задачу:</b> Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 40 млн т в год, с крупностью исходного материала 1000 мм, конечного дробленного 100 мм и конечного измельченного 0,004 мм.
<b>ПСК-6.3 способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования</b>		
Знать	принцип действия, устройство и технические характеристики дробилок, грохотов и мельниц; процессы рудоподготовки минеральных продуктов и отходов обогащения	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Колосниковый грохот (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>2. Плоскокачающийся грохот (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>3. Полувибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>4. Вибрационные грохоты (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>5. Самобалансный грохоты (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>6. Вращающиеся грохота (область применения, конструкция, регулировка);</li> <li>7. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</li> <li>8. Дробилка ЩДС (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</li> <li>9. Дробилка ЩДП (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</li> <li>10. Дробилки ККД (область применения, конструкция, отличие,</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</p> <p>11. Дробилки КСД и КМД (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</p> <p>12. Валковая дробилка (область применения, конструкция, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</p> <p>13. Роторные и молотковые дробилки (область применения, конструкция, отличие, регулировка, компоновка со смежным оборудованием);</p> <p>14. Стержневые мельницы (область применения, конструкция, регулировка);</p> <p>15. Шаровые мельницы с центральной разгрузкой (область применения, конструкция, регулировка);</p> <p>16. Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку (область применения, конструкция, регулировка);</p> <p>17. Мельницы «Каскад» и «Аэрофлот» (область применения, конструкция, отличие, регулировка).</p>
Уметь	анализировать результаты исследований в области дроблению, грохочению и измельчению; выбирать тип и рассчитывать число требуемых аппаратов и машин для дробления, грохочения и измельчения	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>Составить схему рудоподготовки.</p>
Владеть	методами эффективной эксплуатации дробилок, грохотов и мельниц	<p><b>Решить задачу:</b></p> <p>Определить тип и рассчитать необходимое количество грохотов, дробилок и мельниц для обогатительной фабрики с производительностью 20 млн т в год, с крупностью исходного материала 500 мм, конечного дробленного 10 мм и конечного измельченного 0,007 мм.</p>
<p><b>ПСК-6.4 способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик</b></p>		
Знать	все этапы производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <p>1. Технологические расчеты грохотов;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	техногенного сырья на основе современной методологии проектирования	2. Схемы процессов дробления и измельчения; 3. Удельная производительность и расчет производительности мельниц; 4. Эффективность измельчения и расчет производительности мельниц. 5. Компонентные решения при работе мельниц в замкнутом цикле с классификатором и гидроциклонами.
Уметь	анализировать все этапы производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему рудоподготовки.
Владеть	процессами производства при дроблении, грохочении и измельчении минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования	<b>Решить задачу:</b> Определить технологические показатели обогащения железной руды: - выход концентрата, - выход хвостов, - массу хвостов, - извлечение железа в концентрат, - извлечение железа в хвосты для условий, указанных в табл. Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной таблицы.
<b>ПСК-6.5 готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств</b>		
Знать	принципы и методы создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Грохот Derrik (область применения, конструкция, регулировка); 2. Вибрационная щековая дробилка ВЩД (область применения, конструкция, регулировка); 3. Конусная инерционная дробилка КИД (область применения, конструкция, регулировка); 4. Валковая дробилка высокого давления (область применения, конструкция, регулировка); 5. Центробежная дробилка (область применения, конструкция, регулировка);

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. Мельница Vertimill (область применения, конструкция, отличие, регулировка);</p> <p>7. Центробежная мельница (область применения, конструкция, отличие, регулировка).</p>
Уметь	применять принципы и методы создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему рудоподготовки.</p>
Владеть	принципами и методами создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств	<p><b>Выполнить задание:</b> Определить технологические показатели схемы рудоподготовки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выход продуктов,</li> <li>- масса продуктов,</li> <li>- крупность продуктов.</li> </ul> <p>Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной схемы.</p>

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

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

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам обогащения полезных ископаемых.

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

– на оценку «отлично» » (5 баллов) – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;

– на оценку «хорошо» » (4 балла) – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– на оценку «удовлетворительно» » (3 балла) – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

– на оценку «неудовлетворительно» » (2 балла) – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

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