



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

27.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы  
21.05.04 специализация N 6 «Обогащение полезных ископаемых»

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
заочная

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

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  
26.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

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

 Е.Ю. Дегодя

Рецензент:

ведущий специалист горно-обогатительного направления агло-коксо-доменной группы НТЦ ПАО «ММК», канд. социол. 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 «Обогащение полезных ископаемых» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

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

Дисциплина Обогащение полезных ископаемых входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Геология

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Обогащение полезных ископаемых» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-9 владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	
Знать	методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.
Уметь	выбирать методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.
Владеть	способностью выбирать методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.
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 переработки полезных ископаемых
Уметь	выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения кондиционных концентратов

Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов флотационного проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования
ПК-5 готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	
Знать	научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
Уметь	применять научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства	
Знать	основные тенденции развития производственных процессов, показатели производства
Уметь	применять изученные тенденции развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности
Владеть	тенденциями развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности
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 переработке твердых полезных ископаемых
Уметь	применять изученные тенденции развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых
Владеть	тенденциями развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых
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 переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования



Уметь	анализировать все этапы производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования
Владеть	процессами производства при переработке 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 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 88,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Введение								
1.1 Содержание дисциплины, ее задачи. Значение и роль обогащения при использовании различных полезных ископаемых	3	0,1			2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
1.2 Классификация процессов для обогащения полезных ископаемых		0,1			2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
1.3 Операции, циклы, стадии. Оценка эффективности процессов обогащения и комплексности использования сырья		0,1			2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
1.4 Продукты и показатели обогащения. Материальный баланс по твердому, металлу, воде в технологических схемах обогащения руд		0,1			2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
1.5 Понятие о количественных характеристиках вещественного состава минерального сырья и продуктов обогащения		0,1			2,4	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		0,5			10,4			



2. Гранулометрический состав								
2.1 Гранулометрический состав руд и продуктов обогащения, методы его определения	3	0,5			5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
2.2 Ситовый анализ. Шкала классификации, модуль шкалы классификации					5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
2.3 Обработка результатов гранулометрического анализа и построение характеристик крупности					5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		0,5			15			
3. Подготовительные процессы								
3.1 Грохочение. Назначение процесса	3	0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.2 Эффективность грохочения, классификация и конструкции грохотов		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.3 Дробление. Назначение дробления, степень дробления		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.4 Классификация и конструкции дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.5 Крупность, до которой необходимо дробить сырье перед обогащением. Схемы дробления		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9

3.6 Измельчение. Закономерности процесса измельчения		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.7 . Классификация размольного оборудования. Схемы измельчения		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.8 Гидравлическая классификация и ее роль в технологических схемах фабрик. Закономерности свободного и стесненного падения частиц. Основные принципы классификации		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.9 Конструкции механических классификаторов, область их применения		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
3.10 Конструкции и принцип действия гидроциклонов		0,1	0,2		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		1	2		20			
4. Основные процессы								
4.1 Гравитационное обогащение полезных ископаемых. Теоретические основы. Скорость падения, коэффициент равнопадаемости	3	0,5				Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.2 Процессы гравитационного обогащения: промывка, отсадка, концентрация на столах, обогащение на шлюзах и желобах, винтовых сепараторах, обогащение в тяжелых суспензиях			0,5		1	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.3 Сущность процессов, конструктивные и технологические параметры аппаратов и машин, практика их применения			0,5		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9

4.4 Магнитное обогащение. Теоретические основы. Магнитные свойства минералов, магнитные поля сепараторов		0,5		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.5 Оборудование для магнитного обогащения: сепаратор для сильно и слабомагнитных руд; сухие и мокрые магнитные сепараторы		0,5		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.6 Электрическое обогащение. Физические основы процесса, подготовка материала к электрической сепарации		0,5		2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.7 Классификация электрических сепараторов, их конструктивные и технологические параметры				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.8 Специальные методы подготовки и обогащения руд				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.9 Рудоразборка: обогащение по трению, форме, цвету, флотогравитация; обжиг руд; избирательное дробление, измельчение, химическое обогащение				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.10 Флотационное обогащение. Теоретические основы. Кинетика флотации				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.11 Флотационные реагенты, их классификация, назначение и механизм действия				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
4.12 Флотационные машины, их классификация, конструкция				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9

4.13 Практика применения машин различных типов (механические, пневмомеханические, колонные и др.). Схемы и режимы флотации				2	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		1	2	23			
5. Обезвоживание и опробование							
5.1 Обезвоживание. Назначение операций обезвоживания и их классификация	3	0,5		5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
5.2 Опробование и контроль на обогатительных фабриках. Типы и на-значение проб				5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		0,5		10			
6. Общие сведения об обогатительно-технологической системе							
6.1 Технологические схемы: качественные, водно-шламовые и схемы цепи аппаратов	3	0,5		3	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
6.2 Управление качеством полезных ископаемых при их добыче, усреднение минерального сырья в горном цехе и на обогатительной фабрике				3	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
6.3 Технология обогащения руд черных, цветных и редких металлов. Требования к качеству концентратов и сырья.				4	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9
Итого по разделу		0,5		10			
Итого за семестр		4	4	88,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4	4	88,4		экзамен	ПСК-6.4, ПСК-6.5, ПК-4, ПК-5, ПК-12, ПК-19, ОПК-9

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины ««Обогащение полезных ископаемых»» 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.

## **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. Сорокин, М.М. Флотационные методы обогащения. Химические основы флотации : учебное пособие / М.М. Сорокин. — Москва : МИСИС, 2011. — 411 с. — ISBN 978-5-87623-237-3. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/2073>

2. Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — 3-е изд., стер. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 1 : Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых — 2017. — 672 с. — ISBN 978-5-98672-458-4. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/111394>

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

4. М.В.. Верхотуров Гравитационные методы обогащения: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МАКС-Пресс – 2006.

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

6. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твер-

Учеб-ник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.

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

8. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых (2т) / М.: МГГУ, 2005.

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

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

11. Барский М.Д. Оптимизация процессов разделения зернистых материалов. - М: Недра, 1978 г.

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

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

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

#### **в) Методические указания:**

1. Дегодя Е.Ю., Шавакулева О.П. Основы обогащения полезных ископаемых: Инструкция по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 21.05.04 всех форм обучения.– Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 40 с. – Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=75768#section-5>

2. 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:**

##### **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
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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</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:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Лаборатория механических испытаний:

1. Лабораторная установка щековой дробилки;
2. Лабораторная установка механического встряхивателя;
3. Лабораторная установка шаровой мельницы;
4. Лабораторная установка мельницы с вращающейся осью;
5. Лабораторная установка инерционного грохота;
6. Стандартный набор сит;
7. Лабораторная флотационная машина;
8. Лабораторные гравитационные аппараты (отсадочная машина, концентрационный стол, винтовые сепараторы);
9. Лабораторный магнитный сепаратор.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.



## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» 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. Что называется обогащением полезных ископаемых?**

1. Это процессы химического разделения минералов.
2. Это процессы механического разделения минералов без изменения химического состава сырья.
3. Это окислительно-восстановительные процессы за счет частичного или полного перехода электронов от одних атомов к другим.
4. Это процессы изменения структуры, минерального, а иногда и химического состава горных пород в земной коре.

#### **2. Концентратом называется ...**

1. продукт, в котором массовая доля полезного компонента значительно выше, чем в исходной руде;
2. продукт, в котором массовая доля полезного компонента ниже, чем в исходной руде;
3. продукт, в котором массовая доля полезного компонента выше, чем в исходной руде, но ниже, чем в концентрате;
4. продукт, в который выделяется большая часть минералов вмещающей породы и вредных примесей.

#### **3. Схема цепи аппаратов показывает...**

1. перечень и последовательность технологических процессов и операций, которым подвергается полезное ископаемое;
2. количественные показатели обогащения для каждой операции и продукта;
3. количество воды, добавляемое в определенные операции и продукты обогащения;
4. пути следования полезного ископаемого и продуктов обогащения с условным изображением аппаратов.

#### **4. Степень концентрации показывает:**

1. Во сколько раз масса концентрата меньше массы сырья, из которого он получен;
2. Во сколько раз массовая доля компонента в концентрате больше массовой доли этого компонента в исходной руде;
3. Какая доля ценного компонента перешла в хвосты;
4. Степень приближения реального процесса обогащения к идеальному.

**5. Что показывает выпуклая характеристика крупности по плюсу?**

1. В пробе преобладают крупные зерна.
2. В пробе преобладают мелкие зерна.
3. В пробе равномерно распределены крупные и мелкие зерна.
4. В пробе преобладают шламы.

**6. Каково назначение операции предварительного грохочения в схемах рудоподготовки?**

1. Для контроля крупности дробленого продукта.
2. Для получения товарного продукта заданной крупности.
3. Для разделения частиц, имеющих различия в твердости или форме кусков.
4. Для отделения готового по крупности продукта от исходного материала, поступающего на дробление.

**7. Для грохочения крупнокускового материала преимущественно используются...**

1. колосниковые решетки.
2. листовые решёта.
3. проволочные сетки.
4. дуговые сита.

**8. При каком условии эффективность грохочения равна нулю?**

1. Содержание отсеваемого класса крупности в исходной руде равно содержанию отсеваемого класса в надрешетном продукте.
2. Содержание отсеваемого класса крупности в надрешетном продукте равно нулю.
3. Содержание отсеваемого класса крупности в исходной руде равно 100%.
4. Содержание отсеваемого класса крупности в надрешетном продукте равно 100%.

**9. В чем сущность процесса дробления?**

1. Разделение сыпучих материалов на классы крупности.
2. Разделение полезных ископаемых под действием внешних сил, преодолевающих внутренние силы сцепления между частицами.
3. Отделение основной массы вмещающей породы от исходной руды перед тонким измельчением.
4. Дозирование и смешивание различных по качеству полезных ископаемых для повышения однородности качественного состава руд.

**10. Что показывает степень дробления?**

1. Во сколько раз размер отверстий предыдущего сита больше размера отверстий последующего сита в стандартном наборе сит.
2. Во сколько раз крупность дробленого продукта больше размера разгрузочной щели дробилки.
3. Во сколько раз крупность кусков дробленого продукта меньше крупности кусков, поступающих на дробление.
4. Во сколько раз крупность кусков дробленого продукта больше крупности кусков, поступающих на дробление.

**11. В мельницах самоизмельчения измельчающей средой являются:**

1. стальные стержни.
2. стальные или чугунные шары.
3. рудная «галя».
4. крупные куски руды.

**12. Какой из перечисленных процессов не относится к гравитационному методу обогащения?**

1. отсадка
2. концентрация на столах.
3. обогащение в тяжелых суспензиях.
4. обогащение по трению.

**13. Область применения концентрационных столов.**

1. Для обогащения золотосодержащих песков и тонко измельченных руд редких металлов крупностью менее 3 мм.
2. Для обогащения углей крупностью 250-0,5 мм.
3. Для обогащения руд черных металлов крупностью 50-0,2 мм.
4. Для обогащения сульфидных руд цветных металлов.

**14. Сущность процесса пенной флотации.**

1. Гидрофильные частицы закрепляются на воздушных пузырьках и всплывают на поверхность, гидрофобные частицы остаются в объеме пульпы.
2. Гидрофобные частицы закрепляются на воздушных пузырьках и всплывают на поверхность, гидрофильные частицы остаются в объеме пульпы.
3. Гидрофобные и гидрофильные частицы закрепляются на воздушных пузырьках и всплывают на поверхность.
4. Гидрофобные и гидрофильные частицы остаются в объеме пульпы.

**15. Основным физическим свойством минералов, определяющим возможность магнитного обогащения, является:**

1. Удельная магнитная восприимчивость.
2. Диэлектрическая проницаемость.
3. Люминесценция (холодное свечение).
4. Трибоэлектрический эффект.

**Вариант № 2.**

**1. Целью обогатительных процессов является:**

1. Выделение металлов из химических соединений и отделение неметаллических компонентов.
2. Очистка металлов от нежелательных примесей.
3. Отделение полезных минералов от вмещающей породы и вредных примесей и получение концентратов, по своему качеству удовлетворяющих требованиям последующих переделов.
4. Извлечение отдельных составляющих твердого материала с помощью растворителя.

**2. Ценным компонентом называется:**

1. Скопление полезных ископаемых в земной коре.
2. Элемент или природный минерал, с целью получения которого добывается полезное ископаемое.
3. Природное химическое соединение, образующееся при различных физико-химических процессах, протекающих в глубинах и на поверхности земли.
4. Элементы или природные минералы, которые ухудшают качество концентратов.

**3. Эффективность обогащения характеризует...**

1. полноту отделения мелкого материала от крупного.
2. извлечение граничного класса крупности в слив или в пески.
3. долю ценного компонента, перешедшего в концентрат из исходной руды.
4. степень приближения реального процесса обогащения к идеальному.

**4. Водно-шламовая схема показывает:**

1. Пути следования полезного ископаемого и продуктов обогащения с условным изображением аппаратов.
2. Перечень и последовательность технологических процессов и операции, которым подвергается полезное ископаемое.
3. Количественные показатели обогащения для каждой операции и продуктов.
4. Количество воды, добавляемое в отдельные операции и продукты.

**5. Какая из перечисленных операций не относится к подготовительным процессам обогащения?**

1. Дробление.
2. Грохочение.

3. Усреднение.

4. Очистка сточных вод.

**6. Что показывает точка пересечения суммарной характеристики «по плюсу» с осью абсцисс?**

1. Размер максимального куска в пробе.

2. Размер минимального куска в пробе.

3. Среднемедианный размер.

4. Средний диаметр куска.

**7. Достоинством штампованных (листовых) решет является:**

1. Продолжительный срок службы и постоянный размер отверстий.

2. Большая площадь «живого сечения».

3. Малая площадь «живого сечения».

4. Быстрый износ, разрыв и смещение проволочек.

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

1.  $E = \varepsilon_k - \gamma_k$

$$E = \frac{\gamma_k (\beta - \alpha)}{\alpha (\beta - \alpha)}$$

2.  $\frac{\alpha}{\beta_m} (\beta_m - \alpha)$  ;

3.  $E = \frac{(\beta - \alpha)(\alpha - \theta)}{\alpha (100 - \alpha)(\beta - \theta)}$  ;

4.  $E = \frac{Q_{подр.}}{Q_{надр.}} \cdot \alpha \cdot 10^4$

**9. Чем определяется главным образом конечная крупность дробленого продукта?**

1. Размером вкрапленности зерен полезных минералов.

2. Крепостью руды.

3. Массовой долей ценного компонента в руде.

4. Крупностью исходной руды.

**10. Каким образом происходит процесс дробления в конусных дробилках?**

1. За счет динамического воздействия ротора.

2. За счет раздавливания между двумя плитами.

3. За счет эксцентричного движения внутреннего конуса.

4. За счет захватывания зубьями и раскалывания до требуемой крупности.

**11. Понятие о гидравлической классификации.**

1. Процесс разделения смеси минеральных зерен на классы крупности по скоростям осаждения в водной среде.

2. Процесс разделения смеси минеральных зерен на классы крупности по скоростям осаждения в воздушной среде.

3. Процесс разделения смеси минеральных зерен на классы крупности при помощи просеивающих поверхностей.

4. Процесс разделения смеси минеральных зерен по плотности в водной среде, пульсирующей относительно разделяемой смеси в вертикальном направлении.

**12. Процесс разделения частиц в тяжелых средах (суспензиях) происходит:**

1. По плотности частиц.

2. По скоростям падения частиц в среде.

3. По крупности частиц.

4. По форме частиц.

**13. Главным достоинством флотационного метода обогащения является:**

1. Низкий расход электроэнергии.

2. Простота производственного комплекса.

3. Относительная дешевизна получения концентратов.

4. Универсальность, возможность разделения любых минеральных комплексов.

**14. В каких полях происходит магнитная сепарация?**

1. В электрических полях.
2. В неоднородных магнитных полях.
3. В однородных магнитных полях.
4. В электромагнитных полях.

**15. Область применения электрической сепарации:**

1. Обогащение руд черных металлов.
2. Обогащение технологического сырья с низкой массовой долей ценных компонентов.
3. Доводка некондиционных концентратов руд редких металлов, керамического сырья, слюд, алмазов.
4. Обогащение всех типов минерального сырья.

**Вариант № 3.**

**1. Какое из перечисленных полезных ископаемых не подвергается обогащению?**

1. Нефть.
2. Железистые кварциты.
3. Бокситы.
4. Алмазы.

**2. Хвостами называется:**

1. Продукт, в котором массовая доля ценного компонента выше, чем в исходной руде, но ниже чем требуемая в концентрате.
2. Продукт, в котором массовая доля ценного компонента значительно выше, чем в исходной руде.
3. Продукт, в который выделяется большая часть вмещающей породы и незначительная часть ценного компонента.
4. Продукт, поступающий в любую операцию обогащения и в любую машину.

**3. Какой из перечисленных процессов не относится к собственно обогатительным?**

1. Магнитная сепарация.
2. Электрическая сепарация.
3. Радиометрическая сепарация.
4. Агломерация.

**4. Ситовым анализом называется:**

1. Измерение крупных кусков по трем взаимно перпендикулярным направлениям.
2. Разделение материала по скорости падения частиц различной крупности в водной среде.
3. Измерение частиц под микроскопом и классификация их на группы в узких границах определенных размеров.
4. Рассев пробы материала на нескольких ситах с различными стандартными размерами отверстий заданного модуля.

**5. Какого назначения операция контрольного грохочения в схемах рудоподготовки?**

1. Для контроля крупности дробленого продукта.
2. Для получения товарного продукта заданной крупности.
3. Для разделения материала на несколько классов крупности перед концентрацией на столах.
4. Для отделения готового по крупности продукта от исходного материала, поступающего на дробление.

**6. Как влияет угол наклона просеивающей поверхности грохота на его производительность и эффективность грохочения?**

1. Не влияет.
2. Чем больше угол наклона, тем выше производительность грохота и эффективность грохочения.

3. Чем больше угол наклона, тем выше производительность грохота и ниже эффективность грохочения.
4. Чем больше угол наклона, тем меньше производительность грохота и больше эффективность грохочения.

**7. Какое дробление называется мелким?**

1. От 1500-500 до 350-100 мм.
2. От 350-100 до 100-40 мм.
3. От 100-40 до 30-10 мм.
4. От 30-10 до 3 мм.

**8. Способ разгрузки измельченного продукта из стержневой мельницы:**

1. Свободным сливом через разгрузочную цапфу.
2. Лифтёрами принудительно удаляется из мельницы.
3. Через наружное цилиндрическое сито.
4. Через решетку с щелями клинообразной формы.

**9. Какой из перечисленных аппаратов относится к центробежным классификаторам?**

1. Спиральный классификатор.
2. Реечный классификатор.
3. Пирамидальный классификатор.
4. Гидроциклон.

**10. Флотационное обогащение основано:**

1. На различии в смачиваемости минералов.
2. На различии в плотностях минералов.
3. На различии в цвете минералов.
4. На различии минералов в способности отражать, пропускать, преломлять свет.

**11. Назначение реагентов - собирателей во флотации:**

1. Для гидрофобизации поверхности частиц.
2. Для гидрофилизации поверхности частиц.
3. Для изменения pH флотационной пульпы.
4. Для изменения ионного состава пульпы.

**12. Какой из перечисленных аппаратов не является гравитационным?**

1. Винтовой сепаратор.
2. Тяжелосредный конусный сепаратор.
3. Электростатический сепаратор.
4. Пневматический сепаратор.

**13. Отличительной особенностью сепараторов для обогащения слабомагнитных руд является:**

1. Наличие ванны.
2. Наличие барабана из немагнитного материала.
3. Наличие магнитной системы из постоянных магнитов.
4. Наличие рабочей зоны малой длины и высоты с высокой напряженностью поля.

**14. Необходимым условием разделения минералов при электрической сепарации является:**

1. Применение реагентов.
2. Создание среды разделения промежуточной плотности между плотностями разделяемых минералов.
3. Создание неоднородного магнитного поля.
4. Зарядка частиц тем или иным способом.

**15. Целью обогатительных процессов является:**

1. Выделение металлов из химических соединений и отделение неметаллических компонентов.
2. Очистка металлов от нежелательных примесей.

3. Отделение полезных минералов от вмещающей породы и вредных примесей и разделение компонентов на ряд продуктов, пригодных для дальнейшей переработки.
4. Извлечение отдельных составляющих твердого полезного ископаемого с помощью растворителя.

#### Контрольная работа №1

Написать название продуктов обогащения и дать им определения.

Написать основные показатели продуктов обогащения. Дать определения и написать формулы для их определения.

#### 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

Привести эскиз оборудования на выбор для грохочения, дробления или измельчения. Написать принцип работы оборудования, достоинства и недостатки.

#### Контрольная работа №4

Привести эскиз оборудования для гравитационного и магнитного обогащения полезных ископаемых. Написать принцип работы оборудования, достоинства и недостатки. Написать и представить схематично механизм действия флотационных реагентов.

#### Контрольная работа №5

Классификация операций обезвоживания. Их назначения, достоинства и недостатки операций.

#### Контрольная работа №6

Привести принципиальную схему обогащения магнетитовой руды.

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

1. Какие свойства минералов используются при различных методах обогащения?
2. Когда необходимо применять механическое обогащение?
3. Из каких операций состоят процессы обогащения?
4. Какие процессы переработки минерального сырья называются подготовительными?
5. Какие процессы переработки минерального сырья называются основными?
6. Какие процессы переработки минерального сырья называются вспомогательными?
7. Какие продукты получают в результате обогащения?
8. Чем определяется предельно возможная массовая доля ценного компонента в концентрате?
9. Приведите качественную схему обогащения и схему цепи аппаратов.
10. Чем определяется крупность, до которой полезное ископаемое дробится, измельчается перед обогащением?
11. Почему применяется стадийное дробление? Что называется открытым и замкнутым циклом дробления?
12. Какие аппараты используются для дробления и измельчения руды?
13. В чем состоит назначение операций грохочения, классификации?
14. Какие аппараты используются для операций грохочения и классификации?

15. Какие закономерности лежат в основе гравитационного процесса обогащения? Классификация гравитационных процессов.
16. Что называется процессом отсадки? Отсадочные машины.
17. Какие силы действуют на минеральные частицы на поверхности концентрационного стола?
18. Какие полезные ископаемые обогащаются на концентрационных столах? Обогащение на винтовых сепараторах и концентрационных столах.
19. Что такое тяжелая среда и какие типы тяжелых сред встречаются в практике обогащения?
20. В чем заключается сущность процесса разделения в тяжелых средах?
21. Какие существуют основные типы аппаратов для разделения в тяжелых суспензиях? Опишите принцип их работы.
22. Классификация флотационных процессов. В чем заключается процесс флотации?
23. Что называется краевым углом смачивания?
24. Каково назначение флотационных реагентов, их классификация?
25. В чем преимущество флотационного метода обогащения перед остальными?
26. Что называется прямой и обратной флотацией? Какие операции флотации называются основными, перечистными, контрольными?
27. Как выделяются ценные компоненты при селективной и коллективно-селективной схемах флотации?
28. Классификация флотационных машин. Вспомогательное флотационное оборудование.
29. Магнитное поле и его свойства. Магнитная восприимчивость.
30. Как различают минералы по магнитным свойствам? Какой силы требуются магнитные поля для их обогащения?
31. Открытые и замкнутые магнитные системы. Магнитные поля сепараторов.
32. Какие существуют типы магнитных сепараторов?
33. Магнитные сепараторы для обогащения сильномагнитных руд.
34. Магнитные сепараторы для обогащения слабомагнитных руд.
35. Назовите методы и аппараты обезвоживания продуктов обогащения.

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является практическое ознакомление студентов с различными процессами и методами обогащения полезных ископаемых, а также получение навыков по выполнению различных опытов. В частности, студент должен уметь правильно обосновать применение процесса или метода обогащения для заданного типа руды, рассчитать основные показатели обогащения и представить индивидуальный отчет. Все полученные экспериментальные данные необходимо проанализировать, проверить выполнена ли основная цель работы, сформулировать выводы. Если получены низкие технологические показатели обогащения, 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. Изучение работы щековой дробилки и производство ситового анализа
2. Изучение работы гирационного грохота и определение эффективности грохочения
3. Изучение процесса измельчения руд в шаровой мельнице
4. Обогащение железных руд на магнитном сепараторе
5. Обогащение полиметаллических руд по схеме прямой селективной флотации
6. Обогащение полезных ископаемых на концентрационном столе.



При выполнении контрольной работы студенты должны научиться рассчитывать количественный минералогический состав руд и концентратов, определять предельно возможную массовую долю компонента в продуктах обогащения и массовую долю компонента в объединенном продукте, т.е. приобрести навыки использования технологических показателей для составления баланса продуктов обогащения. Для оценки процессов обогащения полезных ископаемых необходимо усвоить основные технологические показатели: выход продукта, массовая доля компонента, извлечение компонента, степень концентрации, степень сокращения, эффективность обогащения. Студенты должны уметь пользоваться формулами для определения выхода концентрата по данным химического анализа продуктов переработки, уравнениями баланса и уравнением, связывающим между собой относительные показатели. Кроме этого, студенты должны научиться рассчитывать основные технологические показатели разделения по сепарационным характеристикам. Интерпретировать фракционные, сепарационные характеристики и  $\beta$ -функцию руды. Различать сепарационные характеристики аппаратов гравитационного, магнитного, флотационного и электрического методов обогащения. Рассчитывать показатели водно-шламовой схемы и уметь составлять баланс воды в операции.

В процессе выполнения контрольной работы студенты должны также научиться строить и пользоваться характеристиками крупности продуктов, определять эффективность грохочения и рассчитывать количество продуктов в операции грохочения по гранулометрическим характеристикам; определять величину циркулирующей нагрузки для одностадийной схемы измельчения; определять скорости падения частиц различных минералов заданной крупности в разных средах.

Для выполнения контрольной работы студент принимает исходные данные для каждого задания в соответствующих таблицах и рисунках. Номер варианта соответствует последним цифрам в зачетной книжке (для студентов заочной формы).

Выполненная контрольная работа представляется в виде пояснительной записки, оформленной с соблюдением требований действующих стандартов. В записке должны приводиться условия задач, обоснование принятого решения, необходимые вычисления, графики, таблицы и ссылки на использованные литературные источники. Все таблицы и рисунки должны иметь название, кривые на графиках должны нумероваться с расшифровкой в подрисуночной надписи. Расчеты должны производиться с использованием стандартизированных единиц физических величин.

## 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-9 владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>		
Знать	методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие свойства минералов используются при различных методах обогащения?</li> <li>2. Когда необходимо применять механическое обогащение?</li> <li>3. Из каких операций состоят процессы обогащения?</li> <li>4. Какие процессы переработки минерального сырья называются подготовительными?</li> <li>5. Какие процессы переработки минерального сырья называются основными?</li> <li>6. Какие процессы переработки минерального сырья называются вспомогательными?</li> <li>7. Какие продукты получают в результате обогащения?</li> <li>8. Чем определяется предельно возможная массовая доля ценного компонента в концентрате?</li> <li>9. Приведите качественную схему обогащения и схему цепи аппаратов.</li> <li>10. Чем определяется крупность, до которой полезное ископаемое дробится, измельчается перед обогащением?</li> </ol>
Уметь	выбирать методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>Составить схему для обогащения руды</p>
Владеть	способностью выбирать методы анализа,	<p><b>Решить задачу:</b></p> <p>Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из пирита и минералов, указанных</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.	в таблице (по заданию)
<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 объектов</b>		
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при переработки полезных ископаемых	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Сущность, главные особенности и классификация обогатительных процессов. 2. Основные факторы, влияющие на выбор метода обогащения.
Уметь	выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения кондиционных концентратов	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и	<b>Решить задачу:</b> Определить технологические показатели обогащения медной руды: - выход медного концентрата, - выход хвостов, - массу хвостов, - извлечение меди в медный концентрат, - извлечение меди в хвосты для условий, указанных в табл.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	обогащению минерального сырья на основе знаний принципов флотационного проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования	Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной таблицы. Определить марку медного концентрата из табл.
<b>ПК-5 готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации</b>		
Знать	научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Сущность, главные особенности и классификация обогатительных процессов.
Уметь	применять научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	переработке твердых полезных ископаемых	
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	<b>Решить задачу:</b> Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из пирита и минералов, указанных в таблице (по заданию)
<b>ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства</b>		
Знать	основные тенденции развития производственных процессов, показатели производства	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Какие процессы переработки минерального сырья называются подготовительными? 2. Какие процессы переработки минерального сырья называются основными? 3. Какие процессы переработки минерального сырья называются вспомогательными?
Уметь	применять изученные тенденции развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогашения руды
Владеть	тенденциями развития производственных	<b>Решить задачу:</b> Определить массовую долю цинка в концентрате, состоящем из пирита и минералов, указанных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	процессов, показатели производства в профессиональной деятельности	в таблице (по заданию)
<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 переработке твердых полезных ископаемых	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Какие продукты получают в результате обогащения? 2. Чем определяется предельно возможная массовая доля ценного компонента в концентрате?
Уметь	применять изученные тенденции развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды
Владеть	тенденциями развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых	<b>Решить задачу:</b> Рассчитать технологические показатели обогащения флотационного цеха. Результаты представить в таблице. Исходные данные: массовая доля $\text{Cu}$ в руде – 0,9 %, в концентрате – 20 %, в хвостах – 0,1 %.
<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</b>		
Знать	все этапы производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Какие свойства минералов используются при различных методах обогащения? 2. Когда необходимо применять механическое обогащение? 3. Из каких операций состоят процессы обогащения? 4. Какие процессы переработки минерального сырья называются подготовительными? 5. Какие процессы переработки минерального сырья называются основными?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	проектирования	6. Какие процессы переработки минерального сырья называются вспомогательными?
Уметь	анализировать все этапы производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды
Владеть	процессами производства при переработке 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. Какие аппараты используются для дробления и измельчения руды? 2. В чем состоит назначение операций грохочения, классификации? 3. Какие аппараты используются для операций грохочения и классификации? 4. Какие закономерности лежат в основе гравитационного процесса обогащения? Классификация гравитационных процессов. 5. Классификация флотационных процессов. В чем заключается процесс флотации? 6. В чем заключается магнитный метод обогащения?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	применять принципы и методы создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды</p>
Владеть	принципами и методами создания современных информационных технологий в практической деятельности обогатительных производств	<p><b>Выполнить задание:</b> Определить технологические показатели обогащения медной руды: - выход медного концентрата, - выход хвостов, - массу хвостов, - извлечение меди в медный концентрат, - извлечение меди в хвосты для условий, указанных в табл. Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной таблицы. Определить марку медного концентрата из табл.</p>



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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» 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.