

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



ТВЕРЖДАЮ:

Директор института

С.Е. Гавришев

«19» сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Специальность  
21.05.04. Горное дело

Направленность (специализация) программы

Маркшейдерское дело  
Подземная разработка рудных месторождений  
Открытые горные работы  
Горные машины и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
Заочная

Институт            Горного дела и транспорта  
Кафедра            Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
Курс                III

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых «31» августа 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / И.А. Гришин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «19» сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  /С.Е. Гавришев/

Согласовано:  
Зав. кафедрой РМПИ

 /С.Е. Гавришев/

Зав. кафедрой ГМиТТК

 /А.Д. Кольга/

Рабочая программа составлена: доцентом кафедры ГМДиОПИ, к.т.н., доцент

 /Е.Ю. Дегодя/

Рецензент:

зам. начальника цеха РОФ ГОП ОАО «ММК»

 / А.Г. Лихачев/



## 1 Цели освоения дисциплины

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 в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» входит в базовую часть блока «Проектная деятельность» образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения следующих курсов:

«Физика», «Математика», «Химия», «Информатика», «Геология».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для разработки, совершенствования технологий подготовки и обогащения полезных ископаемых; создания малоотходных и безотходных технологий, комплексного использования минерального сырья, для анализирования устойчивости технологического процесса и качества выпускаемой продукции.

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<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.
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.
<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
Уметь	выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения кондиционных концентратов
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические па-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	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
<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
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
<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
Уметь	применять изученные тенденции развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности
Владеть	тенденциями развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности
<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
Уметь	применять изученные тенденции развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых
Владеть	тенденциями развития инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет Зединицы 108 часов:

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

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	сам
		лекции	лаборат. занятия		
1. Введение	III	0,5		10,4	
1.1. Содержание дисциплины, ее задачи. Значение и роль обогащения при использовании различных полезных ископаемых					Изучение и дополнительная литература дисциплины лекции
1.2. Классификация процессов для обогащения полезных ископаемых					
1.3. Операции, циклы, стадии. Оценка эффективности процессов обогащения и комплексности использования сырья					
1.4. Продукты и показатели обогащения. Материальный баланс по твердому, металлу, воде в технологических схемах обогащения руд					
1.5. Понятие о количественных характеристиках вещественного состава минерального сырья и продуктов обогащения					
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,5</b>		<b>10,4</b>	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	сам
		лекции	лаборат. занятия		
2. Гранулометрический состав	III	0,5			
2.1. Гранулометрический состав руд и продуктов обогащения, методы его определения				15	Изуч и доп литер
2.2. Ситовый анализ. Шкала классификации, модуль шкалы классификации					ципл лекц
2.3. Обработка результатов гранулометрического анализа и построение характеристик крупности					
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,5</b>		<b>15</b>	
3. Подготовительные процессы	III	1	2	20	
3.1. Грохочение. Назначение процесса					Изуч и доп литер
3.2. Эффективность грохочения, классификация и конструкции грохотов					ципл лекц
3.3. Дробление. Назначение дробления, степень дробления					Изуч и доп литер
3.4. Классификация и конструкции дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления					ципл лекц
3.5. Крупность, до которой необходимо дробить сырье перед обогащением. Схемы дробления					
3.6. Измельчение. Закономерности процесса измельчения					

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	сам
		лекции	лаборат. занятия		
3.7. Классификация размольного оборудования. Схемы измельчения					Изуч и доп литер дисципли лекц
3.8. Гидравлическая классификация и ее роль в технологических схемах фабрик. Закономерности свободного и стесненного падения частиц. Основные принципы классификации					
3.9. Конструкции механических классификаторов, область их применения					
3.10. Конструкции и принцип действия гидроциклонов					
<b>Итого по разделу</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	
<b>4. Основные процессы</b>	<b>III</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	
4.1. Гравитационное обогащение полезных ископаемых. Теоретические основы. Скорость падения, коэффициент равнопадаемости					Изуч и доп литер дисципли лекц
4.2. Процессы гравитационного обогащения: промывка, отсадка, концентрация на столах, обогащение на шлюзах и желобах, винтовых сепараторах, обогащение в тяжелых суспензиях					
4.3. Сущность процессов, конструктивные и технологические параметры аппаратов и машин, практика их применения					
4.4. Магнитное обогащение. Теоретические основы. Магнитные свойства минералов, магнитные поля сепараторов					Изуч и доп литер дисципли лекц
4.5. Оборудование для магнитного обогащения: сепаратор для сильно и слабомагнитных руд; сухие и мокрые магнитные сепараторы					



Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	сам
		лекции	лаборат. занятия		
4.6. Электрическое обогащение. Физические основы процесса, подготовка материала к электрической сепарации					
4.7. Классификация электрических сепараторов, их конструктивные и технологические параметры					
4.8. Специальные методы подготовки и обогащения руд					
4.9. Рудоразборка: обогащение по трению, форме, цвету, флотогравитация; обжиг руд; избирательное дробление, измельчение, химическое обогащение					
4.10. Флотационное обогащение. Теоретические основы. Кинетика флотации					Изуч и доп литер дисципли лекци
4.11. Флотационные реагенты, их классификация, назначение и механизм действия					
4.12. Флотационные машины, их классификация, конструкция					
4.13. Практика применения машин различных типов (механические, пневмомеханические, колонные и др.). Схемы и режимы флотации					
<b>Итого по разделу</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	
5. Обезвоживание и опробование	<b>III</b>	<b>0,5</b>		<b>10</b>	Изуч и доп литер дисципли лекци
5.1. Обезвоживание. Назначение операций обезвоживания и их классификация					
5.3. Опробование и контроль на обогатительных фабриках. Типы и назначение проб					

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	сам
		лекции	лаборат. занятия		
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,5</b>		<b>10</b>	
6. Общие сведения об обогатительно-технологической системе	<b>III</b>	<b>0,5</b>		<b>10</b>	
6.1. Технологические схемы: качественные, водно-шламовые и схемы цепи аппаратов					Изуч и доп литер дисципли лекц
6.2. Управление качеством полезных ископаемых при их добыче, усреднение минерального сырья в горном цехе и на обогатительной фабрике					
6.3. Технология обогащения руд черных, цветных и редких металлов. Требования к качеству концентратов и сырья.					
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,5</b>		<b>10</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>III</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>88,4</b>	

## 5 Образовательные и информационные 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.

**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.

**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-прессконференция.

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).

**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 рудо-подготовки?**

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.  $E = \epsilon_k - \gamma_k$ ;

2.  $E = \frac{m^k}{m^m}$  ;

3.  $E = \frac{100}{100}$  ;

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

**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 обогащению?**

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 назначение операции 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 рН 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 пред-

ставить 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-9 владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве 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 механическими?</li> <li>5. Какие процессы переработки минерального сырья называются химическими?</li> <li>6. Какие процессы переработки минерального сырья называются биологическими?</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 обогащения.</li> <li>10. Чем определяется крупность, до которой полезное ископаемое обогащается?</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, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.	<p><b>Решить задачу:</b></p> <p>Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	мерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых.	таблице (по заданию)
<b>ПК-4 готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатации твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно связанных с производством полезных ископаемых</b>		
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при переработки полезных ископаемых	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность, главные особенности и классификация обогатительных процессов</li> <li>2. Основные факторы, влияющие на выбор метода обогащения</li> </ol>
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	<b>Решить задачу:</b> Определить технологические показатели обогащения медной руды: <ul style="list-style-type: none"> <li>- выход медного концентрата,</li> <li>- выход хвостов,</li> <li>- массу хвостов,</li> <li>- извлечение меди в медный концентрат,</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ботке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов флотационного проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования	- извлечение меди в хвосты для условий, указанных в табл. Результаты расчета технологических показателей оформить в Определить марку медного концентрата из табл.
<b>ПК-5 готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых 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 обо
Уметь	применять научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему для обогащения руды



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	<p><b>Решить задачу:</b>            Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из ...            таблицы (по заданию)</p>
<p><b>ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию производства</b></p>		
Знать	основные тенденции развития производственных процессов, показатели производства	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие процессы переработки минерального сырья на ...</li> <li>2. Какие процессы переработки минерального сырья на ...</li> <li>3. Какие процессы переработки минерального сырья на ...</li> </ol>
Уметь	применять изученные тенденции развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b>            Составить схему для обогащения руды</p>
Владеть	тенденциями развития производственных процессов, показатели производства в профессиональной деятельности	<p><b>Решить задачу:</b>            Определить массовую долю цинка в концентрате, состоящем из ...            занных в таблице (по заданию)</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке 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? те?
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 флотацией в таблице. Исходные данные: массовая доля Si в руде – 0,1 %.

## **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 3 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.

## 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.informsistema.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 твердых полезных ископаемых. Т.II Технология обогащения полезных ископаемых: Учебник. 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: Обогащительные 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:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный	Д-300-18 от 31.03.2018 Д-1347-17 от 20.12.2017 Д-1481-16 от 25.11.2016	28.01.2020 21.03.2018 25.12.2017
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Информационная система – Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://www.window.edu.ru>.

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).

3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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.