



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  
И.А. Пыталев

15.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ РУД***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Гидрометаллургия благородных и редких металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

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

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
03.03.2021, протокол № 7

Зав. кафедрой



И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
15.03.2021 г. протокол № 5

Председатель



И.А. Пыталев

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. техн. наук



М.А. Цыгалов

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 «Технология обогащения руд» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных навыков и умений по технологии обогащения руд.

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

Дисциплина Технология обогащения руд входит в часть учебного плана, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Минералогия и кристаллография

Дробление, измельчение и подготовка руд к обогащению

Исследование руд на обогатимость

Процессы и аппараты переработки сырья

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут

Экономика предприятия

Проектирование фабрик

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

Производственная - преддипломная практика

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - производственно- технологическая практика

Инновационные проектные решения

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология обогащения руд» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры
ПК-3.1	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья
ПК-3.2	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и дробильно-сортировочных установок
ПК-3.3	Оптимизирует режимы работы оборудования, используя теоретические основы методов обогащения полезных ископаемых

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

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

- контактная работа – 27,9 акад. часов;
- аудиторная – 24 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 247,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. часа;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часов

Форма аттестации – зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студентов	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		лекции	лаборат. занятия				
<b>1. Раздел Классификация полезных ископаемых</b>	7			<b>42</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
1.1. Классификация полезных ископаемых							
1.2. Технология подготовки полезных ископаемых к обогащению.		2					
<b>Итого по разделу</b>		<b>2</b>		<b>42</b>			
<b>2. Раздел Технология обогащения руд черных металлов</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа №1,4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.1. Основные типы месторождений. Кондиции на железные, марганцевые и хромовые руды и концентраты по условиям их металлургического использования. Вредные и полезные примеси.	1			16			

2.2. Практика обогащения магнетитовых, гематитовых, титаномагнетитовых, ильменитовых, бурожелезняковых и сидеритовых руд. Особенности обогащения железистых кварцитов. Технологические особенности и показатели работы ведущих ГОКов.	7	1	6		Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторных работ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.3 Агломерация руд и концентратов.		0,5	1,2И	16	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.4 Производство чугуна. Качество чугуна.		0,5	1,2И				
2.5 Производство стали. Качество стали.		0,5					
2.6 Обогащение коренных и осадочных марганцевых руд. Обогащение хромовых руд.		0,5		10			
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>	<b>6/2,4И</b>	<b>42</b>			
<b>3. Технология обогащения руд цветных металлов</b>	8	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа №2, 5	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.1 Технологические типы и сорта руд. Предварительное обогащение руд цветных металлов. Практика обогащения медных и медно-пиритных руд.		1		5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.2 Практика обогащения медно-цинковых руд.			2	5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторных работ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.3 Свинцово-цинковые и медно-свинцово-цинковые	8	1		5			ПК-3.1 ПК-3.2

руды. <b>Схемы обогащения.</b> Методы разделения коллективных концентратов.							ПК-3.3
3.4 Технологические схемы и режимы флотации медно-молибденовых руд. Методы разделения медно-молибденовых концентратов.				5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.5 Практика обогащения никелевых и медно-никелевых руд.				5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.6 Metallургия меди	8			5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		
3.7 Metallургия цинка				5	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		
3.8 Технология обогащения золотосодержащих руд, россыпей и конгломератов. Процессы гидрометаллургии в схемах обогащения. Амальгамация и цианирование.		4		7	Изучение литературы по дисциплине, конспекта лекций.		
<b>Итого по разделу</b>		<b>3</b>	<b>6</b>	<b>42</b>			
<b>4. Раздел Технология обогащения нерудных полезных ископаемых</b>		<b>0,6</b>	<b>2/1,2И</b>	<b>42</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Контрольная работа №3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

	8						
<b>4.1 Технология обогащения углей.</b> Качество и технологические сорта. Подготовка углей к коксованию. Технологические схемы и показатели.		0,2	2	10	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторных работ	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.2 Обогащение графитовых руд. Типы руд, особенности технологических схем, показатели обогащения.	8		1,2И	10	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.3 Практика обогащения каолиновых руд, используемые способы, технологии и оборудование.							
4.4 Практика обогащения магнетитового сырья и талька.		0,2					
4.5 Технология обогащения кианитовых и андалузитовых руд.							
4.6 Практика обогащения слюдяных материалов и вермикулитовых руд.	8			10	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.		ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.7 Технология кимберлитовых руд. Специальные методы и гравитационное обогащение, доводка черновых концентратов.		0,2		12			
4.8 Технология обогащения кварцевого и полевошпатового сырья.							
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,6</b>	<b>2/1,2И</b>	<b>42</b>			
<b>5. Раздел Технология обогащения горно-химического сырья</b>			<b>1,2И</b>	<b>42</b>		Контрольная работа №3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3



	8						
5.1 Технология обогащения апатитов, фосфоритов. Особенности схем и реагентных режимов флотации.		0,2		10		Защита лабораторных работ	
5.2 Калийные соли, методы их обогащения, особенности технологии флотации, реагентные режимы.				10			ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5.3 Обогащение серных и мышьяковистых руд. Их флотация. Специальные и комбинированные технологии их переработки.	8			10			
5.4 Технология обогащения баритовых и флюоритовых руд.		0,2	1,2И	12			
<b>Итого по разделу</b>		<b>0,4</b>	<b>1,2И</b>	<b>42</b>			
<b>6. Раздел Технология обогащения руд редких металлов</b>			<b>0,8И</b>	<b>37,5</b>			ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Обогащение сподуменовых руд. Обогащение руд и россыпей циркония, вольфрама, титана. Переработка урановых руд. Радиометрическое, гравитационное, флотационное обогащение. Комбинированные процессы переработки комплексных руд.	8		0,8И	37,5			
Итого по разделу		<b>0,4</b>		<b>37,5</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>10</b>	<b>14/5,6И</b>	<b>247,5</b>	<b>Зачет, Экзамен</b>		

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины применяются различные виды образовательных технологий.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в процессе выполнения лабораторных работ. Освоение теоретического материала и выполнение лабораторных работ позволяют студентам осознать комплексный характер курса, его органическую связь с другими дисциплинами; сформировать знания о процессах окисления и металлургических процессах, а также в дальнейшем применить полученные знания в практической деятельности.

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

Формы учебных занятий с использованием игровых технологий:

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

Деловая игра – моделирование различных ситуаций, связанных с выработкой и принятием совместных решений, обсуждением вопросов в режиме «мозгового штурма», реконструкцией функционального взаимодействия в коллективе и т.п.

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

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

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,

**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 (модуля)**  
**а) Основная литература:**

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

2. Клейн, М.С. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 193 с. — ISBN 978-5-906888-51-8. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105409>

3. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90165>

**б) Дополнительная литература:**

1. Беляев, С.В. Основы металлургического и литейного производства : учебное пособие / С.В. Беляев, И.О. Леушин. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. — 306 с. — ISBN 978-5-222-24740-2. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102277>

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

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

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

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

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

**в) Методические указания:**

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

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

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

<https://e.lanbook.com/book/90165> Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3.

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	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>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Лаборатория механических исследований:

1. Лабораторная установка щековой дробилки;
2. Лабораторная установка конусной дробилки крупного дробления;
3. Лабораторная установка валковой дробилки;
4. Лабораторная установка механического встряхивателя;
5. Лабораторная установка шаровой мельницы;
6. Лабораторная установка мельницы с вращающейся осью;
7. Лабораторная установка инерционного грохота;
8. Стандартный набор сит

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

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

По дисциплине «Технология обогащения руд» 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**

#### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**

Тема: Технология обогащения руд черных металлов

##### Вариант № 1

Вещественный состав и переработка магнетитовых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

##### Вариант № 2

Вещественный состав и переработка сидеритовых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

##### Вариант № 3

Вещественный состав и переработка бурожелезняковых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

##### Вариант № 4

Вещественный состав и переработка хромовых руд. Основные минералы. Месторождения.

##### Вариант № 5

Вещественный состав и переработка марганцевых руд. Основные минералы. Месторождения.

##### Вариант № 6

Характеристика железных руд. Минералы. Оптимальная глубина обогащения. Подготовка руд к плавке.

#### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**

Тема: Технология обогащения руд цветных металлов

##### Вариант № 1

Технология обогащения медных и медно-пиритных руд. Основные минералы меди. Месторождения.

##### Вариант № 2

Технология обогащения медно-цинковых руд. Основные минералы цинка. Месторождения.

##### Вариант № 3

Технология обогащения медно-молибденовых руд. Доводка медно-молибденовых

концентратов. Основные минералы молибдена. Месторождения.

Вариант № 4

Технология обогащения медно-никелевых руд. Основные минералы никеля. Месторождения.

Вариант № 5

Технология обогащения свинцовых и свинцово-цинковых руд. Основные минералы свинца. Месторождения.

Вариант № 6

Технология обогащения медно-свинцово-цинковых руд. Месторождения.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Технология обогащения неметаллических полезных ископаемых

Вариант № 1

Качество и технологические сорта углей. Технология обогащения углей. Месторождения.

Вариант № 2

Свойства и месторождения алмазов. Технология обогащения кимберлитовых руд.

Вариант № 3

Технология обогащения каолиновых руд. Месторождения.

Вариант № 4

Технология обогащения фосфоритов и апатитов. Месторождения.

Вариант № 5

Технология обогащения калийных руд. Минералы. Месторождения.

Вариант № 6

Технология обогащения серных руд. Месторождения.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Производство кокса. Производство чугуна. Производство стали.

Вариант № 1

Подготовка коксовых шихт. Процесс коксования, коксовые печи. Требования к качеству металлургического кокса.

Вариант № 2

Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи. Поведение различных элементов при доменной плавке. Продукты доменной плавки. Техничко-экономические показатели.

Вариант № 3

Устройство доменной печи, вспомогательное оборудование и аппараты. Технология доменного процесса. Продукты доменной плавки.

Вариант № 4

Выплавка стали в конвертерах. Устройство аппаратов.

Основные реакции в сталеплавильных процессах.

Вариант № 5

Выплавка стали в дуговых и индукционных печах. Устройство аппаратов. Основные реакции в сталеплавильных процессах.

Вариант № 6

Подготовка коксовых шихт. Процесс коксования, коксовые печи. Требования к качеству металлургического кокса.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Производство цветных металлов

Вариант № 1

Обжиг медных концентратов. Химические реакции процесса обжига. Обжиговые печи.

Вариант № 2

Обжиг цинковых концентратов. Химические реакции процесса обжига.

Вариант № 3

Плавка медных концентратов в отражательных печах. Сущность процесса и важнейшие химические реакции. Состав и свойства штейна и шлака.

Вариант № 4

Обжиг свинцовых концентратов.

Восстановительная плавка свинца в шахтных печах.

Вариант № 5

Огневое рафинирование меди.

Электрическое рафинирование меди.

Вариант № 6

Рафинирование свинца. Основные принципы и стадии процессов рафинирования: обезмеживание серой, обессеребрение цинком, окислительное рафинирование, удаление висмута.

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является практическое ознакомление студентов с различными схемами обогащения полезных ископаемых с помощью подготовительных операций (дробления, измельчения), гравитационного, флотационного, магнитного методов обогащения, а также получение навыков по выполнению различных опытов. В частности, студент должен уметь правильно обосновать представленную схему 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.

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

1. Классификация полезных ископаемых.
2. Характеристика железных руд. Минералы. Кондиции на железные концентраты.
3. Вещественный состав и переработка бурожелезняковых и сидеритовых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.
4. Вещественный состав и переработка марганцевых руд. Основные минералы. Месторождения.
5. Вещественный состав и переработка хромовых руд. Основные минералы. Месторождения.
6. Оптимальная глубина обогащения. Подготовка руд к плавке.
7. Текстурно-структурные особенности медьсодержащих руд. Основные минералы меди.
8. Технология обогащения медных и медно-пиритных руд. Месторождения.
9. Технология обогащения медно-цинковых руд. Основные минералы цинка. Месторождения.
10. Технология обогащения молибденовых и медно-молибденовых руд. Основные минералы молибдена. Месторождения.
11. Технология обогащения медно-никелевых руд. Основные минералы никеля. Месторождения.
12. Технология обогащения свинцовых и свинцово-цинковых руд. Основные минералы свинца. Месторождения.



13. Технология обогащения медно-свинцово-цинковых руд. Месторождения.
14. Технология обогащения мышьяковых руд. Основные минералы мышьяка. Месторождения.
15. Технология извлечения золота из коренных руд. Месторождения.
16. Методы извлечения золота из песков россыпных месторождений.
17. Извлечение золота из руд и концентратов цианированием и амальгамацией.
18. Качество и технологические сорта углей. Технология обогащения углей. Месторождения.
19. Технология обогащения графитовых руд. Месторождения.
20. Свойства и месторождения алмазов. Технология обогащения алмазов.
21. Характеристика алюминиевых руд. Основное сырье для производства алюминия. Область применения.
22. Технология обогащения каолиновых руд. Месторождения.
23. Технология обогащения андалузитовых, кианитовых и силлиманитовых руд. Кондиции на концентраты. Месторождения. Область применения концентратов.
24. Технология обогащения талька и магнезитового сырья. Месторождения.
25. Технология обогащения кварцевого и полевошпатового сырья.
26. Технология обогащения слюды. Месторождения.
27. Технология обогащения серных руд. Месторождения.
28. Технология обогащения баритовых руд. Месторождения.
29. Технология обогащения фосфоритов и апатитов. Месторождения.
30. Технология обогащения калийных руд. Минералы. Месторождения.
31. Технология обогащения урановых руд. Минералы. Месторождения.
32. Флотация вольфрамсодержащих руд. Минералы вольфрама.
33. Флотация титановых и циркониевых руд. Минералы титана и циркония.
34. Технология обогащения литиевых руд. Минералы лития.
35. Физико-химические процессы при агломерации руд и концентратов.
36. Технологическая схема и оборудование агломерационной фабрики. Подготовка шихты к спеканию. Требования к качеству агломерата.
37. Устройство доменной печи, вспомогательное оборудование и аппараты. Технология доменного процесса.
38. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи. Поведение различных элементов при доменной плавке. Продукты доменной плавки. Технично-экономические показатели.
39. Классификация сталеплавильных процессов. Основные реакции в сталеплавильных процессах.
40. Выплавка стали в конвертерах. Устройство аппаратов.
41. Обжиг медных концентратов. Химические реакции процесса обжига. Обжиговые печи.
42. Плавка медных концентратов в отражательных печах. Сущность процесса и важнейшие химические реакции. Состав и свойства штейна и шлака.
43. Огневое рафинирование меди. Электрическое рафинирование меди.
44. Обжиг цинковых концентратов. Химизм процесса.
45. Выщелачивание цинка и очистка растворов от примесей. Аппаратура для выщелачивания.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

#### Примерное содержание:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-3 Способен осуществлять техническое руководство работами по обогащению полезных ископаемых и подготовке сырья к обогащению, выбирать технологию обогащения и рассчитывать необходимые технологические параметры</b>		
<b>ПК-3.1</b>	Определяет организационные и технические меры по выполнению производственных заданий в отделениях вспомогательных, подготовительных и основных операций по переработке сырья	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность, главные особенности и классификация механических процессов обогащения.</li> <li>2. Сущность, главные особенности и классификация гидро- и пирометаллургических процессов.</li> <li>3. Технологические типы и сорта руд. Марки концентратов.</li> <li>4. Технология обогащения руд цветных и редких металлов. Кондиции на концентраты.</li> <li>5. Технология обогащения</li> <li>6. Технологические типы и сорта руд. Предварительное обогащение руд цветных металлов. Практика обогащения руд цветных и редких металлов.</li> <li>7. Технология обогащения горно-химического сырья.</li> <li>8. Технология обогащения нерудных полезных ископаемых. неметаллического сырья. Кондиции на концентраты.</li> <li>9. Радиометрическое, гравитационное, флотационное обогащение. Комбинированные процессы переработки комплексных руд.</li> <li>10. Процессы гидрометаллургии в схемах обогащения. Амальгамация и цианирование.</li> <li>11.</li> </ol>
<b>ПК-3.2</b>	Контролирует ведение процесса переработки сырья, организует безопасную работу персонала обогатительных фабрик и	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить схему и реагентный режим для обогащения тонковкрапленной двухкомпонентной руды</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	дробильно-сортировочных установок	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Составить схему и реагентный режим для обогащения сплошной и тонковкрапленной двухкомпонентной руды</li> <li>3. Составить комбинированную схему переработки труднообогатимой двухкомпонентной руды</li> <li>4. Составить схему для переработки полиметаллической руды.</li> </ol> <p><b><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные факторы, влияющие на выбор технологии обогащения сырья.</li> <li>2. Технологические схемы и реагентные режимы флотации руд цветных металлов и неметаллического сырья.</li> <li>3. Основные факторы, влияющие на технологию обогащения сырья.</li> <li>4. Особенности построения схем при выборе технологии обогащения Сущность, главные особенности и классификация механических процессов обогащения.</li> <li>5. Сущность, главные особенности и классификация гидро- и пирометаллургических процессов обогащения.</li> </ol>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология обогащения полезных ископаемых» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и экзамена.

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

Зачет проводится по билетам, охватывающим пройденный материал. По окончании ответа преподаватель 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 зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся показывает высокий, средний или 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.

– на оценку «не зачтено» – 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. 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 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.