



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)**

***МИНЕРАЛОГИЯ И КРИСТАЛЛОГРАФИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Металлургия

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	3

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, 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:

ассистент кафедры ГМДиОПИ, канд. геол.-минерал. наук



М.С. Колкова

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

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины «Минералогия и кристаллография» является изучение кристалломорфологии, кристаллохимии, кристаллофизики и кристаллогенезиса минералов в металлургических и естественно-геологических процессах.

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

Дисциплина Минералогия и кристаллография входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Физика

Математика

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

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Минералогия и кристаллография» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы в области гидрометаллургических процессов переработки руд и концентратов
ПК-1.1	Проводит патентные исследования, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований
ПК-1.2	Проводит исследования самостоятельных тем
ПК-1.3	Составляет и защищает отчеты и регламенты по результатам лабораторных и промышленных испытаний

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 158,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы кристаллографии								
1.1 Вводная. Основы кристаллографии. Закон постоянства углов	3	1			13,3	Регистрация на сайте <a href="https://www.lecture.ru/">https://www.lecture.ru/</a> на курс лекций «Основы кристаллохимии». Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций.	Написание домашней работы №1 по заданной теме. Устный опрос (собеседование). Выполнение заданий по курсам «Основы кристаллохимии». Представление результатов в виде прогресса на курсе (сайт openedu.ru).	
1.2 Симметрия кристаллов		1			13,4	Изучение основной и дополнительной научной литературы. Работа с энциклопедиями.	Написание домашней работы №1 по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
1.3 Простые формы кристаллов		1,5		1,5	10	Подготовка к практическому занятию. Изучение основной и дополнительной научной литературы. Работа с энциклопедиями, словарями.	Написание домашней работы №1 по заданной теме. Устный опрос (собеседование). Выполнение и защита практической работы № 1	

1.4 Кристаллографические символы		0,2		1,5	26	Подготовка к практическому занятию. Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций. Работа с энциклопедиями, словарями.	Написание домашней работы №1 по заданной теме. Устный опрос (собеседование) Выполнение и защита практической работы № 2	
Итого по разделу		3,7		3	62,7			
2. Основы кристаллохимии								
2.1 Основы кристаллохимии	3	0,1			26	Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций. Работа с энциклопедиями, словарями.	Написание домашней работы №2 по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		0,1			26			
3. Основы минералогии								
3.1 Вводная лекция. Минералогия.		0,1				Регистрация на платформе <a href="http://www.lektorium.tv">www.lektorium.tv</a> . на курс «Мифы и реальности камня». Изучение учебной и научной литературы.	Написание домашней работы №3 по заданной теме. Выполнение заданий по курсу «Мифы и реальности камня». Представление результатов в виде прогресса на курсе. ( <a href="http://www.lektorium.tv">www.lektorium.tv</a> .) Устный опрос (собеседование)	
3.2 2 Кристаллохимическая классификация минералов	3			0,5		Подготовка к практическому занятию. Изучение учебной и научной литературы.	Выполнение и защита практической работы № 3. Устный опрос (собеседование). Написание домашней работы №3 по заданной теме.	
3.3 Оптические и механические свойства минералов				0,1	16	Подготовка к практическому занятию. Изучение учебной и научной литературы.	Выполнение и защита лабораторных работ № 4,5. Устный опрос (собеседование). Написание домашней работы №3 по заданной теме.	

3.4 Структуры и текстуры минеральных агрегатов в рудах и горных породах			0,1	16	Подготовка к практическому занятию. Изучение учебной и научной литературы	Выполнение и защита лабораторных работ № 4,5. Устный опрос (собеседование). Написание домашней работы №3 по заданной теме.	
3.5 Кристаллообразующая среда в процессе минералообразования. Ки-нетические типы кристаллизации				14	Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций. Работа с энциклопедиями, словарями.	Написание реферата по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
3.6 Зарождение кристаллов в геологических и металлургических процессах			2,3	5	Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций. Работа с энциклопедиями, словарями	Выполнение домашней работы №3 по заданной теме. Устный опрос (собеседование). Написание домашней работы №3 по заданной теме.	
3.7 Основные теории роста кристаллов в процессе геологического и технического минералообразования				4	Изучение основной и дополнительной научной литературы, конспекта лекций. Работа с энциклопедиями, словарями	Написание домашней работы №3 по заданной теме. по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу	0,1		3	55			
4. Геологические процессы							
4.1 Основные геологические процессы образования месторождений полезных ископаемых		0,1			Изучение учебной и научной литературы.	Выполнение домашней работы №4 по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
4.2 Технические процессы минералообразования при агломерации в производстве чугуна и стали и в огне-упорной футеровке	3			5,7	Подготовка к практическому занятию. Изучение учебной и научной литературы	Написание домашней работы №4 по заданной теме. Выполнение и защита лабораторных работ № 6. Устный опрос (собеседование)	
4.3 Основные методы кристалло-минералогических и петрографических исследований				9	Изучение учебной и научной литературы	Написание домашней работы №4 по заданной теме. Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу	0,1			14,7			
Итого за семестр	4		6	158,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4		6	158,4		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Геология» используются традиционные, интерактивные, технология с использованием элементов онлайн - курсов, представленных на национальной образовательной платформе «Открытое образование» - [openedu.ru.](http://openedu.ru), а также на платформе просветительского проекта «Лекториум» - [www.lektorium.tv](http://www.lektorium.tv).

Лекции проходят в традиционной форме. На лекции-консультации, излагается новый материал, сопровождающийся вопросами-ответами по теме лекции. Используется технология - лекция-визуализация, где изложение материала сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов.

Лабораторные и практические работы выполняются студентами по вариантам.

Самостоятельная работа заключается в проработке отдельных вопросов при изучении дисциплины и при подготовке к сдаче зачета. экзамена.

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

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

Абрамова, Р.Н. Введение в геологию : учеб. пособие / Р.Н. Абрамова, А.Ю. Фальк ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 280 с. - ISBN 978-5-4387-0699-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043918> (дата обращения: 06.12.2020).

06.12.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

2. Ананьев, В. П. Инженерная геология : учебник / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов, А.Н. Юлин. — 7-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 575 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011775-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/769085> (дата обращения: 06.12.2020). – Режим доступа: по подписке.

3 Сальников, В.Н. Курс лекций по общей геологии. Ч. 1: учебник / В.Н. Сальников ; Томский политехнический университет. - 2-е изд., испр. и доп. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 384 с. - ISBN 978-5-4387-0727-1.1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043910> (дата обращения: 06.12.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **в) Методические указания:**

Представлены в приложении 3.

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



### Программное обеспечение

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

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:  
 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации  
 Лаборатория минералогии:  
 Учебные коллекции минералов и горных пород на стендах.  
 Коллекции минералов, горных пород, полезных ископаемых, флоры и фауны в геологическом музее МГТУ. Рабочие коллекции моделей кристаллов. Шкала твердости Мооса в ящичках. Геологический компас. Учебные геологические карты.

Лаборатория петрографии:

Учебные коллекции горных пород на стендах. Коллекции горных пород, полезных ископаемых, флоры и фауны в геологическом музее МГТУ. Шкала твердости Мооса в ящичках. Геологический компас. Учебные геологические карты.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

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:

Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

## Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся  
 По дисциплине «Минералогия и кристаллография» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

### Примерная структура и содержание разделов дисциплины

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
<i>1 семестр</i>		
<b>Р 1</b>	<b><i>Основы кристаллографии.</i></b>	
T1.1	Вводная. Основы кристаллографии. Закон постоянства углов	Минералогия и металлургия зародились практически одновременно на заре развития человечества. Предмет и задачи кристаллографии, кристаллохимии и минералогии. Значение этих наук для исследования минералов, руд, горных пород, агломератов, шлаков и металлов. Общая характеристика кристаллов. Краткая история развития общей и технической кристаллографии и минералогии. Агрегатные состояния вещества. Кристалл и кристаллическое состояние минералов и металлов. Общие свойства кристаллов:

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
		однородность, дискретность, анизотропность, симметричность, способность к самоограничению. Распространенность минеральных кристаллов в природе, технике и быту.
Т1.2	Симметрия кристаллов	Элементы симметрии: центр, плоскости и оси (поворотные и инверсионные) симметрии. Взаимодействие элементов симметрии. Виды симметрии, сингонии, категории и их классификация.
Т1.3	Простые формы кристаллов	Кристалл, его грани, ребра и вершины. Связь внешней формы и внутреннего строения кристаллов. Форма кристаллов. Закон постоянства двугранных углов. Простые и комбинационные формы граней, ребер и вершин. Внешние формы и анатомия кристаллов. Скелетные формы кристаллов. Кристаллические двойники.
Т1.4	Кристаллографические символы	Правила выбора кристаллографических осей и единичной грани. Закон рациональности отношений параметров (закон Гаюи). Индексы и символы граней, ребер, вершин и их простых форм.
<b>Р 2</b>	<b><i>Основы кристаллохимии</i></b>	
Т2.1	Плотнейшие атомные упаковки и типы кристаллических решеток. Полиморфизм и изоморфизм. Типы химической связи в кристаллах	Атомные и ионные радиусы. Плотнейшие упаковки атомов в кристаллохимических структурах. Пространственная кристаллическая решетка и её элементы: узлы, ряды, плоские сетки и элементарные ячейки. Ретикулярная плотность плоских сеток и граней кристалла. Угловые и линейные параметры кристаллических решеток. Типы кристаллических решеток Бравэ. Трансляционная симметрия кристаллических структур. Пространственные группы симметрии Е.С. Федорова. Полиморфизм. Политипизм. Изоморфизм. Изодиморфизм. Типы химических связей в кристаллах. Координационные числа. Кристаллические растворы замещения, внедрения и вычитания. Морфотропия. Атомные разрушения структуры кристаллов. Классификация дефектов структуры. Точечные дефекты. Дислокации краевые и винтовые. Плотности дислокаций, методы их наблюдения. Структуры распада изоморфных кристаллических растворов.
<b>Р.3.</b>	<b><i>Основы минералогии</i></b>	
Т.3.1	Вводная лекция. Минералогия	Понятие о минерале и минералогии. Роль минерала на службе цивилизации. Минералы и минеральное сырье в черной металлургии. Общая, генетическая, региональная, космическая, техническая и технологическая

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
Т.3.2.	Кристаллохимическая классификация минералов	<p>минералогия.</p> <p>Кристаллохимическая классификация минералов, её принципы. Характеристика минеральных типов, подтипов; классов, подклассов; групп, подгрупп; видов, разновидностей; индивидов и субиндивидов. Понятие о рудах и горных породах. Промышленная классификация минералов. Классификация минерального сырья в черной металлургии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-железорудное: сырое (мартеновские, доменные, агломерационные руды), обогащенное (промпродукт, концентрат), синтезированное (агломерат, окатыши, ферросплавы),</li> <li>-легирующее: (руды марганца, хрома, кобальта, вольфрама и др.),</li> <li>-флюсующие: (кальцит (известняк), известь, доломит, кварц, флюорит и др.),</li> <li>-огнеупорные: (магнезит (периклаз), доломит, шпинель, хромит, боксит (корунд), каолинит (муллит), кварц (тридимит, кристобалит) и др.),</li> <li>-шлакообразующие минералы (оливины (форстерит, фаялит, кальциооливин), мелилиты (геленит, окерманит), пироксены (диопсид, геденбергит) и др.),</li> <li>-минералы - носители вредных технологических примесей: серы, фосфора, цинка и др. (сульфиды: пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и др.; фосфаты: апатит, силикокарнатит и др.)</li> </ul> <p>Парагенетическая ассоциация минералов.</p>
Т3.3.	Оптические и механические свойства минералов	<p>Оптические свойства:</p> <p><i>Показатели преломления</i> в оптически изотропных (кристаллы высшей категории) и анизотропных (кристаллы средней (одноосные) и низшей (двухосные) категорий) минералах. Двупреломление. Плеохроизм минералов. Оптические методы определения шлакообразующих минералов в проходящем свете - петрография.</p> <p><i>Цвет</i> в кристаллическом агрегате и порошке (цвет черты). Причины окраски минералов. Люминесценция минералов. Визуальные методы определения минералов.</p> <p><i>Блеск</i> - отражательная способность минералов. Зависимость блеска от кристаллохимических (металлический, полуметаллический, алмазный, стеклянный) и кристалломорфологических (зеркальный, матовый, жирный, шелковистый и др.) особенностей. Оптические методы определения металлов и рудных минералов в отраженном</p>

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
		<p>цвете - минераграфия.</p> <p>Механические свойства минералов:  <i>Спайность, отдельность и излом</i> в кристаллах минералов. Зависимость спайности от кристаллохимических особенностей минералов. Спайность - пример анизотропии минеральных кристаллов. Классификация спайности по форме и степени совершенства. Методы определения.  <i>Твердость минералов.</i> Методы определения твердости: методы царапания (эталонная десятибальная шкала твердости Мооса) и вдавливания алмазной пирамиды Викерса (микротвердомеры ПМТ). Ретикулярная и векториальная анизотропия твердости.  Хрупкость, упругость, гибкость и эластичность минералов.</p> <p>Прочие свойства минералов:  <i>Плотность.</i> Дифференциация минералов по плотности в процессе кристаллизации.  Ликвация. Расслоение минеральных расплавов в природе (магма) и в металлургии (шлак / металл). Гравитационные процессы обогащения минералов.  <i>Электромагнитные свойства минералов.</i>  Магнитные свойства. Методы магнитного обогащения железных руд.  Термоэлектрические свойства. ТермоЭДС. Термопары. Пьезоэлектрические свойства (стабилизация радиоволн, гидроакустика, кварцевые часы и др.).  Огнеупорность (температура плавления), гидрофильность, гидрофобность, растворимость в воде и кислотах, вкус, запах и пр.</p>
ТЗ.4	Структуры и текстуры минеральных агрегатов в рудах и горных породах	<p>Идеальные и реальные кристаллы.  Кристалломорфологическая структура.  Понятия об огранке, габитусе и облике кристаллических минеральных индивидов.  Классификация кристаллов по облику (изометричные, удлиненные и уплощенные).  Относительные и абсолютные размеры минеральных индивидов. Гранулометрическая классификация минеральных структур.  Упорядоченное (параллельное, двойниковое, радиально лучистое и др.) и беспорядочное срастание минеральных индивидов.  Эндотаксиальное, эпитаксиальное и пойкилитовое прорастание минеральных индивидов.  Текстуры минеральных агрегатов. Особые формы минеральных текстур: друзы, сферолиты, конкреции, секреции и т. п.</p>

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
		Основные морфологические типы текстур: массивная (однородная), вкраплено-пятнистая, слоистая (полосчатая), деформационная (трещенная, прожилковая, брекчиевая).
Т.3.5	Кристаллообразующая среда в процессе минералообразования. Кинетические типы кристаллизации	Процессы кристаллообразования в газообразных (газ, пар), жидких (расплав, раствор) и твердых (кристаллическая, аморфная) средах. Понятие о стабильном, равновесном, метастабильном и лабильном состоянии кристаллов и кристаллообразующей среды. Кинетические промышленные типы кристаллизации
Т.3.6	Зарождение кристаллов в геологических и металлургических процессах	Процессы зарождения, роста и разрушения кристаллов в газообразных (газ, пар), жидких (расплав, раствор) и твердых (кристаллических, аморфных) средах. Гомогенные и гетерогенные процессы зарождения кристаллов. Кристаллохимические типы зародышевых центров кристаллизации при гетерогенном зарождении. Факторы, влияющие на самопроизвольное зарождение кристаллов и специфические особенности центров кристаллизации при гетерогенном зарождении кристаллов.
Т.3.7	Основные теории роста кристаллов в процессе геологического и технического минералообразования	Основные теории роста кристаллов: термодинамическая, диффузионная, абсорбционная, молекулярно-кинетическая, дислокационная. Особенности их реализации в природных и технических условиях. Способы управления кинетикой кристаллизации и качеством образующихся металлов и минералов.
<b>Р 4</b>	<b><i>Геологические процессы</i></b>	
Т.4.1	Основные геологические процессы образования месторождений полезных ископаемых	Геологическое строение земного шара. <i>Эндогенные процессы минералообразования:</i> - магматические (интрузивные и эффузивные), краткая характеристика магматических пород и месторождений полезных ископаемых, в том числе железорудных в вулканических трубках взрыва в Восточной Сибири; - пегматитовые, краткая характеристика полезных ископаемых; - контактово-метасоматические (скарновые) железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области; - гидротермальные месторождения цветных и легирующих руд. <i>Экзогенные процессы:</i> - физическое, химическое и биологическое выветривание (железные шляпы бурых железняков и мармитовых руд в зоне окисления сульфидных месторождений); - осадочные: рассыпные (титаномагнетитовые

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
		<p>россыпи на морском шельфе, кварцевые пески и др.), хемогенные (морские железо-марганцевые конкреции, известняки, огнеупорные глины и др.), биохимические (болотные железные руды, торфяники и др.).</p> <p><i>Метаморфогенные процессы:</i> Региональный, контактовый и динамический метаморфизм. Стадии метаморфизма. Метаморфогенные месторождения железистых кварцитов, каменных углей, кварцита, огнеупорных андалузитовых и кианитовых сланцев и др.</p>
<b>Т.4.2</b>	<p>Технические процессы минералообразования при агломерации в производстве чугуна и стали и в огнеупорной футеровке</p>	<p>Дробление и обогащение полезных ископаемых. Понятие о концентрате и отходах (хвостах) обогащения.</p> <p>Агломерация и окомкование. Минералогия железорудных агломератов и окатышей.</p> <p>Минералообразование в доменных процессах. Минералогия доменных шлаков, гарнисажа на футеровке и минеральных отложений (цинкита) в трубопроводах.</p> <p>Минералообразование при сталеплавильных процессах. Ассимиляция извести. Минералогия сталеплавильных шлаков.</p> <p>Минералообразование в огнеупорных изделиях в металлургии. Минералогия кварцитовых (динасовых), шамотных, периклазовых, шпинель-форстеритовых, смоло-доломитовых, муллитовых и прочих огнеупоров.</p> <p>Минералообразование в производстве и использовании флюсов. Минералогия минеральных флюсов.</p> <p>Минералогия металлургических шламов и пыли.</p> <p>Экологическая минералогия в решении проблем комплексной мало- или безотходной переработки минерального сырья.</p>
<b>Т.4.3</b>	<p>Основные методы кристалло-минералогических и петрографических исследований</p>	<p>Кристалломорфологический и гониометрический анализ.</p> <p>Гранулометрический анализ.</p> <p>Химический (полный, локальный, спектральный, рентгеноспектральный, энергодисперсионный) анализ.</p> <p>Дифференциально-термический анализ.</p> <p>Рентгеновский анализ. Количественный и качественный фазовые анализы.</p> <p>Количественный и качественный химические рентгеноспектральные анализы. Локальный рентгеноспектральный анализ.</p> <p>Петрографический анализ горных пород, металлургических шлаков и огнеупоров.</p> <p>Микроскопическое исследование минералов в проходящем свете.</p>

Код темы	Тема дисциплины	Содержание
		<p>Минераграфический анализ руд, агломератов, металлов и сплавов. Микроскопическое исследование минералов в отраженном свете. Электронные микроскопические исследования (методом реплик, сканирования и просвечивания). Фотографические методы научных исследований (макро- и микрофотографирование). Компьютерная графическая и статистическая обработка данных минералогических и кристаллохимических исследований.</p>

### ***Примерная тематика самостоятельной работы***

Самостоятельная работа заключается в изучении рекомендуемой литературы по тематике практических занятий и в выполнении домашних работ по дисциплине.

### **Примерный перечень тем домашних работ:**

1. Перечень тем домашней работы №1: «Основы кристаллографии»:

- История развития минералогии и металлургии
- Предмет и задачи кристаллографии, кристаллохимии и минералогии. Значение этих наук для исследования минералов, руд, горных пород, агломератов, шлаков и металлов.
- Краткая история развития общей и технической кристаллографии и минералогии.
- Агрегатные состояния вещества. Кристалл и кристаллическое состояние минералов и металлов.
- Общие свойства кристаллов: однородность, дискретность, анизотропность, симметричность, способность к самоограничению. Распространенность минеральных кристаллов в природе, технике и быту.

2. Перечень тем домашней работы №2: «Основы кристаллохимии».

- Пространственная кристаллическая решетка и её элементы: узлы, ряды, плоские сетки и элементарные ячейки.
- Типы кристаллических решеток Бравэ. Трансляционная симметрия кристаллических структур.
- Полиморфизм. Политипизм. Изоморфизм. Изодиморфизм.
- Типы химических связей в кристаллах. Координационные числа. Кристаллические растворы замещения, внедрения и вычитания. Морфотропия.
- Атомные разрушения структуры кристаллов. Классификация дефектов структуры. Точечные дефекты. Дислокации краевые и винтовые.
- Плотности дислокаций, методы их наблюдения. Структуры распада изоморфных кристаллических растворов.

3. Перечень тем домашней работы №3: «Основы минералогии»

- Понятие о минерале и минералогии. Роль минерала на службе цивилизации
- Минералы и минеральное сырье в черной металлургии
- Общая, генетическая, региональная, космическая, техническая и технологическая минералогия.
- Минеральное сырье для черной металлургии: железорудное: сырое (мартеновские, доменные, агломерационные руды).
- Синтезированное (агломерат, окатыши, ферросплавы) минеральное сырье для черной металлургии.
- Руды марганца, хрома, кобальта, вольфрама и др. руды, как легирующее минеральное сырье для черной металлургии.



- Минерально-сырьевая база по флюсующим и огнеупорным минералам, применяемым в черной металлургии: (кальцит (известняк), известь, доломит, кварц, флюорит и др.; магнезит (периклаз), доломит, шпинель, хромит, боксит (корунд), каолинит (муллит), кварц (тридимит, кристобалит) и др.),
- Основные сведения о физико-химических свойствах шлакообразующих минералов (оливины (форстерит, фаялит, кальциооливин), мелилиты (геленит, окерманит), пироксены (диопсид, геденбергит) и др.).
- Физико-химические свойства минералов - носителей вредных технологических примесей: серы, фосфора, цинка и др. (сульфиды: пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и др.; фосфаты: апатит, силикокарнатит и др.) Их влияние на качество металлургической продукции.

#### 4. Перечень тем домашней работы №4: «Геологические процессы»

- Основные эндогенные процессы минералообразования
- Экзогенные процессы минералообразования
- Технические процессы минералообразования при агломерации
- Минералообразование в доменных процессах
- Минералогия доменных шлаков, гарнисажа на футеровке и минеральных отложений в трубопроводах

#### **Перечень практических работ**

1. Определение симметрии на моделях идеальных кристаллов.
2. Определение внешних гранных, реберных и вершинных форм в кристаллах. Установка кристаллов и определение кристаллографических символов гранных, реберных и вершинных форм.
3. Изучение систематической коллекции минералов. **Формы природных выделений минералов**
4. **Диагностические свойства минералов.**
5. Изучение, описание физических свойств, структурно-текстурных особенностей сростания, определение минералов, способов их использования в черной металлургии и народном хозяйстве.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-1 - Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы в области гидрометаллургических процессов переработки руд и концентратов</b>		
<b>ПК-1.1</b>	Проводить патентные исследования, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	<p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень вопросов к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о кристалле и кристаллических веществах.</li> <li>2. Основные свойства кристаллов.</li> <li>3. Симметрия кристаллов, виды симметрии, сингонии, категории.</li> <li>4. Пространственная кристаллическая решетка, ее элементы и параметры.</li> <li>5. Понятие о простых и комбинационных формах, принципы их названия.</li> <li>6. Установка кристаллов. Правила выбора осей и единичной грани. Индексы и символы граней и простых форм.</li> <li>7. Закон рациональности отношений параметров - закон Гаюи</li> <li>8. Правила установки кубических и тетрагональных кристаллов.</li> <li>9. Правила установки тригональных и гексагональных кристаллов.</li> <li>10. Правила установки кристаллов низшей категории.</li> <li>11. Закон постоянства граничных углов.</li> <li>12. Основные задачи кристаллохимии. Типы плотнейших шаровых упаковок.</li> <li>13. Основные типы кристаллических решеток и типы решеток БРАВЭ.</li> <li>14. Типы кристаллических структур ионных кристаллов.</li> <li>15. Типы кристаллических структур металлических кристаллов.</li> <li>16. Типы кристаллических структур атомных и молекулярных кристаллов.</li> <li>17. Изоморфизм, типы изоморфизма по степени совершенства и характеру замещения.</li> <li>18. Полиморфизм и политипизм.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>19.Понятие о минерале, руде и породе. Промышленная классификация.</p> <p>20.Кристаллохимическая классификация минералов.</p> <p>21.Оптические (цвет, цвет черты, блеск, прозрачность) свойства минерала.</p> <p>22.Механические (твердость, спайность, излом) свойства минералов.</p> <p>23.Морфология минералов. Понятие о структуре и текстуре.</p> <p>24.Понятие об огранке, габитусе и облике минералов. Классификация минералов по облику и степени идиоморфизма.</p> <p>25.Классификация структур по относительному и абсолютному размеру минеральных индивидов.</p> <p>26.Особые формы минеральных агрегатов друзы, сферолиты, натечные формы.</p> <p>27.Подробная характеристика гематита и корунда. Сведения о магнетите.</p> <p>28.Подробная характеристика магнетита и хромита. Сведения о шпинели и вюстите.</p> <p>29.Характеристика карбонатных минералов: кальцит, доломит, магнезит, сидерит, малахит, азурит. Их роль в черной металлургии.</p> <p>30.Характеристика сульфидов: халькопирит, пирротин, галенит, сфалерит, молибденит, арсенопирит. Их роль в черной металлургии.</p> <p>31.Характеристика минералов из класса сульфатов: барит, гипс, ангидрит.</p> <p>32.Характеристика силикатных минералов из группы полевых шпатов.</p> <p>33.Характеристика минералов из группы оливинов: (фаялит, форстерит, монтichelлит).</p> <p>34.Характеристика силикатных минералов из группы пироксенов: (диопсид, авгит, геденбергит).</p> <p>35.Характеристика минералов группы амфиболов: (актинолит и роговая обманка).</p> <p>36.Общие представления об эндогенных, экзогенных и метаморфогенных процессах минералообразования.</p> <p>37.Магматические процессы (эффузивные и интрузивные). Классификация магматических пород: кислые (гранит), средние (сиенит, диорит), основные (габбро, базальт), ультраосновные (дунит, кимберлит), щелочные</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>(нефелиновый сиенит).</p> <p>38.Пегматитовые, контактово-метасоматические (скарновые) и гидротермальные процессы. Месторождения полевых ископаемых, связанные с этими процессами.</p> <p>39.Экзогенные процессы: выветривание и осадкообразование (физическое, химическое и биохимическое). Месторождения полезных ископаемых.</p> <p>40.Метаморфические процессы: контактовый и региональный метаморфизм. Месторождения полезных ископаемых.</p> <p>41.Технические процессы минералообразования.</p> <p>42.Понятие об агломерации. Процессы диссоциации минералов и метасоматического замещения.</p> <p>43.Процессы кристаллизации при агломерации.</p> <p>44.Характеристика главных и характерных агломерационных минералов.</p> <p>45.Парагенезис минералов.</p> <p>46.Основные сведения о кристаллизации вещества.</p> <p>47.Кинетические типы кристаллизации.</p> <p>48.Зарождение кристаллов.</p> <p>49.Основные теории роста кристаллов.</p> <p>50.Кристаллография и минералогия металлургических шлаков и шламов.</p>
ПК-1.2	Проводит исследования самостоятельных тем	<p><b>Примерный перечень практических работ</b></p> <p>Определение симметрии на моделях идеальных кристаллов</p> <p>Определение внешних гранных, реберных и вершинных форм в кристаллах.</p> <p>Установка кристаллов и определение кристаллографических символов гранных, реберных и вершинных форм</p> <p>Изучение систематической коллекции минералов. <b>Формы природных выделений минералов</b></p> <p><b>Диагностические свойства минералов</b></p> <p>Изучение, описание физических свойств, структурно-текстурных</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		особенностей срастания, определение минералов, способов их использования в черной металлургии и народном хозяйстве
<b>ПК-1.3</b>	Составляет и защищает отчеты и регламенты по результатам лабораторных и промышленных испытаний	<b>Решить задачи:</b> «Геологические процессы» Основные эндогенные процессы минералообразования Экзогенные процессы минералообразования Технические процессы минералообразования при агломерации Минералообразование в доменных процессах Минералогия доменных шлаков, гарнисажа на футеровке и минеральных отложений в трубопроводах

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

### **Примерная структура и содержание пункта:**

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Минералогия и кристаллография» включает учет успешности по видам оценочных средств.

### **Шкала оценивания домашних работ**

Оценивание домашних работ по дисциплине «Минералогия и кристаллография» проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

«Зачтено» выставляется в случае, если домашняя работа оформлена в соответствии с требованиями методических указаний, тема достаточно проработана, материал хорошо структурирован, количество используемой литературы не менее 5. В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, домашняя работа возвращается на доработку.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Минералогия и кристаллография» включает учет успешности по видам оценочных средств (п.б.).

Практические занятия считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета, включающего тему, соответствующие рисунки и подписи.

Темы домашних работ распределяются на первом практическом занятии, готовые работы предоставляются в соответствующие сроки.

Допуск к экзамену выставляется при:

- зачтенной контрольной работе;
- предоставленных отчетов по практическим работам.

### **Шкала оценивания практических работ**

Практические занятия считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета, включающего тему, соответствующие рисунки и подписи.

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

Для получения зачета по дисциплине обучающийся обязан подготовиться по вопросам.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Понятие о кристалле и кристаллических веществах.
2. Основные свойства кристаллов.
3. Симметрия кристаллов, виды симметрии, сингонии, категории.
4. Пространственная кристаллическая решетка, ее элементы и параметры.
5. Понятие о простых и комбинационных формах, принципы их названия.
6. Установка кристаллов. Правила выбора осей и единичной грани. Индексы и символы граней и простых форм.
7. Закон рациональности отношений параметров - закон Гаюи
8. Правила установки кубических и тетрагональных кристаллов.
9. Правила установки тригональных и гексагональных кристаллов.
10. Правила установки кристаллов низшей категории.
11. Закон постоянства граничных углов.
12. Основные задачи кристаллохимии. Типы плотнейших шаровых упаковок.
13. Основные типы кристаллических решеток и типы решеток БРАВЭ.
14. Типы кристаллических структур ионных кристаллов.
15. Типы кристаллических структур металлических кристаллов.
16. Типы кристаллических структур атомных и молекулярных кристаллов.
17. Изоморфизм, типы изоморфизма по степени совершенства и характеру замещения.
18. Полиморфизм и политипизм.
19. Понятие о минерале, руде и породе. Промышленная классификация.
20. Кристаллохимическая классификация минералов.
21. Оптические (цвет, цвет черты, блеск, прозрачность) свойства минерала.

22. Механические (твердость, спайность, излом) свойства минералов.
23. Морфология минералов. Понятие о структуре и текстуре.
24. Понятие об огранке, габитусе и облике минералов. Классификация минералов по облику и степени идиоморфизма.
25. Классификация структур по относительному и абсолютному размеру минеральных индивидов.
26. Особые формы минеральных агрегатов друзы, сферолиты, натечные формы.
27. Подробная характеристика гематита и корунда. Сведения о магнетите.
28. Подробная характеристика магнетита и хромита. Сведения о шпинели и вюститe.
29. Характеристика карбонатных минералов: кальцит, доломит, магнезит, сидерит, малахит, азурит. Их роль в черной металлургии.
30. Характеристика сульфидов: халькопирит, пирротин, галенит, сфалерит, молибденит, арсенопирит. Их роль в черной металлургии.
31. Характеристика минералов из класса сульфатов: барит, гипс, ангидрит.
32. Характеристика силикатных минералов из группы полевых шпатов.
33. Характеристика минералов из группы оливинов: (фаялит, форстерит, монтичеллит).
34. Характеристика силикатных минералов из группы пироксенов: (диопсид, авгит, геденбергит).
35. Характеристика минералов группы амфиболов: (актинолит и роговая обманка).
36. Общие представления об эндогенных, экзогенных и метаморфогенных процессах минералообразования.
37. Магматические процессы (эффузивные и интрузивные). Классификация магматических пород: кислые (гранит), средние (сиенит, диорит), основные (габбро, базальт), ультраосновные (дунит, кимберлит), щелочные (нефелиновый сиенит).
38. Пегматитовые, контактово-метасоматические (скарновые) и гидротермальные процессы. Месторождения полевых ископаемых, связанные с этими процессами.
39. Экзогенные процессы: выветривание и осадкообразование (физическое, химическое и биохимическое). Месторождения полезных ископаемых.
40. Метаморфические процессы: контактовый и региональный метаморфизм. Месторождения полезных ископаемых.
41. Технические процессы минералообразования.
42. Понятие об агломерации. Процессы диссоциации минералов и метасоматического замещения.
43. Процессы кристаллизации при агломерации.
44. Характеристика главных и характерных агломерационных минералов.
45. Парагенезис минералов.
46. Основные сведения о кристаллизации вещества.
47. Кинетические типы кристаллизации.
48. Зарождение кристаллов.
49. Основные теории роста кристаллов.
50. Кристаллография и минералогия металлургических шлаков и шламов.

***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.



**Методические рекомендации по выполнению и защите практических работ**

1. Приготовить лабораторные принадлежности:

- \*стекло;
- \*фарфоровую неглазурованную пластинку;
- \*шкалу твердости Мооса;
- \*компас (магнитную стрелку);
- \*соляную кислоту.

2. **Определить блеск минерала.** Проверить себя по эталонной коллекции.

3. **Определить цвет минерала,** используя уточнения типа «яблочно-зеленый», «соломенно-желтый», «желто-зеленый» и т.п.

4. **Провести черту** и растереть ее для получения более тонкого порошка.

5. **Определить спайность минерала, для этого:**

- Выяснить, состоит ли образец из одного зерна, из многих мелких зерен или имеет скрытокристаллическое строение. В последнем случае спайность наблюдать невозможно.
- Наклонить образец к свету и найти поверхности, зеркально отражающие свет. Если они идут параллельными ступеньками – это, возможно, спайность (а иногда – грани кристаллов).
- Установить, по каким направлениям идет спайность, а по каким - излом.
- Определить угол между плоскостями спайности в градусах.

6. **Определить твердость минерала.**

Определять твердость минерала следует на свежем изломе, на гранях кристалла, но не на выветрилой поверхности и не на изломе агрегатов.

7. **Не путать черту и царапину.** Черта остается на фарфоровой пластинке, а царапина – на стекле!

8. Определить магнитные свойства темноокрашенных минералов, используя компас или магнитную стрелку.

9. Правильно назвать определяемый образец можно лишь после того, как выявлены все его физические свойства и морфологию.