

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра минералогии и петрографии**

Авторы-составители: **Волкова Маргарита Александровна**

Рабочая программа дисциплины  
**КРИСТАЛЛОХИМИЯ МИНЕРАЛОВ**  
Код УМК 43278

Утверждено  
Протокол №9  
от «25» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Кристаллохимия минералов

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология  
направленность Геохимия

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Кристаллохимия минералов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.01** Геология (направленность : Геохимия)

**ПК.16** способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

**ПК.18** готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геохимия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Кристаллохимия минералов. Первый семестр**

Кристаллохимия минералов изучает расположение атомов в структурах кристаллов в зависимости от химического состава кристаллов и характера химических связей атомов. Важной задачей кристаллохимии является выявление типоморфных признаков структур минералов, которые указывают на определенные условия образования кристаллов. Изучение основного закона и правила кристаллохимии. Установление типа кристаллохимической связи.

#### **Введение. Основные понятия кристаллохимии.**

Основные разделы кристаллохимии. Связь с другими науками. Общие представления о химическом составе минералов. Зависимость числа минералов от кларка элемента.

Понятие радиуса иона и атома. Примеры расчёта ионных радиусов. Координационное число. Расчёт кристаллохимической формулы. Пересчет кристаллохимической формулы минерала на минеральный состав. Энергия кристаллической решетки.

#### **Типы кристаллохимической связи в минералах.**

Понятие об идеальных типах кристаллохимической связи. Ионная, ковалентная связи. Типы воды в ионных кристаллах. Донорно - акцепторная связь, а также металлическая и водородная. Идеальные, переходные и смешанные связи. Классификация структур по типам химических связей.

#### **Основной закон и правила кристаллохимии.**

Основной закон кристаллохимии - закон Гольдшмидта. Следствия основного закона кристаллохимии. Правило электронной концентрации.

#### **Моделирование кристаллических структур.**

Типы плотнейших шаровых упаковок. Полиэдрическая модель Полинга. Модель плоских атомных сеток.

#### **Современные представления об изоморфизме и полиморфизме. .**

Кристаллохимическая трактовка явления изоморфизма. Классификация типов изоморфизма.

Эмпирические правила изоморфизма. Явление распада твердого раствора.

Полиморфные модификации вещества. Причины полиморфизма. Классификация типов полиморфизма. Явление полиптипии.

#### **Дефекты кристаллических структур.**

Понятие о дефектах кристаллических структур. Классификация дефектов. Энергетические и электронные дефекты. Точечные дефекты.

#### **Описательная кристаллохимия**

Структурные различия, типы и категории. Примеры структурных типов кристаллов. Классификация интерметаллидов. Физические свойства интерметаллидов. Кристаллохимическая классификация силикатов. Общее представление об органических кристаллах.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник / Ю. К. Егоров-Тисменко; под редакцией академика В. С. Урусова. — 2-е издание. — Москва : КДУ, 2010. — 588 с. : табл., ил. — ISBN 978-5-98227-687-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/7095>

2. Зоркий П.М. Задачник по кристаллохимии и кристаллографии/П. М. Зоркий ; ред. Л.М. Борисанова.- М.:Изд-во МГУ,1981.-39.

### Дополнительная:

1. Кристаллохимия минералов.-Ленинград:Наука,1981.-114.

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://elibrary.ru> Электронно-библиотечная система IPRbooks

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) Цифровая библиотека «Библиотех»

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Кристаллохимия минералов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Офисный пакет приложений.
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель).
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice».
5. Дисциплина не предусматривает использования специализированного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для лекционных занятий, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультации:

Коллекционная лаборатория минералогии и кристаллографии. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы помещение научной библиотеки ПГНИУ, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: Коллекционная лаборатория минералогии и кристаллографии. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в



паспорте лаборатории.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Кристаллохимия минералов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.16</b> способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)</p>	<p>Знать основные понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи, классификация структур по типам химической связи. Уметь определять электроотрицательность ионов, координационные числа, типы кристаллохимической связи. Владеть методами расчета кристаллохимической формулы вещества.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи, классификация структур по типам химической связи. Не умеет определять электроотрицательность ионов, координационные числа, типы кристаллохимической связи. Не владеет методами расчета кристаллохимической формулы вещества.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи, классификация структур по типам химической связи. Не умеет определять электроотрицательность ионов, координационные числа, типы кристаллохимической связи. Не владеет методами расчета кристаллохимической формулы вещества.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи, классификация структур по типам химической связи. Умеет определять электроотрицательность ионов, координационные числа, типы кристаллохимической связи. Не владеет методами расчета кристаллохимической формулы вещества.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи, классификация структур по типам химической связи. Умеет определять электроотрицательность ионов, координационные числа, типы кристаллохимической связи. Владеет методами расчета</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>кристаллохимической формулы вещества.</p>
<p><b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Знать структурные разности, типы и категории, классификацию интерметаллидов, физические свойства интерметаллидов, кристаллохимическую классификацию силикатов. Уметь моделировать кристаллические структуры. Владеть знаниями об органических кристаллах.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает структурные разности, типы и категории, классификацию интерметаллидов, физические свойства интерметаллидов, кристаллохимическую классификацию силикатов. Не умеет моделировать кристаллические структуры. Не владеет знаниями об органических кристаллах.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Плохо знает структурные разности, типы и категории, классификацию интерметаллидов, физические свойства интерметаллидов, кристаллохимическую классификацию силикатов. Не умеет моделировать кристаллические структуры. Плохо владеет знаниями об органических кристаллах.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Хорошо знает структурные разности, типы и категории, классификацию интерметаллидов, физические свойства интерметаллидов, кристаллохимическую классификацию силикатов. Умеет моделировать кристаллические структуры, допускаются небольшие ошибки Владеет знаниями об органических кристаллах.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает структурные разности, типы и категории, классификацию интерметаллидов, физические свойства интерметаллидов, кристаллохимическую классификацию силикатов. Умеет моделировать кристаллические структуры. Отлично владеет знаниями об органических кристаллах.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение. Основные понятия кристаллохимии. <b>Входное тестирование</b>	Кристаллохимические особенности внутреннего строения минералов. строение атома, иона, ионный радиус, координационное число, поляризация , электроотрицательность.
<b>ПК.16</b> способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Типы кристаллохимической связи в минералах. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия кристаллохимии, типы кристаллохимической связи в минералах

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.16</b> способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Моделирование кристаллических структур. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных законов кристаллохимии.
<b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению	Описательная кристаллохимия <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Описательная кристаллохимия

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Введение. Основные понятия кристаллохимии.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
------------------------------	--------------

#### **Типы кристаллохимической связи в минералах.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает кристаллообразующие и несвязанные элементы	5
Знает переходные типы кристаллохимической связи	5
Знает основные понятия кристаллохимии	5
Знает зависимость числа минералов от кларка элементов	5
Знает смешанные типы кристаллохимической связи	5
Знает типы кристаллохимических связей в минералах	5

#### **Моделирование кристаллических структур.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает основной закон кристаллохимии (закон Гольдшмидта)	5
Знает следствия основного закона кристаллохимии	5
Знает модель плоских атомных сеток	5
Знает кристаллические структуры и модели плоских атомных сеток	5
Знает типы плотнейших шаровых упаковок	5
Знает правило электронной концентрации	5

### **Описательная кристаллохимия**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает структурные различия, типы и категории. Примеры структурных типов кристаллов	5
Общее представление об органических кристаллах	5
Знает классификацию типов изоморфизма, эмпирические правила изоморфизма.	5
Знает кристаллохимическую классификацию силикатов и органических кристаллов	5
Знает полиморфные модификации вещества, классификацию типов полиморфизма,	5
Знает классификацию дефектов	5
Знает классификацию интерметаллидов	5
Знает кристаллохимическую трактовку явления изоморфизма.	5