

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

Авторы-составители: **Бадьянова Ирина Владиславовна**  
**Казымов Константин Павлович**

Рабочая программа дисциплины  
**ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ**  
Код УМК 101106

Утверждено  
Протокол №8  
от «05» апреля 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Основы кристаллографии

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

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

Направление подготовки: **05.03.01** Геология  
направленность Геология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Основы кристаллографии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.01** Геология (направленность : Геология)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<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>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (1 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Основы кристаллографии**

Наука кристаллография объединяет в себе геометрическую кристаллографию, кристаллохимию, физическую кристаллографию

#### **1 Введение в науку**

Кристаллография и кристаллохимия как науки  
История развития кристаллографии и кристаллохимии  
Литература  
Общее представление о кристаллическом веществе  
Понятие о пространственной решетке  
Материальные частицы кристаллов  
Внутренняя энергия кристаллов  
Определение понятия кристаллов  
Основные свойства кристаллов

#### **2 Геометрическая кристаллография**

Закон постоянства углов  
Закон О.Браве  
Гониометрия  
Закон симметрии кристаллов  
Сложение элементов симметрии  
Теорема Эйлера  
Единичные и симметрично-равные направления  
Вывод видов симметрии кристаллов

#### **3 Элементы симметрии кристаллов**

Сингонии  
Общие признаки сингонии  
Закон рациональности отношений параметров (Закон целых чисел, закон Гаюи)  
Символы граней  
Символы ребер и координатных осей  
Закон поясов

#### **4. Простые формы кристаллов**

Общие представления  
Элементы симметрии  
Центр инверсии  
Плоскости симметрии  
Оси симметрии  
Инверсионные оси  
Понятие о выводе элементов симметрии  
Сложение элементов симметрии  
Единичные направления  
Тридцать два вида симметрии  
Сингонии  
Определение симметрии реальных кристаллов

#### **Простые формы и комбинации**

Вывод простых форм кристаллов в классах низшей, средней и высшей категорий

### **Простые формы низшей категории**

Вывод простых форм кристаллов в классах низшей категории

### **Простые формы средней категории**

Вывод простых форм кристаллов в классах средней категории

### **Простые формы высшей категории**

Вывод простых форм кристаллов в классах высшей категории – кубической сингонии

## **5. Рост кристаллов (кристаллогенез)**

Общие сведения об образовании кристаллов

Механизмы роста кристаллов

Структурные дефекты в кристаллах

Факторы, влияющие на внешний облик кристаллов

Морфологические особенности реальных кристаллов

Краткие сведения о методах выращивания кристаллов

## **6. Основы кристаллохимии**

Основы кристаллохимии:

Предмет кристаллохимии. Исторические сведения. Задачи, решаемые кристаллохимией

Симметрия кристаллических структур

Координационные числа, координационные полиэдры, число формульных единиц

Типы химической связи в кристаллах

Геометрический характер структуры

Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах

Изоструктурность, изотипия, гетеротипия

Кристаллохимические радиусы

Основные категории кристаллохимии

Основы кристаллохимии силикатов

Структура и свойства льда

## **7. Физические свойства минералов**

Физические свойства минералов:

Общие сведения

Скалярные, векторные и тензорные свойства

Спайность

Твердость кристаллов

Способность к пластическим деформациям

Пьезоэлектрические свойства

Пироэлектрические свойства

Теплопроводность

Оптические свойства кристаллов

## **8. Методы исследования внутреннего строения кристаллов**

Основные методы исследования внутреннего строения кристаллов:

Дифракционные методы исследования вещества

Спектроскопические методы

## **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. Казымов К. П., Коротченкова О. В. Минералогия с основами кристаллографии. Описательная минералогия и геометрическая кристаллография: учебное пособие для студентов вузов / К. П. Казымов, О. В. Коротченкова. - Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3056-1. - 90. - Библиогр.: с. 85 <https://elis.psu.ru/node/511004>
2. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 152 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04738-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438395>

### Дополнительная:

1. Сергеева, В. В. Кристаллография и минералогия : учебно-методическое пособие / В. В. Сергеева ; под редакцией Ф. Л. Капустина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-7996-1987-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/107047>
2. Чупрунов Е. В., Хохлов А. Ф., Фаддев М. А. Основы кристаллографии: учебник для студентов вузов, обучающихся по физическим и химическим специальностям / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддев. - Москва: Физматлит, 2004, ISBN 5-940052-060-1. - 500. - Библиогр.: с. 499-500
3. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология" / Ю. К. Егоров-Тисменко. - Москва: Книжный дом "Университет", 2005, ISBN 5-98227-095-4. - 592. - Библиогр.: с. 583-585

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

<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> Научная электронная библиотека  
IPRbooks (ЭБС IPRbooks) электронная библиотека

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

Образовательный процесс по дисциплине **Основы кристаллографии** 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 (ауд. 601), учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультации (ауд. 638). Состав оборудования: коллекция моделей кристаллов, коллекция минералов.

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

Учебная аудитория (ауд. 638) для текущего контроля и промежуточной аттестации. Состав оборудования: коллекция моделей кристаллов, коллекция минералов.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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  
Основы кристаллографии**

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

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Умение выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний: Умение выводить формулы у моделей кристаллов Определение сингонии и вида симметрии у моделей кристаллов Определение простых форм у моделей кристаллов Определение габитуса у моделей кристаллов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний: Не умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Не определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Не определяет все простые формы у 3 моделей кристаллов Не дает название габитуса 3 моделей кристаллов</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Умеет выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний: Умеет выводить формулы у 2 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 2 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 моделей кристаллов Дает название габитуса 1 моделей кристаллов</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний: Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 2 моделей кристаллов Дает название габитуса 2 моделей кристаллов</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет выводить простые формы кристаллов</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>в классах низшей категории сингоний: Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 3 моделей кристаллов Дает название габитуса 3 моделей кристаллов</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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Простые формы низшей категории <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умеет выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингонии.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Простые формы средней категории <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение выводить простые формы кристаллов в классах средней категории сингонии.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Простые формы высшей категории <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение выводить простые формы кристаллов
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	8. Методы исследования внутреннего строения кристаллов <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Умение выводить формулы

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Простые формы низшей категории

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний: Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 3 моделей кристаллов Дает название габитуса 3 моделей кристаллов	20
Умение выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 2 моделей кристаллов Дает название габитуса 2 моделей кристаллов	16
Умение выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристалла Дает название габитуса 1 модели кристалла	12
Умение выводить простые формы кристаллов в классах низшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 2 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 2 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристаллов Дает название габитуса 1 моделей кристаллов	10

### **Простые формы средней категории**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить простые формы кристаллов в классах средней категории сингоний: Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 3 моделей кристаллов Дает название габитуса 3 моделей кристаллов	20
Умение выводить простые формы кристаллов в классах средней категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 2 моделей кристаллов Дает название габитуса 2 моделей кристаллов	16
Умение выводить простые формы кристаллов в классах средней категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристалла Дает название	12

габитуса 1 модели кристалла	
Умение выводить простые формы кристаллов в классах средней категории сингоний Умеет выводить формулы у 2 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 2 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристаллов Дает название габитуса 1 моделей кристаллов	10

### Простые формы высшей категории

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выводить простые формы кристаллов в классах высшей категории сингоний: Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 3 моделей кристаллов Дает название габитуса 3 моделей кристаллов	20
Умение выводить простые формы кристаллов в классах высшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 2 моделей кристаллов Дает название габитуса 2 моделей кристаллов	16
Умение выводить простые формы кристаллов в классах высшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 3 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 3 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристалла Дает название габитуса 1 модели кристалла	12
Умение выводить простые формы кристаллов в классах высшей категории сингоний Умеет выводить формулы у 2 моделей кристаллов Определяет сингонию и вид симметрии у 2 моделей кристаллов Определяет все простые формы у 1 модели кристаллов Дает название габитуса 1 моделей кристаллов	10

### 8. Методы исследования внутреннего строения кристаллов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знание теоретических основ кристаллографии: По результатам тестирования получено 40 ответов по 40 вопросам	40
Знание теоретических основ кристаллографии: По результатам тестирования получено 34	34

ответов по 40 вопросам	
Знание теоретических основ кристаллографии: По результатам тестирования получено 26 ответов по 40 вопросам	26
Знание теоретических основ кристаллографии: По результатам тестирования получено 20 ответов по 40 вопросам	20