

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Кристаллография БЗ.Б.19

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геохимия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Бахтин А.И. , Нуриева Е.М.

**Рецензент(ы):**

-

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Бахтин А.И. Кафедра минералогии и литологии Институт геологии и нефтегазовых технологий , Anatoly.Bakhtin@kpfu.ru ; заведующий отделом аспирантуры Нуриева Е.М. Отдел аспирантуры и докторантуры КФУ , Evgeniya.Nurieva@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Получение студентами необходимого минимума знаний о кристаллическом и аморфном состояниях вещества, свойствах и структурно-морфологических особенностях кристаллов, механизмах процессов кристаллизации, о возможностях прикладного использования кристалло-морфологического анализа в последующих курсах минералогии, петрографии и литологии, учениях о полезных ископаемых.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.19 Профессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина относится к блоку ДН(М).Ф.19 (Б3.Б.19) профессионального цикла дисциплин Кристаллография является базисом для изучения минералогии, петрографии, геохимии, учения о полезных ископаемых, литологии. Основы кристаллографии определяют взаимосвязь состава и кристаллического строения минералов с физическими и химическими свойствами, с условиями образования и преобразования кристаллического вещества в земной коре.

Обучающийся должен обладать знаниями геометрии и алгебры, химии и физики на уровне среднего образования.

Иметь представления о симметрии, геометрических фигурах, химических элементах и физических свойствах твердых тел.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|---|--|
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способен применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, инженерно-геологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания естественных наук, математики, геологических наук   |
| ПК-9<br>(профессиональные компетенции)  | готов применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических исследований при решении научно-производственных задач  |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

сингонии, элементы симметрии, простые формы кристаллических тел, типы кристаллических структур

2. должен уметь:

определять симметрию кристаллов и общую простую форму кристаллических тел

3. должен владеть:

навыками представления взаимосвязи между симметрией кристаллов и типом кристаллической структуры и физическими свойствами кристаллов минералов

определять симметрию кристаллов и общую простую форму кристаллических тел;  
использовать взаимосвязь между симметрией кристаллов и типом кристаллической структуры с физическими свойствами кристаллов минералов

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Симметрия кристаллов Основные свойства кристаллических тел<br>Операции и элементы симметрии<br>Взаимодействие элементов симметрии | 1       | 1-2                | 2   | 0                       | 2                      | домашнее задание          |
| 2. | Тема 2. Методы проецирования кристаллов   | 1       | 3                  | 2   | 0                       | 2                      |                           |
| 3. | Тема 3. Кристаллографические координатные системы<br>Кристаллографические категории, сингонии, классы симметрии                           | 1       | 4                  | 2   | 0                       | 2                      |                           |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 4. | Тема 4. Обозначения классов симметрии по А.Шенфлису, международные обозначения классов симметрии (символика Германна-Могена) Сетка Вульфа  | 1       | 5-6                | 0   | 0                       | 6                      |                           |
| 5. | Тема 5. Символы граней и ребер кристаллов Символы граней кристаллов. Закон Гаюи Символы ребер кристаллов. Их определение Закон зон - закон Вейсса  | 1       | 7-8                | 2   | 0                       | 2                      |                           |
| 6. | Тема 6. Простые формы кристаллов Общие представления Простые формы низшей категории Простые формы средней категории Простые формы высшей категории   | 1       | 9-10               | 4   | 0                       | 4                      |                           |
| 7. | Тема 7. Рост кристаллов (кристаллогенезис) Общие сведения об образовании кристаллов Механизмы роста кристаллов   | 1       | 11-12              | 2   | 0                       | 0                      | презентация               |
| 8. | Тема 8. Структурные дефекты в кристаллах Морфологические особенности реальных кристаллов Краткие сведения о физических свойствах кристаллов минералов зависящих от кристаллографического направления | 1       | 13-15              | 2   | 0                       | 0                      | презентация               |
| 9. | Тема 9. Краткие сведения о методах выращивания кристаллов  | 1       | 16                 | 2   | 0                       | 0                      | презентация               |
| .  | Тема . Итоговая форма контроля   | 1       |                    | 0   | 0                       | 0                      | зачет                     |

| N     | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-------|---------------------------------|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|       |                                 |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| Итого |                                 |         |                    | 18  | 0                       | 18                     |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Симметрия кристаллов Основные свойства кристаллических тел Операции и элементы симметрии Взаимодействие элементов симметрии**

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Симметрия кристаллов. Определение кристалла. Определение симметрии. Примеры симметрии. Основные свойства кристаллических тел: пространственная решетка, однородность, анизотропность и изотропность, способность к самоогранке, симметрия Главные отличия кристаллических и аморфных тел. Симметрические операции I и II рода. Элементы симметрии. Теорема Эйлера о взаимодействии элементов симметрии и следствия из нее.

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение простых осей симметрии 1, 2, 3, 4 и 6 порядка на моделях кристаллов. Определение плоскости симметрии на моделях кристаллов. Определение центра инверсии.

##### **Тема 2. Методы проецирования кристаллов**

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Стереографическая проекция элементов симметрии кристалла. Обозначения элементов симметрии на проекции. Действие теоремы и следствий из нее о взаимодействии элементов симметрии на стереографической проекции

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Построение стереографической проекции элементов симметрии моделей кристаллов низшей, средней и высшей категорий

##### **Тема 3. Кристаллографические координатные системы Кристаллографические категории, сингонии, классы симметрии**

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие о единичных направлениях Виды симметрии Сингонии Категории Установка кристаллов в различных координатных системах

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение сингонии по модели кристалла. Выбор координатных осей. Определение вида симметрии, категории, количества единичных направлений

##### **Тема 4. Обозначения классов симметрии по А.Шенфлису, международные обозначения классов симметрии (символика Германна-Могена) Сетка Вульфа**

###### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Определение группы симметрии. Условия существования группы. Обозначения по Шёнфлису низшей, средней и высшей категорий. Международные обозначения видов симметрии низшей, средней и высшей категорий

##### **Тема 5. Символы граней и ребер кристаллов Символы граней кристаллов. Закон Гаюи Символы ребер кристаллов. Их определение Закон зон - закон Вейсса**

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Закон Гаюи. Характеристики символов граней. Выбор единичных граней в сингониях. Определение символов граней в сингониях. Символы ребер кристаллов. Их обозначение и определение по сингониям. Закон зон - закон Вейсса

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение символов граней определенной простой формы низшей категории, средней категории, высшей категории

**Тема 6. Простые формы кристаллов Общие представления Простые формы низшей категории Простые формы средней категории Простые формы высшей категории**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Простые формы кристаллов. Их типы и виды (общие и частные, открытые и закрытые). Простые формы низшей категории - название, вид и количество граней. Простые формы средней категории - название, вид, количество граней. Простые формы высшей категории - название, вид, количество граней.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение типа и вида простых форм низшей категории на моделях кристаллов. Построение проекции простой формы низшей категории. Определение типа и вида простых форм средней категории на моделях кристаллов. Построение проекции простой формы средней категории. Определение типа и вида простых форм высшей категории на моделях кристаллов. Построение проекции простой формы высшей категории.

**Тема 7. Рост кристаллов (кристаллогенезис) Общие сведения об образовании кристаллов Механизмы роста кристаллов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определение кристаллогенезиса. Образование кристаллов в природе: магматическое, гидротермальное, пегматитовое, пневматолитовое и вулканическое, органическое, а также метаморфическое происхождения.

**Тема 8. Структурные дефекты в кристаллах Морфологические особенности реальных кристаллов Краткие сведения о физических свойствах кристаллов минералов зависящих от кристаллографического направления**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Структурные дефекты в кристаллах 1. Точечные дефекты 2. Линейные дефекты 3. Поверхностные дефекты 4. Объемные дефекты Краткие сведения о физических свойствах кристаллов минералов зависящих от кристаллографического направления 1. Механические свойства (твердость, упругость, пластичность, спайность) 2. Тепловые свойства (теплопроводность) 3. Оптические свойства: двупреломление, оптически одноосные кристаллы, оптически двуосные кристаллы, показатели преломления вещества (определение с помощью иммерсионного метода), угол погасания, плеохроизм (определение с помощью поляризационного микроскопа) 4. Электрические свойства (электропроводность, пьезоэлектрический эффект, пьезоэлектрический эффект) 5. Магнитные свойства кристаллов Морфологические особенности реальных кристаллов 1. Скульптура граней кристалла 2. Формы роста кристаллов (скелетные, дендритные, нитевидные) 3. Сростки кристаллов неупорядоченные (сферолиты, друзы, щетки) 4. Сростки кристаллов упорядоченные (параллельные, эпитаксические, двойники)

**Тема 9. Краткие сведения о методах выращивания кристаллов**


**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Краткие сведения о методах выращивания кристаллов 1. Методы выращивания кристаллов из растворов 2. Выращивание кристаллов из растворов в высокотемпературных расплавах ? метод кристаллизации из раствора в расплаве 3. Методы выращивания кристаллов из расплава 4. Методы выращивания кристаллов из газовой (паровой) фазы

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Симметрия кристаллов Основные свойства кристаллических тел<br>Операции и элементы симметрии |         |                 |                                       |                        |                                       |

## Взаимодействие элементов симметрии

|   |     |                                    |   |                     |   |
|---|-----|------------------------------------|---|---------------------|---|
| 1 | 1-2 | подготовка<br>домашнего<br>задания | 4 | домашнее<br>задание |   |
|   |     |                                    |   |                     |  ЭЛЕКТРОННЫЙ<br>УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КИУ |



| N  | Раздел<br>Дисциплины   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов | Трудоемкость<br>(в часах) | Формы контроля<br>самостоятельной<br>работы |
|----|--|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 2. | Тема 2. Методы проецирования кристаллов  | 1       | 3                  | подготовка домашнего задания                   | 2                         | домашнее задание                            |
| 3. | Тема 3. Кристаллографические координатные системы<br>Кристаллографические категории, сингонии, классы симметрии  | 1       | 4                  | подготовка домашнего задания                   | 2                         | контрольная работа                          |
| 4. | Тема 4. Обозначения классов симметрии по А.Шенфлису, международные обозначения классов симметрии (символика Германна-Могена) Сетка Вульфа                      | 1       | 5-6                | подготовка домашнего задания                   | 6                         | домашнее задание                            |
| 5. | Тема 5. Символы граней и ребер кристаллов Символы граней кристаллов. Закон Гаюи Символы ребер кристаллов. Их определение Закон зон - закон Вейсса              | 1       | 7-8                | подготовка домашнего задания                   | 6                         | домашнее задание                            |
| 6. | Тема 6. Простые формы кристаллов<br>Общие представления<br>Простые формы низшей категории<br>Простые формы средней категории<br>Простые формы высшей категории | 1       | 9-10               | подготовка домашнего задания                   | 8                         | контрольная работа                          |
| 7. | Тема 7. Рост кристаллов (кристаллогенезис)<br>Общие сведения об образовании кристаллов<br>Механизмы роста кристаллов   | 1       | 11-12              | подготовка к презентации                       | 2                         | презентация                                 |

| N  | Раздел Дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 8. | Тема 8. Структурные дефекты в кристаллах<br>Морфологические особенности реальных кристаллов<br>Краткие сведения о физических свойствах кристаллов минералов зависящих от кристаллографического направления | 1       | 13-15           | подготовка к презентации              | 2                      | презентация                           |
| 9. | Тема 9. Краткие сведения о методах выращивания кристаллов  | 1       | 16              | подготовка к презентации              | 4                      | презентация                           |
|    | Итого  |         |                 |                                       | 36                     |                                       |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Лекции
2. Практические занятия
3. Групповой разбор элементов симметрии на картонных моделях (групповой тренинг)
4. Экскурсии в зал Кристаллографии Геологического музея им.А.А.Штукенберга
5. Индивидуальная работа с деревянными моделями кристаллов минералов
6. Компьютерное тестирование
7. Групповая работа с коллекциями кристаллов минералов кафедры минералогии (разбор конкретных примеров)
8. Знакомство с рекомендованными интернет-ресурсами в компьютерном классе (групповой тренинг)
9. Представление конкретного минерала (деловая игра).

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Симметрия кристаллов Основные свойства кристаллических тел Операции и элементы симметрии Взаимодействие элементов симметрии

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение элементов симметрии по моделям кристаллов: осей симметрии, плоскостей симметрии и центра инверсии

### Тема 2. Методы проецирования кристаллов

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение проекций элементов симметрии моделей кристаллов

### Тема 3. Кристаллографические координатные системы Кристаллографические категории, сингонии, классы симметрии

контрольная работа, примерные вопросы:

Описание модели кристалла по плану: Определение формулы симметрии, сингонии, вида симметрии, категории, единичных направлений, геометрических констант и выбор осей координат и построение стереографической проекции элементов симметрии

#### **Тема 4. Обозначения классов симметрии по А.Шенфлису, международные обозначения классов симметрии (символика Германна-Могена) Сетка Вульфа**

домашнее задание, примерные вопросы:

Определение классов симметрии по А.Шенфлису и международных обозначений на моделях кристаллов низшей, средней и высшей категорий

#### **Тема 5. Символы граней и ребер кристаллов Символы граней кристаллов. Закон Гаюи Символы ребер кристаллов. Их определение Закон зон - закон Вейсса**

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение символов граней на моделях кристаллов низшей, средней и высшей категорий

#### **Тема 6. Простые формы кристаллов Общие представления Простые формы низшей категории Простые формы средней категории Простые формы высшей категории**

контрольная работа, примерные вопросы:

Описание модели по плану: Формула симметрии, сингония, категория, обозначение по А.Шенфлису, международное обозначение, определение простых форм, их типа, количества граней. построение стереографической проекции элементов симметрии и проекций граней кристалла

#### **Тема 7. Рост кристаллов (кристаллогенезис) Общие сведения об образовании кристаллов Механизмы роста кристаллов**

презентация , примерные вопросы:

Образование кристаллов в природе: 1.Магматическое 2.Гидротермальное 3. Пневматолитовое 4.Вулканическое

#### **Тема 8. Структурные дефекты в кристаллах Морфологические особенности реальных кристаллов Краткие сведения о физических свойствах кристаллов минералов зависящих от кристаллографического направления**

презентация , примерные вопросы:

Методы исследования внутреннего строения кристаллов 1. Рентгеновские методы 2. Электронография 3. Нейтронография 4. Оптическая спектроскопия 5. Инфракрасная и рамановская спектроскопия 6. Рентгеноспектральные методы анализа Рентгеновский микроанализатор 7. Электронный парамагнитный резонанс 8. Ядерный магнитный резонанс 9. Ядерный гамма-резонанс ? эффект Мессбауэра

#### **Тема 9. Краткие сведения о методах выращивания кристаллов**

презентация , примерные вопросы:

Краткие сведения о методах выращивания кристаллов 1. Методы выращивания кристаллов из растворов 2. Выращивание кристаллов из растворов в высокотемпературных расплавах 3. Методы выращивания кристаллов из расплава 4. Методы выращивания кристаллов из газовой (паровой) фазы

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

1) Тест по теоретической части разделов: Симметрия кристаллов, символы граней и простые формы (промежуточная аттестация)

Тестовые задания по следующим понятиям:

Определение кристалла, кристаллографии

Задачи кристаллографии

Основные свойства кристаллических тел

Основные свойства аморфных тел

Элементы симметрии I рода

Элементы симметрии II рода

Теорема Эйлера

Следствия теоремы Эйлера

Кристаллографические координатные системы

Кристаллографические категории

Кристаллографические сингонии

Кристаллографические классы симметрии

Обозначения классов симметрии по А.Шенфлису

Международные обозначения классов симметрии (символика Германа-Могена)

Закон Гаюи

Единичные грани в кристаллах различных сингоний

Закон зон (поясов) - закон Вейсса

Типы простых форм

Простые формы низшей категории

Простые формы средней категории

Простые формы высшей категории

2) Контрольная работа (контроль самостоятельной работы по разделу Симметрия кристаллов)

Описание модели кристалла по плану:

- определение формулы симметрии модели кристалла;
- определение сингонии, категории и вида симметрии кристалла;
- определение количества единичных направлений;
- запись геометрических констант сингонии;
- запись класса симметрии в символах А.Шенфлиса и Германа-Могена (международной символикe);
- построение стереографической проекции класса симметрии с указанием направлений осей координат.

3) Контрольная работа по сетке Вульфа и символам граней (контроль самостоятельной работы по разделу символы граней и подразделу сетка Вульфа текущий контроль)

Решение задач на сетке Вульфа:

- построение стереографической проекции точек, заданных сферическими координатами;
- Измерение угла между точками, заданными сферическими координатами;
- Определение сферических координат полюса, являющегося гномостереографической проекцией грани (ребра);
- измерение угла между двумя дугами больших кругов;
- определение сферических координат стереографической проекции и порядка поворотной оси, по одной из точек проекции;
- построение стереограммы кристалла и определение его симметрии.
- определение символов грани (ребра)

4) Контрольная работа по определению простых форм и их проекций (промежуточная аттестация или текущий контроль)

Описание модели кристалла по плану:

- определение формулы симметрии модели кристалла;
  - определение сингонии, категории и вида симметрии кристалла;
  - определение количества единичных направлений;
  - запись геометрических констант сингонии;
  - запись класса симметрии в символах А.Шенфлиса и Германа-Могена (международной символикe);
  - построение стереографической проекции класса симметрии с указанием направлений осей координат.
  - дать характеристику каждой из простых форм (количество граней, частная или общая простая форма, закрытая или открытая простая форма)
  - дать название каждой простой формы, участвующей в огранке кристалла;
- Назвать класс симметрии (по общей простой форме)

5) Темы для рефератов (презентаций) по разделу кристаллогенезис минералов (контроль самостоятельной работы по разделу роста кристаллов)

Из водных растворов

Квасцы

Сегнетова соль

Гидротермальный метод Кварц, исландский шпат, рубин, изумруд, сфалерит, содалит, феррогранаты

Из раствора в высокотемпературных расплавах

Шеелит, флюорит, кальцит, шпинель, изумруд, флогопит алмаз

Из огненно-жидкой магмы метод Чохральского корунд, шеелит, флюорит, метод Стокбаргера-Бриджмена корунд, Y-Al-гранат, сапфир Метод Вернейля сапфир, рубин

Из газов и паров SiC карбид кремния

### 7.1. Основная литература:

1. Егоров-Тисменко, Ю.К.. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец "Геология" / Ю.К. Егоров-Тисменко. Москва: КДУ, 2005. 587 с.
2. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: учеб. для студентов вузов, обучающихся по физ. и хим. спец. / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. М.: Физматлит, 2004. 498, [2] с.
3. Задачи по кристаллографии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по физ. и хим. спец. / [Головачев В.П., Сафьянов Ю.Н., Чупрунов Е.В. и др.]; под ред. Е. В. Чупрунова, А. Ф. Хохлова. М.: Физматлит, 2003. 191, [17] с.
4. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: учеб. для студентов вузов, обучающихся по физ. и хим. спец. / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев. Москва: Физматлит, 2006. 498, [2] с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Чупрунов Е.В.. Кристаллография: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по физ. и хим. спец. / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев. М.: Изд-во Физ.-мат. лит., 2000. 496 с.:
2. Бокий Г. Б. Кристаллохимия / Г. Б. Бокий. Изд. 3-е, перераб. и доп.. Москва: Наука, 1971. 400 с.
3. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич. Кристаллография: учебник для студентов геологических специальностей вузов / Ю. К. Егоров-Тисменко, Г. П. Литвинская, Ю. Г. Загальская. М.: Изд. МГУ, 1992. 288 с.
4. Шаскольская М.П.. Кристаллография: Учебник для вузов / М. П. Шаскольская. Изд. 2-е, перераб. и доп.. Москва: Высшая школа, 1984. 375 с.
5. Шаскольская М.П. Кристаллография: учебник для вузов / М. П. Шаскольская. Москва: Высшая школа, 1976. 391 с.
6. Загальская Ю.Г. Геометрическая кристаллография.: учебное пособие / Ю.Г. Загальская, Г. П. Литвинская; Под ред. Н. В. Белов. Москва: Изд-во Московского университета, 1973. 163 с.
7. Загальская Ю.Г. Геометрическая микрокристаллография.: учебное пособие / Ю.Г. Загальская, Г.П. Литвинская; Под ред. Н. В. Белов. М.: Изд-во Московского университета, 1976. 238 с.
8. Попов Г.М. Кристаллография: Учебн. для студ. геол. ин-тов и фак. / Г.М. Попов. изд. 4-е, испр. и доп.. М.: Высш. шк., 1964. 370 с.
9. Попов Г.М. Кристаллография: Учеб. Для студентов геологических институтов и факультетов. / Г. М. Попов, И. И. Шафрановский. изд. 5-е, испр. и доп. М.: Высшая школа, 1972. 352 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Mineral data on individual species are linked to the following mineral table by crystallography, - <http://webmineral.com>

Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов Института экспериментальной минералогии РАН - <http://database.iem.ac.ru/mincryst>

Минералогическая база данных одна из наиболее полных баз данных по минералам в интернете. - <http://www.mindat.org/>

справочник по кристаллографии - <http://www.ggd.nsu.ru/Crystal/help.html>

структуры некоторых кристаллов - <http://departments.kings.edu>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Кристаллография" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геохимия .

Автор(ы):

Бахтин А.И. \_\_\_\_\_

Нуриева Е.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.