

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности


Д.А. Гаюровский
« 15 » *марта* 2017г.


**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

для поступающих на программы подготовки научно-педагогических
кадров в аспирантуре

Направление 05.06.01 Науки о земле

Направленность (профиль): 25.00.05 - Минералогия, кристаллография

Казань 2017

Введение

Настоящая программа охватывает основные разделы минералогии и кристаллографии для геолого-минералогических наук: основные этапы истории и направления их современного развития, применяемые методы исследований, связи с другими геологическими науками, научное и практическое значения.

1. Кристаллография и кристаллохимия

Геометрическая кристаллография

Пространственная решетка как фундамент геометрической теории строения кристаллов. Основные законы кристаллографии в свете решетчатого строения кристаллов.

Кристаллографические координатные системы, категории, сингонии. Распределение 32-х кристаллографических классов по 7-ми сингониям и 3-м категориям. Международная символика (символика Германа-Могена) точечных групп симметрии.

Морфология кристаллов. Простые формы кристаллов, их характеристики. Понятия «облик» и «габитус» кристалла. Символы граней и ребер кристаллов, их определение и взаимосвязь. Симметрия и форма реальных кристаллов. Принцип Кюри. Закономерные и не закономерные срастания кристаллов.

Типы решеток Браве, их вывод. Понятие "элементарная ячейка". Симметрия решеток Браве.

Основные положения теоретической кристаллохимии.

Основные и промежуточные типы химической связи. Принципы теории плотнейшей упаковки. Изображение структурных типов с помощью полиэдров. Основные структурные типы.

Полиморфизм как общее свойство кристаллических веществ. История открытия полиморфизма как явления. Классификация полиморфизма. Полиморфные переходы первого и второго рода.

Полиптипия. Отличие полиптипии от полиморфизма. Способы описания полиптипных структур.

Изоморфизм. Классификация изоморфизма. Его соотношение с твердыми растворами. Изоморфизм как функция температуры и давления. Распад изоморфных смесей при понижении температуры и повышении давления.

Рост и морфология кристаллов

Эпитаксия. Нормальный и послыйный рост кристаллов. Скелетные формы. Нитевидные кристаллы. Расщепление кристаллов. Сферолиты.

Влияние точечных дефектов на рост и морфологию кристаллов. Дислокации как источники слоев роста. Формирование двойников.

Рентгенография минералов и рентгено-структурный анализ

Физические основы рентгенографии кристаллов. Открытие и свойства рентгеновских лучей.

Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Модель дифракции как отражение рентгеновских лучей от атомных плоскостей. Уравнение Брэгга-Вульфа.

Применение рентгенографии для решения задач качественного и количественного анализа кристаллов. Базы рентгеновских данных (программа “minerals”). Индексирование рентгеновских спектров (программы “XLAT”, “ind”, “krist”).

Структура и свойства кристаллов

Окраска кристаллов. Избирательное поглощение, как причина появления окраски. Интерпретация природы окраски минералов в рамках зонной теории, теории молекулярных орбиталей и теории кристаллического поля.

Оптические свойства кристаллов. Природа световых лучей и основные понятия кристаллооптики.

Особенности состава и строения люминесцентных и лазерных кристаллов.

Магнитные свойства кристаллов. Магнитный момент электрона и атома. Особенности магнитных свойств кристаллов (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).

2. Минералогия

Общая часть

Современная минералогия как наука, ее содержание и задачи. Понятие о минерале. Основные этапы истории развития минералогии. Связь минералогии с другими науками. Основные направления в современной минералогии. Научное и практическое значение современной минералогии.

Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секреции и др. Псевдоморфозы.

Физические свойства минералов. Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность, электропроводность, люминесценция, радиоактивность и др. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм). Природа окраски минералов.

Химический состав минералов. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Типы химической связи в минералах (ионная, ковалентная, металлическая, межмолекулярная). Атомные и ионные радиусы. Координационные числа и координационные многогранники. Изоморфизм. Типы изоморфных замещений. Полиморфизм. Политипия. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества.

Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом (в том числе ударном), метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породообразующие, акцессорные, рудные, редкие и вторичные.

Современные *методы исследования* состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгенофазового, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов.

Описание минералов *

Принципы, лежащие в *основах современных классификаций минералов.* Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности.

Самородные элементы. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, элементы платиновой группы. Неметаллы: алмаз, графит, сера.

Сульфиды и их аналоги. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов. Простые сульфиды и их аналоги: халькозин, галенит, сфалерит, киноварь, пентландит, пирротин, никелин, антимонит, аурипигмент, молибденит, реальгар. Двойные сульфиды: халькопирит, станнин, борнит. Дисульфиды и их аналоги: пирит, кобальтин, марказит, арсенопирит. Сложные сульфиды и их аналоги: блеклые руды, пираргирит, прустит.

* При описании отдельных минералов указывается химический состав (формула и важнейшие примеси), особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе, практическое использование.

Бораты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные бораты: людвигит. Цепочечные бораты: гидроборацит. Каркасные бораты: борацит.

Силикаты. Современное представление о структурных типах силикатов. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов. Островные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами без добавочных анионов: фенацит, виллемит, минералы группы оливина (изоморфные ряды форстерит-фаялит-тефроит), минералы группы гранатов (пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит, Ti- и Zr- содержащие гранаты - меланит, шорломит, кимцеит; гидрогранаты), циркон, торит. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: кианит, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, титанит. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты): каламин. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами: цоизит, эпидот, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы классификации пироксенов. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, минералы ряда диопсид-геденбергит, авгит, эгирин, жадеит, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит.

Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Подходы к современной классификации амфиболов. Ромбические амфиболы: антофиллит, жедрит. Моноклинные амфиболы: минералы ряда тремолит-актинолит, роговые обманки.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты, основы их классификации. Общая характеристика и условия образования в природе. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, минералы группы серпентина (антигорит, лизардит, хризотил). Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, флогопит, биотит, лепидолит), монтмориллонит, нонтронит. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (клинохлор, шамозит).

Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов: полевые шпаты (калиевые полевые шпаты - ортоклаз, микроклин; плагиоклазы - альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит), лейцит, поллукит, нефелин. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит-мариалит), канкринит, содалит, лазурит. Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, анальцим, стильбит (=десмин), гейландит.

Природные ассоциации минералов

Магматические минеральные ассоциации. Понятие о магме, ее состав. Дифференциация магмы при ее остывании. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Последовательность выделения главных силикатных минералов. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, апатита.

Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие "пегматит" и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах А.Е. Ферсмана, его последователей и оппонентов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Общая схема классификации гранитных пегматитов, характерные минеральные ассоциации, структурно-

текстурные особенности и отдельные типы. Щелочные пегматиты - сиенитовые и нефелин-сиенитовые.

Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.

Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов. Понятия "альбитит" и "грейзен". Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Связь гидротермальных растворов с магматическими очагами. Способы переноса и отложения вещества в гидротермальных растворах. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях.

Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов. Зональность зоны окисления, причины зональности. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

Минеральные ассоциации метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических месторождениях: железистые

кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд. "Альпийские" жилы.

Ударный (импактный) процесс минералообразования.

Литература

- Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. Недра, Москва, 1976.
- Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М., Недра, 2011.
- Булах А.Г. Общая минералогия. СПб, 1999.
- Годовиков А.А. Минералогия. М., Недра, 1983.
- Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М., Наука, 1975.
- Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. Кристаллография. М. Изд. МГУ, 1992.
- Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. М. Изд. ГЕОС, 2000.
- Марфунин А.С. Введение в физику минералов. М., Недра, 1974.
- Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М. Геоинформмарк, 2000, 296 с.
- Пушаровский Д.Ю., Урусов В.С. Структурные типы минералов. МГУ, Москва, 1990.
- Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М., Недра, 1986.
- Урусов В.С., Еремин Н.Н. Кристаллохимия. М., Изд-во МГУ, 2010.
- Рентгенография основных типов породообразующих минералов. Под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л., "Недра", 1983.
- Синтез минералов. В 3-х томах. Александров, ВНИИСИМС, 2000.
- Современная кристаллография. Том 3 / А.А. Чернов, Е.И. Гиваргизов, Х.С. Багдасаров и др. Образование кристаллов. М. Наука, 1980.

Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. МГУ, Москва, 1987.

Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Л., Наука, 1977.