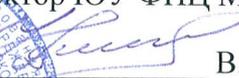


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии наук
(ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН




В.Н. Удачин

« 20 » апреля 2023 г.

ПРОГРАММА

вступительных экзаменов в аспирантуру по специальности

1.6.4 – минералогия, кристаллография, геохимия, геохимические методы поиска

Разработана:



д.г.-м.н. Е.В. Белогуб

Одобрена: на заседании
Объединенного ученого совета,
Протокол от 20 апреля 2023 г. № 3

Миасс
2023

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Предмет минералогии. Цели и задачи современной минералогии. Связь минералогии с общетеоретическими дисциплинами и науками геологического цикла. Значение минералогии для комплексного использования руд и развития минерально-сырьевой базы России. Роль минералогии в геоэкологических, гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях.

Структура и химический состав минералов, принципы классификации минералов. Понятие конституции минералов как совокупности структурных и химических характеристик. Современное определение понятия «минерал»; минеральные виды и минеральные индивиды. Основные подходы к расчету кристаллохимических формул.

Основные понятия кристаллографии. Сингония. Классы симметрии. Элементы симметрии. Способы определения и уточнения структур минералов.

Основные понятия минералогии. Полиморфизм, факторы полиморфизма. Изоморфизм, типы изоморфизма: гетеровалентный и изовалентный, полный и ограниченный. Явления распада твердых растворов. Миналы. Способы изображения состава минералов.

Морфология минералов и минеральных агрегатов. Форма: облик минералов и минеральных агрегатов, габитус кристаллов. Связь формы с кристаллической структурой. Двойники и сростки. Формы кристаллических агрегатов. Внешняя форма коллоидно-дисперсных минералов. Текстура и структура минеральных агрегатов. Генетическое, диагностическое и технологическое значение морфологии минералов.

Важнейшие физические свойства минералов. Механические свойства: спайность, твердость; оптические свойства: окраска, блеск, светопреломление. Явление люминесценции. Плотность. Магнитные и электрические свойства. Радиоактивность минералов. Зависимость физических свойств от состава, структуры и условий образования минералов. Особенности физических свойств коллоидно-дисперсных минералов. Использование физических свойств для диагностики минералов и интерпретации геологических наблюдений.

Систематика и описание минералов. Основные принципы классификации минералов. Современная минералогическая систематика и номенклатура.

Понятия «минеральная ассоциация» и «парагенезис минералов». Факторы, влияющие на образование минеральных парагенезисов.

Простые вещества. Общая характеристика. Химические элементы, встречающиеся в виде простых веществ. Структуры и типы химических связей в простых веществах. Минералообразующие процессы и распространенность в природе. Примеры.

Сульфиды и их аналоги (халькогениды). Общая характеристика. Химические элементы, встречающиеся в виде сульфидов, арсенидов, теллуридов. Структуры и типы химических связей в халькогенидах. Минералообразующие процессы и распространенность в природе. Примеры.

Оксиды. Характеристика химических элементов, встречающихся в виде оксидов. Типы связей и структуры. Простые и сложные оксиды. Оксиды с дополнительными анионами. Минералообразующие процессы и распространенность в природе оксидов. Примеры простых и сложных оксидов.

Гидроксиды и оксигидроксиды. Характеристика химических элементов, встречающихся в виде гидроксидов и оксигидроксидов. Типы связей и структуры. Минералообразующие процессы и распространенность в природе гидроксидов и оксигидроксидов. Примеры.

Силикаты и их аналоги (алюмосиликаты, бериллосиликаты, боросиликаты). Общие сведения. Структуры силикатов и их аналогов. Химические элементы, встречающиеся в виде силикатов. Основные минералообразующие процессы, распространенность и преобразования силикатов. Островные, кольцевые, цепочечные, ленточные, слоистые и каркасные силикаты. Примеры.

Карбонаты. Общие сведения. Структуры карбонатов. Простые и сложные карбонаты, карбонаты с добавочными анионами. Химические элементы, встречающиеся в виде карбонатов.

Основные минералообразующие процессы и распространенность карбонатов. Примеры.

Сульфаты. Общие сведения. Структуры сульфатов. Простые и сложные сульфаты, сульфаты с дополнительными анионами. Водные сульфаты. Химические элементы, встречающиеся в виде сульфатов. Основные минералообразующие процессы и распространенность сульфатов. Примеры.

Фосфаты, ванадаты, аналоги. Общие сведения. Структуры фосфатов и их аналогов. Химические элементы, встречающиеся в виде фосфатов и их аналогов. Основные минералообразующие процессы и распространенность фосфатов и их аналогов. Примеры.

Объект и методы геохимии. Определение геохимии. Основные проблемы геохимии: распространенность элементов, распределение элементов в природе и геохимия геологических процессов. История становления геохимии как науки.

Происхождение солнечной системы. Гипотезы образования Солнечной системы. Современные представления о способах образования химических элементов. Современные представления о механизме образования планет. Распространенность элементов в космосе.

Современные представления о механизме образования Земли. Состав и типы метеоритов. Состав Земли. Внутреннее строение Земли. Гипотезы образования ядра Земли.

Классификации химических элементов. Периодический закон Д.И. Менделеева и классификация элементов. Классификация В.И. Вернадского. Классификация В.М. Гольдшмидта. Закономерности распределения элементов в метеоритах; термодинамические основания; связь с положением в таблице Д.И. Менделеева и на кривой атомных объемов Л. Мейера. Другие классификации.

Геохимические циклы. Круговорот вещества в земной коре и представление о малом и большом геохимических циклах. Энергетика геохимических процессов: движущие силы геохимического круговорота. Идея о геохимическом балансе процессов преобразования вещества в ходе кругооборота.

РАЗДЕЛ 2. ПРОЦЕССЫ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

Процессы кристаллизации магмы и формирование собственно-магматических месторождений. Основные этапы процесса кристаллизации магмы и последовательность выделения минералов. Понятие о кристаллизационной дифференциации и ее роли в формировании собственно магматических месторождений. Ликвация расплавов.

Минеральные ассоциации и геохимические особенности важнейших магматических горных пород: (а) ультраосновных (дуниты, перидотиты, пироксениты) и основных (семейство габбро) горных пород и связанных с ними месторождений хромита, платины, титаномагнетита и сульфидов меди и никеля; (б) щелочно-ультраосновных (оливинитах, ийолит-мельтейгитах) и связанных с ними месторождений карбонатитового типа; (в) нефелиновых сиенитов и связанных с ними апатитовых и редкометалльных месторождений; (г) сиенитов и гранитов; (д) эффузивных горных пород.

Условия образования и особенности химического и минерального состава пегматитов. Морфологические и структурные особенности пегматитовых жил. Главные типы гранитных пегматитов (редкоземельный, калиево-боровый, натрово-литиевый, фторо-бериллиевый), особенности их химического состава и условий образования. *Минеральные ассоциации и геохимические особенности* (а) гранитных, (б) сиенитовых и (в) нефелин-сиенитовых пегматитов.

Условия возникновения контактово-метасоматических месторождений скарнового типа и характерные для них минеральные ассоциации. *Минеральные ассоциации и геохимические особенности* (а) известковых и (б) магнезиальных скарнов.

Гидротермальные месторождения. Грейзены. Морфологические особенности гидротермальных жил. Секреционные и метасоматические жилы и механизм их образования. Стадийность процессов минералообразования. Понятие о генерациях минералов. Метасоматоз. Псевдоморфозы и их типы. Последовательность образования минералов в жилах. Условия

формирования гидротермальных жил. Классификация гидротермальных месторождений в зависимости от глубины и температуры их формирования. Современные представления о характере и составе гидротермальных растворов, формах переноса рудообразующих элементов и причины выпадения их в виде минералов. *Минеральные ассоциации и геохимические особенности*: (а) грейзенов; (б) в жильных месторождений олово-молибден-вольфрамовой, полиметаллической, колчеданной, свинцово-цинковой, никель-кобальт-урановой (пятиэлементной), барито-флюоритовой и сурьмяно-ртутной формаций.

Процессы минералообразования в условиях метаморфизма. Понятие о региональном и контактовом метаморфизме. Физико-химические процессы при региональном метаморфизме. Понятие о фациях регионального метаморфизма и характерных для них минеральных ассоциациях. Жилы альпийского типа, особенности их минерального состава и условий образования. Процессы контактового метаморфизма. Роговики. *Минеральные ассоциации и парагенезисы в метаморфических горных породах*: (а) в филлитах и “зеленых” сланцах, амфиболитах, кристаллических сланцах, гнейсах, эклогитах; (б) в роговиках.

Процессы минералообразования в зоне выветривания и осадконакопления. Понятие о физическом и химическом выветривании. Процессы минералообразования в зоне окисления сульфидных месторождений. Строение зоны окисления. Минералы, характерные для зоны окисления сульфидных ассоциаций. Особенности химического и минерального состава остаточных продуктов выветривания. Перенос продуктов выветривания и формирование осадков. Механический перенос и образование россыпных концентраций минералов (месторождений). Коллоидно-химические осадки и характерные для них месторождения. Гидрохимические осадки и особенности их минерального состава. Роль живых организмов в процессах минералообразования в зоне выветривания и осадконакопления. *Минеральные ассоциации и парагенезисы, связанные с процессами выветривания и осадконакопления*: а) кор выветривания (на гранито-гнейсовом субстрате, на горных породах базальтоидного состава, на ультраосновных породах); (б) зонах окисления рудных месторождений; (в) в осадочных горных породах (коллоидно-химических, гидрохимических и биогенных осадках).

РАЗДЕЛ 3. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ

Методы диагностики минералов, определение минерального состава горных пород и руд, установление морфологии, химического состава и свойств минералов. Подготовка проб к минералогическим исследованиям. Методы сепарации горных пород и руд. Минералогический анализ. Методы определения химического состава минералов. Методы исследования физических и оптических свойств минералов. Термический анализ минералов. Методы исследования кристаллических структур минералов, особенностей их внутреннего строения и химического состава (рентгеноструктурный анализ, электронография, дифракция отраженных электронов, электронная микроскопия, электронно-зондовый микроанализ, инфракрасная и рамановская спектроскопия, электронный парамагнитный резонанс, ядерный гамма резонанс, ИСП-МС с лазерной абляцией).

Поисковая минералогия. Минералогические методы поисков и оценки перспектив оруденения. Минералогические признаки отличия рудных тел от сходных по составу безрудных образований. Оценка масштабности оруденения. Проявления закономерностей изменения состава, свойств и форм выделения минералов и их ассоциаций, как признаки зональности оруденения. Оценка продуктивности оруденения.

Технологическая минералогия. Зависимость технологических свойств минералов от их химического состава, свойств и форм выделения. Технологическое картирование. Комплексная оценка полезных ископаемых. Временная и пространственная зональность оруденения и ее влияние на технологические свойства руд и рудных минералов. Типоморфные особенности минералов и их влияние на технологические свойства и поведение минералов в процессах технологической переработки руд. Значение минералогии в проблеме комплексного использования минерального сырья.

Техническая минералогия. Основные понятия о синтетических аналогах минералов и технических камнях. Главные технические полиминеральные материалы и продукты (металлургические и топливные шлаки, огнеупоры, керамика, минеральные вяжущие вещества, искусственные абразивные материалы). Диагностические свойства и методы изучения технического камня.

Геохимические методы поисков. Предпосылки поисков месторождений полезных ископаемых. Роль геологических и геохимических предпосылок и их взаимосвязь. Аналитические методы, применяемые в поисковой геохимии.

Ореолы рассеяния и геохимические аномалии.

Первичные ореолы рассеяния, роль околорудных, надрудных и подрудных ореолов в поисковых работах.

Геохимические аномалии, основные способы интерпретации результатов литогеохимической съемки. Роль вторичных ореолов и потоков рассеяния при поисковых работах.

Интерпретация результатов геохимических поисков в случаях остаточных и оторванных вторичных ореолов рассеяния. Измененные околорудные породы как поисковый признак.

Геохимия рудоносных метасоматитов: скарнов, грейзенов, роговиков, березитов.

Техногенные геохимические аномалии и их особенности в различных депонирующих средах в экологической геохимии. Методы количественной оценки техногенных геохимических аномалий по снеговому покрову, почвам, донным отложениям озер, омбротрофным торфяникам.

Литература

Алексеев В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Логос, 2005.

Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие / А.Г. Бетехтин; под ред. Б.И. Пирогова, Б.Б. Шкурского. М.: Изд-во КДУ, 2008. 736 с.

Браунлоу А.Х. Геохимия. М.: Недра, 1984, 460 с.

Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарёв А.А.. Общая минералогия. 4-е издание, переработанное и дополненное, 2008. 456 с.

Интерпретация геохимических данных. Учебное пособие. Е.В. Скляр (ред). М: Интернет Инжиниринг, 2001. 287 с.

Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М.: Наука, 1990. 180 с.

Справочник по геохимии. Ред. Г.В.Войткевич, А.В.Кокин, А.Е.Мирошников, В.Г.Прохоров. М.: Недра, 1990.

Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Соловов А.П. и др. М.: Недра, 1990.

Wenk H.-R., Bulakh A. Minerals: their constitution and origin. Second edition. Cambridge University Press, 2016.

Основные сайты с необходимой информацией

<https://www.mindat.org/>

<https://geo.web.ru/>