

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИГХ СО РАН)**

ПРИНЯТО

Ученым советом ИГХ СО РАН

№ 7 от 20 июня 2012

Председатель Ученого совета ИГХ СО РАН

член-корреспондент РАН В.С. Шацкий

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОСЛЕВУЗОВСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ (АСПИРАНТУРА)**

25.00.05 «Минералогия, кристаллография»

Иркутск

2012 год

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСЛЕВУЗОВСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ОТРАСЛИ

1.1. Ученая степень, присуждаемая при условии освоения основной профессиональной образовательной программы подготовки выпускника в аспирантуре и успешной защиты выпускной квалификационной работы (диссертации на соискание ученой степени кандидата наук) кандидат геолого-минералогических наук.

1.2. Нормативный срок освоения основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования при очной форме обучения составляет 3 года, при заочной форме обучения – 4 года.

В случае досрочного освоения основной образовательной программы подготовки аспиранта и успешной защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук аспиранту присуждается искомая степень независимо от срока обучения в аспирантуре.

1.3. **Цели аспирантуры.** Цель аспирантуры - подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации.

Целями подготовки аспиранта в соответствии с существующим законодательством являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ исторических наук;
- совершенствование философского мировоззрения, в том числе ориентированного на профессиональную деятельность;
- совершенствование знаний иностранного языка, в том числе для использования в профессиональной деятельности.

Выпускники аспирантуры являются научными кадрами высшей квалификации, способными самостоятельно ставить и решать производственные проблемы геологической отрасли методами научных исследований.

1.4. Паспорт специальности

Шифр специальности:

25.00.05 Минералогия, кристаллография

Формула специальности:

Минералогия – область знаний о свойствах и составе минералов, геологических условиях и физико-химической обстановке образования минералов, механизмах зарождения, роста, изменения и разрушения минералов, минералогических критериях поиска и оценки рудного и нерудного сырья, методах изучения минералов. Кристаллография – область знаний о законах атомного строения твердых тел, о формах и геометрии кристаллических

структур, о взаимосвязи атомного строения кристаллов с их химическими, физическими и геометрическими свойствами. Значение решения научных проблем данной специальности для страны состоит в получении новых знаний о минеральном веществе, вещественном составе горных пород и руд, возможностях практического использования полезных ископаемых, путях создания новых материалов, методах синтеза материалов с заданными свойствами.

Области исследований:

1. Состояния минерального вещества в различных термодинамических и геодинамических условиях.
2. Минералогия земной коры и мантии Земли, ее поверхности и дна океанов.
3. Физика минералов и современные методы исследования морфологии, внутреннего строения, структурного несовершенства, фазово-химической неоднородности и связанных с ними свойств реальных минералов, изучение их вариаций в зависимости от условий образования и изменения в природных и технологических процессах.
4. Термодинамика минералов.
5. Космическая минералогия.
6. Минералогия новых видов полезных ископаемых и минералогическое материаловедение.
7. Минералогия различных промышленных и генетических типов месторождений благородных, черных, цветных, редких металлов и элементов и неметаллического сырья.
8. Минералогическое картирование и минералогические методы поисков и оценки месторождений полезных ископаемых.
9. Технологическая минералогия, минералого-технологическое картирование и обоснование эффективной технологии переработки минерального сырья, утилизация промышленных и других отходов.
10. Минералогия алмазов и камнесамоцветного сырья, минералогическое обеспечение геммологии, экспертная оценка, аппаратурная диагностика и сертификация драгоценных и цветных камней.
11. Экспериментальная минералогия.
12. Экологическая минералогия.
13. Биоминералогия.
14. Минералогическая экспертиза и сертификация товарной продукции переработки минерального сырья.
15. Проблемы теоретической и практической кристаллохимии.
16. Теория симметрии кристаллов.
17. Проблемы классификации и систематики структурных типов минералов.
18. Рентгеноструктурный анализ минералов и синтетических веществ, прецизионные методы анализа распределения электронной плотности в кристаллах.
19. Методы выращивания монокристаллов.
20. Комплексные рентгеноструктурные, спектроскопические исследования монокристаллов природных и синтетических минералов – новых перспективных материалов.
21. Математическое моделирование кристаллических структур и свойств минералов.

Отрасль наук:

химические науки

физико-математические науки

геолого-минералогические науки

**2. ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ
АСПИРАНТА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
25.00.05 – МИНЕРАЛОГИЯ. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.**

2.1. Основная профессиональная образовательная программа подготовки аспирантов реализуется Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН) на основании лицензии на право ведения образовательной деятельности в сфере послевузовского профессионального образования.

Образовательная программа послевузовского профессионального образования включает в себя учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практики, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии*(1).

2.2. Основная профессиональная образовательная программа послевузовского профессионального образования имеет следующую структуру:

2.3. Образовательная составляющая, включающая следующие разделы:

- Обязательные дисциплины (ОД. А.00);
- Факультативные дисциплины (ФД.А.00);

2.4. Исследовательская составляющая, включающая следующие разделы:

- Научно-исследовательская работа аспиранта (НИР.А.00);
- Кандидатские экзамены (КЭ.А.00);
- Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (ПД.А.00).

2.5. Трудоемкость освоения содержания образовательной программы послевузовского профессионального образования (по её составляющим и их разделам):

*(1) На базе образовательной программы послевузовского профессионального образования по соответствующей специальности научных работников научным руководителем совместно с аспирантом разрабатывается индивидуальный план аспиранта.

25.00.05 Минералогия, кристаллография

№ пп	Наименование дисциплины	Индекс	Объем в часах	Отчетность
Образовательные дисциплины подготовки аспиранта		ОД.А.00	684	
1.	История и философия науки	ОД.А.01	72	канд. экзамен
2.	Иностранный язык	ОД.А.02	144	канд. экзамен
3.	Специальные дисциплины отрасли науки и научной специальности	ОД.А.03	288	
3.1	Кристаллография и кристаллохимия	ОД.А.03.1	144	
3.2	Минералогия	ОД.А.03.2	144	
3.4	Дисциплины по выбору аспиранта:	ОД.А.04	180	
	Природные ассоциации минералов			
	Структура и свойства кристаллов			
4.	Факультативные дисциплины	ФД.А.00	216	
4.1	Рост и морфология кристаллов	ФД.А.01	108	
4.2	Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ	ФД.А.02	108	
Итого времени на образовательную составляющую:			900 часов	
5.	Научно-исследовательская работа, включая выполнение кандидатской диссертации	НИР.А.00	5940 часов	
5.1.	Научно-исследовательская работа (реализованная через авторские программы научных руководителей на основании индивидуальных планов работ аспирантов).	НИР.А.01		
5.2.	Подготовка кандидатской диссертации	НИР.А.02		
6.	Кандидатские экзамены	КЭ.А.00	108	
6.1	Кандидатский экзамен по иностранному языку	КЭ.А.01	36	
6.2	Кандидатский экзамен по истории и философии науки	КЭ.А.02	36	
6.3	Кандидатский экзамен по специальным дисциплинам	КЭ.А.03	36	
7.	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук	ПД.А.00	540 часов	
Итого на исследовательскую составляющую			6588 часов	
Общий объем подготовки аспиранта			7488 часов	

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

25.00.05 «Минералогия, кристаллография»

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 кристаллографических классов по шести сингониям и трем 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. Закон Вейса (закон зон) и его использование при определении символов ребер и граней кристаллов. Симметрия и форма реальных кристаллов. Принцип Кюри. Геометрический отбор. Закономерные и незаконмерные срастания кристаллов. Использование микрорельефа граней, фигур травления для уточнения точечной группы кристалла.

Типы решеток Браве, их вывод. Понятие «элементарная ячейка». Симметрия решеток Браве. Трансляционные элементы симметрии.

Пространственные (федоровские) группы симметрии, их обозначения. Принципы вывода и построения графиков пространственных групп. Группы симморфные, асимморфные, гемисимморфные. Генетическая связь между федоровскими группами различных сингоний.

Основные положения теоретической кристаллохимии

Основные и промежуточные типы химической связи. Потенциальная кривая химической связи. Классификация кристаллических структур по типам химической связи и структурным группировкам. Принципы теории плотнейшей упаковки. Изображение структурных типов с помощью полиэдров. Основные структурные типы.

Орбитальные радиусы атомов и ионов. Радиусы ионов в кристаллах. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Кислотно-основные свойства атомов и ионов.

Электронная структура переходных элементов. Расщепление энергии d - и f -уровней в кристаллическом поле различной симметрии. Понятие об энергии предпочтения координации.

Основной закон кристаллохимии Гольдшмидта. Критерии устойчивости структурного типа. Правила Полинга для ионных кристаллов. Правила устойчивости структурных типов ковалентных и существенно ковалентных кристаллов. Правило октета. Правило Юм—Розери. Правила Партэ. Числовые законы строения сульфидов и сульфосолей (по Н.В. Белову).

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

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

Изоморфизм. Изоморфизм и изоструктурность. Изодиморфизм. Классификация изоморфизма. Его соотношение с твердыми растворами. Классические правила изоморфизма Гольдшмидта—Ферсмана. Основы количественной теории изоморфизма.

Изоморфизм как функция температуры и давления. Распад изоморфных смесей при понижении температуры и повышении давления.

Рост и морфология кристаллов (для кристаллографов)

Кристаллообразование в гомогенных средах. Фазовые равновесия и переходы. Кристаллизация как фазовый переход. Диаграммы состояния систем. Поверхностная энергия. Движущая сила кристаллизации и способы ее выражения. Работа, необходимая для формирования кристаллической фазы. Энергия активации. Флуктуационная природа зародышеобразования и его особенности в парах и конденсированных средах. Геометрическая модель образования зародышей.

Механизм роста совершенных кристаллов. Кристаллизация в гетерогенных средах. Двумерные зародыши. Их размер и форма. Эпитаксия. Анизотропия поверхностной энергии. Структура границы раздела фаз. Адсорбционный слой. Нормальный и послонный рост кристаллов. Условия их реализации. Анизотропия скоростей послонного роста грани.

Общая характеристика методов искусственного получения кристаллов. РТХ-диаграммы состояния систем. Условия управляемой кристаллизации. Критерии выбора и общая классификация методов выращивания кристаллов.

Выращивание кристаллов из растворов. Типы растворителей. Фазовые диаграммы и кривые растворимости. Разновидности методов.

Раствор-расплавная кристаллизация, ее возможности и разновидности. Расплав-растворители. Разбавленные и высококонцентрированные системы. Основные модификации, технические приемы и перспективы развития.

Гидротермальный синтез. Свойства гидротермальных растворов. Выращивание кристаллов при температурном градиенте, другие методы. Кристаллизация при обычном давлении и умеренной температуре (до 100 °С). Приемы изменения температуры раствора. Методы температурного перепада. Рост кристаллов при вынужденной конвекции

раствора. Испарение растворителя. Кристаллизация при постоянной температуре и постоянном пересыщении. Использование возможностей химических и электрохимических реакций. Методы со встречной диффузией. Кристаллизация в гелях.

Выращивание кристаллов из газовой (паровой) среды. Физическая конденсация. Химические транспортные реакции. Представление о ПЖК-механизме кристаллизации. Особенности получения объемных, нитевидных кристаллов и эпитаксиальных пленок.

Сравнительная морфология минералов и их синтетических аналогов. Общие и отличительные признаки минералов и искусственных кристаллов. Структурные и механические примеси в минералах и их влияние на внешнюю и внутреннюю морфологию. Включения: твердые, жидкие, однофазные, двухфазные, трехфазные и более сложные. "Минералы-узники". Примеры генетической интерпретации экспериментальных данных.

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. Связь поляризуемости атомов со значением показателя преломления. Влияние структурных особенностей на оптические свойства кристаллов. Жидкие кристаллы: природа анизотропии их свойств.

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). Магнитная симметрия кристаллов.

Сегнетоэлектрические свойства кристаллов. Поляризация кристаллов. Линейные пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, антисегнетоэлектрики. Симметрия полярных кристаллов. Связь полупроводниковых свойств с кристаллической структурой.

Сверхпроводимость кристаллов. Структурные особенности оксидных сверхпроводников нового поколения.

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. Твердые и газово-жидкие включения в минералах. Псевдоморфозы. Понятие об онтогении минералов.

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. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Расчет кристаллохимических формул минералов. Изображение многокомпонентных систем на плоскости.

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, самородное железо, камасит, тэнит. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

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

Оксиды и гидроксиды. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики оксидов и гидроксидов. Простые оксиды: куприт, периклаз, вюстит, корунд, гематит, рутил, брукит, анатаз, касситерит, пиролюзит, уранинит, минералы группы

кремнезема (кварц, тридимит, кристобалит, коэсит, стишовит, опал). Сложные оксиды: хризоберилл, минералы группы шпинели (шпинель, герцинит, ганит, магнетит, магнезиоферрит, якобит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пироклор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит). Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси: лимониты, бокситы, вады.

Галогениды. Общая характеристика и условия образования в природе. Флюорит, криолит, галит, сильвин, виллиомит, карналлит.

Карбонаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Карбонаты без дополнительных анионов и кристаллизационной воды: кальцит, родохрозит, сидерит, магнезит, смитсонит, арагонит, стронцианит, витерит, церуссит, доломит, анкерит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонатрит, сода, трона.

Сульфаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Сульфаты без дополнительных анионов и кристаллизационной воды: барит, целестин, англезит, ангидрит, тенардит. Сульфаты с дополнительными анионами: алунит, ярозит, брошантит. Сульфаты с кристаллизационной водой: гипс, мирабилит.

Фосфаты, арсенаты и ванадаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Безводные фосфаты без дополнительных анионов: ксенотим, монацит. Безводные фосфаты, арсенаты и ванадаты с дополнительными анионами: апатит, пироморфит, ванадинит. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты: вивианит, эритрин, аннабергит, скородит, бирюза, минералы группы урановых слюдок (отенит, торбернит, карнотит, тюямунит).

Вольфраматы, молибдаты и хроматы. Общая характеристика и условия образования в природе. Шеелит, повеллит, вульфенит, минералы группы вольфрамита (гюбнерит-ферберит), ферримолибдит, крокоит.

Бораты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы анионных группировок и классификация боратов. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные бораты: ашарит, людвицит, бура. Цепочечные бораты: гидроборатит, улесит, пандермит. Каркасные бораты: борацит.

Силикаты. Современное представление о структурных типах силикатов. Представление об алюмо-, боро-, берилло-, титано- и цирконосиликатах. 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, коффинит. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: кианит, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, титанит, хлоритоид. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты) и добавочными анионами: ильваит, каламин, лампрофиллит. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами,

содержащими добавочные анионы: цоизит, эпидот, алланит, пьомонтит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы классификации пироксенов. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, минералы ряда диопсид-геденбергит, авгит, омфацит, 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; амфиболовые асбесты.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты, основы их классификации. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диксит, накрит, галлуазит, минералы группы серпентина (антигорит, лизардит, хризотил). Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, парагонит, флогопит, биотит, лепидомелан, лепидолит, циннвальдит), хрупкие слюды (маргарит), гидрослюды (гидромусковит, вермикулит, глауконит), монтмориллонит, нонтронит, сапонит. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (пеннин, клинохлор, прохлорит, шамозит, кочубеит). Пренит, апофиллит.

Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов: полевые шпаты (калиевые полевые шпаты – ортоклаз, микроклин, адуляр, санидин; плагиоклазы – альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит; бариевые полевые шпаты – цельзиан, гялофан), лейцит, поллцит, нефелин. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит – мариалит), канкринит, содалит, лазурит, минералы группы гельвина (гельвин, даналит, гентгельвин). Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, анальцит, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилолит, морденит.

Природные ассоциации минералов

Магматические минеральные ассоциации. Понятие о магме, ее состав. Дифференциация магмы при ее остывании. Отделение летучих от магматического расплава. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Последовательность выделения главных силикатных минералов. Общие схемы отделения и концентрации рудных минералов при магматическом процессе. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, апатита. Понятие о карбонатитах, их минеральный состав и различные представления о генезисе.

Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие «пегматит» и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах А.Е. Ферсмана, его последователей и оппонентов. Роль летучих при образовании пегматитов. Температурная градуировка пегматитового процесса. Изменение состава последовательно

кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях. Роль метасоматических процессов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Типы структур и текстур; характеристика главных зон. 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. Роль летучих, надкритических растворов и гидротермальных процессов. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.

Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов. Понятия «альбитит» и «грейзен». Физико-химические условия образования. Геохимическая и минералогическая характеристика. Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Связь гидротермальных растворов с магматическими очагами. Способы переноса и отложения вещества в гидротермальных растворах. Роль коллоидов в отложении минералов гидротермальных ассоциаций; признаки, указывающие на отложение минералов из коллоидных систем. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубиной образования. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

Минеральные ассоциации метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Понятие о зонах глубинности. Особенности структур и минеральных агрегатов при 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. Фазы высокого давления.

Основная литература

1. Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М.: Недра, 1976.
2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: Недра, 1961.
3. Булах А.Г. Общая минералогия. СПб., 1999.
4. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983.
5. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наука, 1975.
6. Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. Кристаллография. М.: Изд-во МГУ, 1992.
7. Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. М.: ГЕОС, 2000.

8. Марфунин А.С. Введение в физику минералов. М.: Недра, 1974.
9. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М. Геоинформмарк, 2000.
10. Пушаровский Д.Ю., Урусов В.С. Структурные типы минералов. М.: Изд-во МГУ, 1990.
11. Рентгенография основных типов породообразующих минералов / Под ред. В.А.Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1983.
12. Синтез минералов. В 3-х т. Александров: ВНИИСИМС, 2000.
13. Современная кристаллография. Т. 3 Образование кристаллов. / А.А. Чернов, Е.И. Гиваргизов, Х.С. Багдасаров и др. М.: Наука, 1980.
14. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. М.: Изд-во МГУ, 1987.
15. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Л.: Наука, 1977.

3. СРОКИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 25.00.05 – МИНЕРАЛОГИЯ. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.

Сроки освоения основной профессиональной образовательной программы подготовки выпускника в аспирантуре по научной специальности 25.00.05 «Минералогия. Кристаллография»:

- при очной форме обучения - 3 года.
- при заочной форме обучения - 4 года.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 25.00.05 – МИНЕРАЛОГИЯ. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.

4.1. Основная профессиональная образовательная программа подготовки выпускника в аспирантуре сформирована с учетом следующего: максимальный объем учебной нагрузки аспиранта в период теоретического обучения устанавливается в размере 48 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы.

4.2. Условия реализации основной образовательной программы аспиранта

4.2.1. **Кадровое обеспечение.** Научное руководство аспирантами и соискателями осуществляют доктора и кандидаты геолого-минералогических, физико-математических и химических наук по специальности 25.00.05 «Минералогия. Кристаллография»

4.2.2. **Учебно-методическое обеспечение**

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

ИГХ СО РАН обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам лицензируемых образовательных

программ, в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования и паспортом специальностей ВАК.

Собственный фонд библиотеки ИГХ СО РАН составляет 20525 экземпляров изданий, из них количество наименований – более 20000. По образовательным программам послевузовского профессионального образования имеются основные реферативные и научные журналы по аспектам научных специальностей. Обеспечен доступ к ресурсам центральной научной библиотеке ИИЦ СО РАН.

Также аспирантам обеспечивается доступ к глобальной сети Интернет, локальный и удаленный доступ к книжным фондам ГПНТБ СО РАН, зарубежным и отечественным полнотекстовым, реферативным и библиографическим базам данных.

4.2.3. Материально-техническое обеспечение

ИГХ СО РАН располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

Для проведения занятий в учреждении имеются актовый зал, а также компьютеризированные кабинеты, оснащенные мультимедийным оборудованием, мониторами на рабочих местах, лаборатория физики твердотельных монокристаллов, химико-аналитическая лаборатория, лаборатория рентгеновских методов анализа, отдел геохимии эндогенных процессов, лаборатория экспериментальной геохимии, лаборатория геохимии изотопов и др., оснащенные электропечами СЗВН-20 для выращивания монокристаллов, атомно-абсорбционными спектрометрами, графитовыми атомизаторами, комплексами для автоклавной пробоподготовки, комплексами для сверхтонкой очистки воды, дифракционными и призменными спектрографами, рентгенофлуорисцентными спектрометрами, рабочими местами минеролога-петрографа, печами для гидротермального синтеза минералов, сканирующим зондовым мульти-микроскопом, масс-спектрометрами с индуктивно-связанной плазмой, модулем чистых химических помещений для пробоподготовки, включающий вытяжные шкафы в кислотоупорном исполнении, установки дистилляции кислот, систему микроволнового разложения проб, ламинарные боксы с классом чистоты 100 и др.

5. УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ЛИЦ, УСПЕШНО ЗАВЕРШИВШИХ ОБУЧЕНИЕ В АСПИРАНТУРЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 25.00.05 – МИНЕРАЛОГИЯ. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.

5.1. Требования к знаниям и умениям выпускника аспирантуры

5.1.1. Общие требования к выпускнику аспирантуры:

Выпускник аспирантуры должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными

технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности.

5.1.2. Требования к научно-исследовательской работе аспиранта

Научно-исследовательская часть программы должна:

- соответствовать основной проблематике научной специальности, по которой защищается кандидатская диссертация;
- быть актуальной, содержать научную новизну и практическую значимость;
- основываться на современных теоретических, методических и технологических достижениях отечественной и зарубежной науки и практики;
- использовать современную методику научных исследований;
- базироваться на современных методах обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий;
- содержать теоретические (методические, практические) разделы, согласованные с научными положениями, защищаемыми в кандидатской диссертации.

5.1.3. Требования к выпускнику аспирантуры по специальным дисциплинам, иностранному языку, истории и философии науки определяются программами кандидатских экзаменов и требованиями к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

5.2. Требования к итоговой государственной аттестации аспиранта

Требования к итоговой государственной аттестации (порядок представления и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук) установлены Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК России).

Порядок проведения кандидатских экзаменов определен Положением о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации.

Требования к содержанию и оформлению диссертационной работы определяются Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК России).

6. ДОКУМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ОСВОЕНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА

Лицам, полностью выполнившим основную образовательную программу послевузовского профессионального образования и успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию (защитившим диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук), выдается диплом кандидата наук, удостоверяющий присуждение искомой ученой степени.

**Программа составлена в соответствии с требованиями следующих
нормативных документов:**

1. Федеральные государственные требования к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) - приказ Минобрнауки России от 16.03.2011 №1365.
2. Паспорт научной специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.
3. Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».

Авторы:

д.г.-м.н. Н.В. Владыкин

к.ф.-м.н. А.Н. Сапожников

к.ф.-м.н. А.А. Шалаев

Ответственный за специальность:

д.г.-м.н. Н.В. Владыкин

Ученый секретарь:

к.г.-м.н. И.Ю. Пархоменко