**МинистерсТво природных ресурсов и экологии**

**российской федерации**

**Федеральное агентство по недропользованию**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ бюджетное учреждение «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.П. КАРПИНСКОГО»**

**(ФГБУ «ВСЕГЕИ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ФГБУ «ВСЕГЕИ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.В. Петров

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.

М.П.

Учебная рабочая программа

подготовки кадров высшей квалификации − программа

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

по направлению 05.06.01 – Науки о Земле

специальность 25.00.05 – **Минералогия, кристаллография**

Присваиваемая квалификация:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная/заочная

Санкт-Петербург

 2017

Учебная рабочая программа составлена на основании паспорта научной специальности 25.00.05 – «Минералогия, кристаллография», в соответствии с Программой-минимумом кандидатского экзамена по специальности 25.00.05 – «Минералогия, кристаллография» по геолого-минералогическим наукам. Программа отвечает федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 870 от 30.07.2014 г. с изменениями от 30 апреля 2015 г. № 464, и учебному плану ФГБУ «ВСЕГЕИ» по основной образовательной программе подготовки аспирантов.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования - программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Программа составлена по материалам программы подготовки научно-педагогических кадров, которую разработали профессор СПбГУ, доктором геолого-минералогических наук В.Г. Кривовичев и профессор СПбГУ, доктором геолого-минералогических наук С.В. Кривовичев.

Программа утверждена на заседании Ученого совета ФГБУ «ВСЕГЕИ». Протокол № 6 от 14 марта 2017 г.

Зав. отделом аспирантуры \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Лукьянова Л.И.

 (подпись)

«\_30\_»\_\_марта\_2017 г.

**1.** **Цели и задачи освоения дисциплины** (Блок 1 «Образовательные дисциплины» Вариативная часть, 2 зачетные единицы, 72 часа)

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний по минералогии и кристаллографии (геологии, минералогии, процессам минералообразования, морфологии кристаллов, современных методах анализа минералов, исследованиях состава, структуры и свойств минералов для использования их в различных областях техники и промышленности, прогноза полезных ископаемых при геологической съемке и поисках). В основу настоящей программы положены дисциплины: кристаллография, минералогия, геохимия, учение о полезных ископаемых, а также разделы геологии, исследующие процессы образования и изменения минералов, закономерности их совместного нахождения в природе.

**Задачи дисциплины**:

 - ознакомить аспирантов с современным методами и методиками изучения кристаллов, современным состоянием знания 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;

- сформировать у аспирантов представление о необходимости комплексирования различных геологических дисциплин и аналитических методов при решении проблем минералогии и кристаллографии;

- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при решении общегеологических и региональных задач.

 **1.1. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение**

 **данной дисциплины**

 Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- **знать**: место минералогии и кристаллографии в системе геологических наук; процессы образования индивидов, основные типы рудных и нерудных минералов, закономерности сонахождения минералов в природе; особенности, принципы и методы диагностики, минералогические классификации, инструктивные документы;

- **уметь**: исследовать состав, структуру и свойства минералов и кристаллов синтетических соединений, решать прикладные задачи минералогии и кристаллографии; излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировано отстаивать свою точку зрения в дискуссии;

- **владеть**: навыками работы с современной научной литературой, подготовкой информационных обзоров, научных статей, научных и производственных отчетов; навыками работы с Интернет-ресурсами по специальности.

 **1.2. Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по минералогии и кристаллографии в объеме программы высшего профессионального образования.

 **1.3. Связь с последующими дисциплинами**

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография.

**2. Содержание дисциплины**

* 1. **Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах)**

Форма обучения (вид отчетности)

1 год аспирантуры

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Объем часов** |
| **Трудоемкость изучения дисциплины** | **72** |
| **Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)** | **36** |
| в том числе: |  |
| лекции | 20 |
| семинары | 16 |
| **Самостоятельная работа аспиранта (всего)** | **36** |
| в том числе: |  |
| изучение тем вынесенных на самостоятельную проработку | 26 |
| статьи, доклады, рефераты | 10 |

* 1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название раздела дисциплины** | **Объем часов** |
| Лекции | Семинары | Самост.работа |
|  | **Раздел 1. Предмет, задачи и методы минералогии. Химический состав минералов** | **1** |  |  |
| 1 | Определение понятия минерал и содержание минералогии как науки. Понятие об изоморфизме. Типы изоморфизма. Роль воды в минералах |  |  |  |
|  | **Раздел 2**. **Морфология, физические свойства минералов** | **2** | **2** | **4** |
| 2 | 2.1. Морфологические особенности минералов. Индивиды, агрегаты. дендриты, землистые массы, налеты, примазки, выцветы  |  |  |  |
| 3 | 2.2. Физические свойства минералов. Оптические свойства минералов. Прозрачность, окраска и блеск, излом и спайность. Твердость минералов. Шкала Мооса. Магнитные свойства минералов, радиоактивность, люминесценция минералов |  |  |  |
|  | **Раздел 3. Систематика минеральных видов** | **4** | 4 | **8** |
| 4 | 3.1. Тип I. Простые вещества. Классы: металлы, полиметаллы, неметаллы, интерметаллиды |  |  |  |
| 5 | 3.2. Тип II. Сернистые соединения и их аналоги Классы: простые сульфиды, сложные сульфиды, сульфосоли, персульфиды и их аналоги |  |  |  |
| 6 | 3.3. Тип III. Кислородные соединения. Классы: простые оксиды, сложные оксиды, гидроксиды, силикаты и их аналоги, фосфаты, арсенаты, ванадаты, сульфаты, хроматы, вольфраматы, молибдаты, бораты, карбонаты, нитраты |  |  |  |
| 7 | 3.4. Тип IV. Галоидные соединения. Классы: фториды, хлориды |  |  |  |
|  | **Раздел 4. Процессы минералообразования** | **6** | **2** | **6** |
| 8 | 4.1. Понятия «минеральное месторождение», «минеральная ассоциация» и «парагенезис минералов». Минеральные парагенезисы. Стадийность процессов минералообразования.  |  |  |  |
| 9 | 4.2. Минеральные ассоциации важнейших комплексов магматических горных пород  |  |  |  |
| 10 | 4.3. Пегматиты. Скарны. Грейзены. Минеральные ассоциации пегматитов, известковых и магнезиальных скарнов и грейзенов. Условия формирования гидротермальных жил. Процессы метасоматоза.  |  |  |  |
| 11 | 4.4. Метаморфизм. Типы метаморфизма. Минеральные ассоциации и парагенезисы метаморфических пород.  |  |  |  |
| 12 | 4.5. Процессы минералообразования в зоне выветривания и осадконакопления. Минеральные ассоциации и парагенезисы, связанные с процессами выветривания и осадконакопления. |  |  |  |
| 13 | **Раздел. 5. Современные тенденции развития минералогии. Минералогия теоретическая и экспериментальная, прикладная** | **1** |  | **3** |
|  | **Раздел 6. Кристаллография** | 2 | **2** |  |
| 14 | 6.1. Геометрическая кристаллография. Основные законы. Типы решеток Браве. Понятие "элементарная ячейка". Трансляционные элементы симметрии |  |  |  |
| 15 | 6.2. Пространственные (федоровские) группы симметрии. Генетическая связь между федоровскими группами сингоний. Квазикристаллы. Фуллерены. Нанотрубки |  |  |  |
|  | **Раздел 7. Кристаллохимия** | **2** | **3** |  |
| 16 | 7.1. Основные положения теоретической кристаллохимии. Типы химической связи. Принципы теории плотнейшей упаковки. Основные структурные типы |  |  |  |
| 17 | 7.2. Критерии устойчивости структурного типа. Закон Гольдшмидта. Правила Полинга. Правило октета. Правило Юм-Розери. Правила Партэ. Числовые законы строения сульфидов и сульфосолей (по Н.В. Белову) |  |  |  |
| 18 | 7.3. Гомология. Гомологические ряды. Полиморфизм. Политипия. |  |  |  |
| 19 | 7.4. Изоморфизм. Изоморфизм и изоструктурность. Классификация изоморфизма. Классические правила изоморфизма Гольдшмидта-Ферсмана. |  |  |  |
| 20 | **Раздел 8. Кристаллообразование. Влияние условий на рост кристаллов** | **1** |  | **2** |
| 21 | **Раздел 9. Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ** | **1** | **3** | **3** |

* 1. **Лекционный курс**

**Раздел 1. Предмет, задачи и методы минералогии. Химический состав минералов**

В разделе дается характеристика понятия «Минералогия» как области знаний о свойствах и составе минералов, геологических условиях и физико-химической обстановке их образования, определение понятия минерал. Формулируются основные задачи минералогии: условий образования минералов земной коры, закономерностей их сонахождения и разрушения.

Связь минералогии с другими геологическими дисциплинами: петрографией, кристаллографией, геохимией, химией и физикой. Практическое значение минералогии как теоретической основы для поисков и освоения минеральных ресурсов.

Понятие об изоморфизме. Типы изоморфизма. Факторы, определяющие характер и полноту изоморфных замещений в минералах. Порядок-беспорядок в минералах. Явления распада твердых растворов. Физические смеси и их разновидности.

Роль воды в минералах. Конституционная, кристаллизационная и абсорбционная вода, их особенности и разновидности.

**Раздел 2**. **Морфология, физические свойства минералов**

*Тема 2.1.* Морфологические особенности минералов. Индивиды, агрегаты. дендриты, землистые массы, налеты, примазки, выцветы.

Морфология минеральных индивидов, их зависимость от кристаллической структуры минералов и от условий их образования. Морфологические особенности минеральных агрегатов. Зернистые агрегаты и их классификация. Конкреции, оолиты, бобовины, секреции (жеоды, миндалины). Особенности их строения и механизм образования. Друзы, кристаллические щетки и корки. Условия их образования. Понятие о геометрическом отборе при образовании друз. Признаки пространственной ориентировки кристаллов в процессе их роста. Дендриты и скелетные кристаллы. Натечные агрегаты и их разновидности, строение и механизм возникновения. Землистые массы, налеты, примазки, выцветы.

*Тема 2.2*. Физические свойства минералов. Оптические свойства минералов. Прозрачность, окраска и блеск, излом и спайность. Твердость минералов. Шкала Мооса. Плотность минералов и ее зависимость от химического состава и кристаллической структуры минералов. Магнитные свойства минералов, радиоактивность и люминесценция.

**Раздел 3. Систематика минеральных видов**

Принципы современной классификации минералов. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Критерии выделения типов, классов, подклассов и групп минералов. Правило 50% при выделении минеральных видов в изоморфных смесях.

*Тема 3.1***.** Тип I. Простые вещества. Общая характеристика типа.

Класс 1. Металлы. Группы меди, железа, платины.

Класс 2. Полуметаллы. Группа мышьяка.

Класс 3. Неметаллы. Группы серы, углерода.

Класс 4. Интерметаллиды. Группа ферроплатины.

*Тема 3.2*. Тип II. Сернистые соединения и их аналоги. Общая характеристика типа.

Класс 1. Простые сульфиды

Подкласс 1. Сульфиды координационной структуры. Группы халькозина, аргентита, галенита, сфалерита, пирротина.

Подкласс 2. Сульфиды цепочечной структуры. Группы миллерита, киновари, стибнита.

Подкласс 3. Сульфиды слоистой структуры. Группа аурипигмента, молибденита.

Подкласс 4. Сульфиды кольцевой (молекулярной) структуры. Группа реальгара.

Класс 2. Сложные сульфиды

Подкласс 1. Сульфиды координационной структуры. Группы пентландита, талнахита, халькопирита, борнита.

 Подкласс 2. Сульфиды слоистой структуры. Группа ковеллина.

Класс 3. Сульфосоли. Группы прустита, энаргита, тетраэдрита (блеклых руд), буланжерита.

Класс 4. Персульфиды и их аналоги. Группы пирита, марказита, скуттерудита.

*Тема 3.3.* Тип III. Кислородные соединения. Общая характеристика типа. Отличие оксидов от сернистых соединений. Классификация.

Класс 1. Простые оксиды. Группы льда, куприта, периклаза, корунда, уранинита, кварца, рутила.

Класс 2. Сложные оксиды. Группы ильменита, браунита, шпинели, гаусманита, хризоберилла, перовскита, пирохлора, колумбита, вольфрамита.

Класс 3. Гидроксиды. Общая химическая и кристаллохимическая характеристика гидроксидов. Принципы классификации гидроксидов. Группы гидроксидов магния, гидроксидов алюминия, гидроксидов железа, гидроксидов марганца.

Класс 4. Силикаты и их аналоги (алюмосиликаты, боросиликаты и др.). Общая характеристика силикатов, распространенность силикатов в земной коре. Современные представления о химической конституции и строении силикатов. Особенности химической связи между кремнием и кислородом в силикатах. Алюмосиликаты и их аналоги. Главнейшие схемы изоморфных замещений в силикатах. Принципы классификации.

Подкласс 1. Алюмосиликаты каркасной структуры.

а) Простые каркасные алюмосиликаты. Группа полевых шпатов. Современные представления об изоморфизме и структурной упорядоченности калиево-натриевых полевых шпатов и плагиоклазов. Группы данбурита, лейцита, нефелина.

б) Каркасные алюмосиликаты с добавочными анионами. Группы скаполита, канкринита, содалита, гельвина.

в) Водные каркасные алюмосиликаты (Цеолиты). Группы натролита, анальцима, шабазита.

Подкласс 2. Силикаты островной структуры. Общая характеристика островных силикатов как самостоятельного структурного типа.

А. Ортосиликаты с изолированными группами [SiO4]4-. Группы оливина, фенакита, циркона, граната, гуммита, кианита, ставролита, топаза, титанита, (сфена), хлоритоида.

Б. Орто-диортосиликаты с изолированными группами [SiO4]4- и [Si2O7]4-. Группы везувиана, эпидота.

В. Диортосиликаты с изолированными группами [Si2O7]4-. Группы мелилита, гемиморфита, лампрофиллита.

Подкласс 3. Силикаты с кольцевыми радикалами типа [SinO3n]2n-. Группы берилла, кордиерита, диоптаза, турмалина, эвдиалита, аксинита.

Подкласс 4. Силикаты с цепочечными радикалами типа [SinO3n]2n . Общая характеристика. Химические и структурные особенности пироксенов. Главнейшие изоморфные ряды и принципы классификации пироксенов. Группы пироксенов, волластонита, родонита.

Подкласс 5. Силикаты с ленточными радикалами. Общая характеристика. Типы основных радикалов. Группы силлиманита, амфиболов.

Подкласс 6. Силикаты и алюмосиликаты слоистого строения. Общая характеристика слоистых силикатов. Структурные особенности слоистых силикатов и принципы их классификации. Группы каолинита, серпентина, пирофиллита, талька, смектитов, слюд, хлорита, маргарита, палыгорскита, хризоколы, пренита, датолита.

Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты. Общая характеристика класса. Кристаллохимические особенности фосфатов и их аналогов. Ассоциации химических элементов в фосфатах, арсенатах и ванадатах. Принципы классификации. Группы ксенотима, апатита, вивианита, скородита, бирюзы.

Класс 6. Сульфаты. Общая характеристика класса. Особенности химического состава и физических свойств сульфатов. Классификация. Группы барита, ангидрита, гипса, тенардита, мирабилита, алунита, эпсомита.

Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты. Общая характеристика класса. Группы крокоита, шеелита.

Класс 8. Бораты. Общая характеристика класса боратов. Кристаллохимические особенности бора и типы анионных групп в боратах. Принципы классификации боратов. Условия нахождения боратов в природе.

Подкласс 1. Бораты каркасной структуры. Группа борацита.

Подкласс 2. Бораты островной структуры. Группы людвигита, ссайбелиита.

Подкласс 3. Бораты кольцевой структуры. Группы иньоита, буры.

Подкласс 4. Бораты ленточной структуры. Группа гидроборацита.

Подкласс 5. Бораты слоистой структуры. Группа сассолина.

Класс 9. Карбонаты. Общая характеристика класса. Особенности химического состава и структуры карбонатов. Главнейшие изоморфные ряды карбонатов и принципы их классификации. Общие условия генезиса карбонатов. Группы кальцита, доломита, арагонита, малахита, карбонатов натрия.

Класс 10. Нитраты. Группы нитратина, селитры.

*Тема 3.4.* Тип IV. Галоидные соединения. Общая характеристика класса. Особенности химического состава, физических свойств и условий образования галоидных соединений. Классификация.

Класс 1. Фториды. Группы флюорита, виллиомита, криолита.

Класс 2. Хлориды. Группы галита, карналлита, бишофита.

**Раздел 4. Процессы минералообразования**

*Тема 4.1*. Понятия «минеральное месторождение», «минеральная ассоциация» и «парагенезис минералов». Минеральные парагенезисы. Зависимость минеральных парагенезисов от химического состава среды и физико-химических условий процессов минералообразования. Кристаллизация магмы и последовательность выделения минералов. Понятие о кристаллизационной дифференциации. Ликвация расплавов. Процессы дифференциации остаточных расплавов. Стадийность процессов минералообразования.

*Тема 4.2.* Минеральные ассоциации важнейших комплексов магматических горных пород: ультраосновных (дуниты, перидотиты, пироксениты) и основных (габброиды); щелочно-ультраосновных (оливиниты, пироксениты, ийолит-мельтейгиты); нефелиновых сиенитов; сиенитов и гранитов; эффузивных горных пород.

*Тема 4.3.* Пегматиты. Скарны. Грейзены. Главные типы гранитных пегматитов. Минеральные ассоциации пегматитов, известковых и магнезиальных скарнов и грейзенов. Условия формирования гидротермальных жил. Процессы метасоматоза. Условия формирования гидротермальных жил. Процессы метасоматоза.

*Тема 4.4.* Метаморфизм. Типы метаморфизма. Минеральные ассоциации и парагенезисы метаморфических пород. Понятие о региональном и контактовом метаморфизме. Фации метаморфизма. Минеральные ассоциации и парагенезисы в метаморфических горных породах: в филлитах и «зеленых» сланцах, амфиболитах, кристаллических сланцах, гнейсах, эклогитах; в роговиках.

*Тема 4.5.* Процессы минералообразования в зоне выветривания и осадконакопления. Химическое и физическое выветривание. Зоны окисления. Перенос продуктов выветривания и формирование осадков. Коллоидно-химические осадки. Гидрохимические осадки. Роль живых организмов в процессах минералообразования в зоне выветривания и осадконакопления. Минеральные ассоциации и парагенезисы, связанные с процессами выветривания и осадконакопления.

**Раздел. 5. Современные тенденции развития минералогии. Минералогия теоретическая и экспериментальная, прикладная**

Структурная минералогия, генетическая минералогия, экспериментальная минералогия, биоминералогия, наноминералогия, поисковая минералогия, геммология.

**Раздел 6. Кристаллография**

*Тема 6.1*. Геометрическая кристаллография. Основные законы. Типы решеток Браве. Понятие "элементарная ячейка". Трансляционные элементы симметрии. Пространственная решетка. Основные законы кристаллографии на основе решетчатого строения кристаллов. Простые формы кристаллов. Симметрия и форма реальных кристаллов. Закон Вейса (закон зон).

*Тема 6.2.* Пространственные (федоровские) группы симметрии. Генетическая связь между федоровскими группами сингоний. Группы антисимметрии. Принцип Кюри. Квазикристаллы. Фуллерены. Нанотрубки.

**Раздел 7. Кристаллохимия**

*Тема 7.1.* Основные положения теоретической кристаллохимии. Типы химической связи. Принципы теории плотнейшей упаковки. Основные структурные типы. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Кислотно-основные свойства атомов и ионов.

*Тема 7.2*. Критерии устойчивости структурного типа. Закон Гольдшмидта. Правила Полинга. Правило октета. Правило Юм-Розери. Правила Партэ. Числовые законы строения сульфидов и сульфосолей (по Н.В. Белову)

*Тема 7.3*. Гомология. Гомологические ряды. Полиморфизм. Политипия. Изоморфизм. Правила изоморфизма Гольдшмидта-Ферсмана. История открытия полиморфизма. Полиморфизм и типы полиморфных превращений. Отличие полиморфизма от политипии.

Тема 7.4. Изоморфизм. Изоморфизм и изоструктурность. Классификация изоморфизма. Классические правила изоморфизма Гольдшмидта-Ферсмана. Основы количественной теории изоморфизма. Изоморфизм как функция температуры и давления. Распад изоморфных смесей при понижении температуры и повышении давления.

**Раздел 8. Кристаллообразование. Влияние условий на рост кристаллов**

Кристаллообразование в гомогенных средах. Фазовые равновесия и переходы. Кристаллизация как фазовый переход. Диаграммы состояния систем. Механизм роста совершенных кристаллов. Кристаллизация в гетерогенных средах. Нормальный и послойный рост кристаллов. Типы граней кристаллов. Современная трактовка равновесной формы. Влияние точечных дефектов на рост и морфологию кристаллов. Формирование двойников. Выращивание кристаллов. Включения: твердые, жидкие, однофазные, двухфазные, трехфазные и более сложные. "Минералы-узники". Примеры генетической интерпретации экспериментальных данных.

**Раздел 9. Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ**

Физические основы рентгенографии кристаллов. Сплошной и характеристический спектры. Рентгеновские трубки. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Уравнение Брэгга-Вульфа. Применение рентгенографии. Определение параметров элементарных ячеек. Установление связи параметр - состав. Применение рентгенографии для решения задач качественного и количественного анализа кристаллов. Диагностика мономинеральных фаз и качественный рентгенофазовый анализ смесей химических соединений и минералов. Определители фаз. Базы рентгеновских данных (программа “minerals”). Индицирование рентгеновских спектров (программы “XLAT”, “ind”, “krist”). Применение рентгеновской дифракции для решения современных проблем структурной минералогии.

**2.4. Практические занятия (семинары)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Номер раздела | Количество часов (16) | Тема практического занятия |
| 1 | 2 | 2 | Морфология, физические свойства минералов |
| 2 | 3 | 4 | Систематика минеральных видов |
| 3 | 4 | 2 | Процессы минералообразования |
| 4 | 6 | 2 | Кристаллография |
| 5 | 7 | 3 | Кристаллохимия |
| 6 | 9 | 3 | Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ |

 **3. Организация текущего и промежуточного контроля знаний**

**3.1. Контрольные работы –** не предусмотрены

**3.2. Список вопросов для промежуточного тестирования –** не предусмотрено

**3.3. Самостоятельная работа**

Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку.

 Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

* библиография;
* выбор публикаций по тематическим блокам (в том числе электронные);
* научно-исследовательская литература

 Конспектирование и реферирование фондовой и опубликованной научно-исследовательской и научно-методической литературы по тематическим блокам.

**Темы, вынесенные на самостоятельное изучение аспирантов:**

**Раздел 2**. **Морфология, физические свойства минералов**

*Тема 2.1.*Морфология минеральных индивидов

*Тема 2.2*. Физические свойства минералов

**Раздел 3. Систематика минеральных видов**

*Тема 3.1*. Тип I. Простые вещества

*Тема 3.2*. Тип II. Сернистые соединения и их аналоги

*Тема 3.3*. Тип III. Кислородные соединения

*Тема 3.4*. Тип IV. Галоидные соединения

**Раздел 4. Процессы минералообразования**

*Тема 4.2, 3*. Минеральные ассоциации магматических горных пород, пегматитов, известковых и магнезиальных скарнов и грейзенов. Процессы метасоматоза.

*Тема 4.4, 5.* Минеральные ассоциации и парагенезисы метаморфических пород. Минеральные ассоциации и парагенезисы, связанные с процессами выветривания и осадконакопления.

**Раздел. 5. Современные тенденции развития минералогии. Минералогия теоретическая и экспериментальная, прикладная**

**Раздел 6. Кристаллография**

**Раздел 8. Кристаллообразование. Влияние условий на рост кристаллов**

**Раздел 9. Рентгенография минералов и рентгеноструктурный анализ**

 **3.3.1. Поддержка самостоятельной работы**

**Базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из внутренней сети ФГБУ «ВСЕГЕИ»:** Сайт Всероссийской Геологической Библиотеки (ВГБ) с доступом к электронному каталогу и базам данных - <http://geoinfo.vsegei.ru:86/>,

**Science -** <http://www.sciencemag.org/>, **Nature -** <http://www.nature.com/nature/index.html>,

**Taylor&Francis** (компания Metapress) - <http://www.tandfonline.com/>

**3.3.2. Тематика рефератов –** не предусмотрена

**Итоговый контроль** проводится в виде экзамена кандидатского минимума

 **4. Технические средства обучения и контроля, использование ЭВМ** (*Перечень обучающих, контролирующих и расчетных программ и др.*):

Программы пакета Microsoft Office; CorelDRAW, Surfer, ArcGIS

 **5. Активные методы обучения (деловые игры, научные проекты) –**

не предусмотрены

 **6. Материальное обеспечение дисциплины** (*Современные приборы, установки (стенды), необходимость специализированных лабораторий и классов*):

**Учебный кабинет** (№ 262), в котором проводятся лекции и семинары. **Локальная компьютерная сеть (ЛКС),** которая представляет собой организационно-технологический комплекс, объединяющий компьютеры сотрудников Института в единую корпоративную сеть с целью обмена цифровой информацией внутри Института. Специализированный информационно-компьютерный центр по региональной геологии. Общие технические характеристики сети: пропускная способность сети – от 100 Мбит/с до 1 Гбит/с, пропускная способность магистрали от 1 Гб/с до 10 Гбит/c, пропускная способность канала связи и  Internet – 80 Мбит/с, протокол сети – TCP/IP, общее количество компьютеров и активного оборудования в сети – 950.

Многоцелевая лабораторно-аналитическая служба, позволяющая вести комплексные исследования состава горных пород, руд, минералов, донных отложений, почв, растений, питьевых, природных и сточных вод на элементном и изотопном уровнях. Созданы два подразделения: **Центральная лаборатория (ЦЛ)** в состав которой входят химико-аналитическая, спектральная, рентгеноспектральная лаборатории, лаборатория минералогических методов анализа, шлифовальная мастерская, цех пробоподготовки и группа рентгенофазовых палеомагнитных исследований.

**Центр изотопных исследований (ЦИИ),** включающий в себя: сектор масс-спектрометрического анализа, химический сектор пробоподготовки, сектор изучения вещества, информационно-методический сектор, сектор технического обеспечения, учебная база. Для осуществления исследований Центр укомплектован инструментами: термоионизационный 9-коллекторный масс-спектрометр «Trion», 3-коллекторные масс-спектрометры для анализа стабильных изотопов (Н, 3-коллекторные масс-спектрометры для анализа стабильных изотопов (H, C, N, O, S) «Delta Plus XL» и «Delta Plus» с газовым хроматографом (ThermoFinnigan , Германия), 9-коллекторный масс-спектрометр высокого разрешения с ионизацией в индуктивно-связанной плазме ‘Element2’ «Neptune» (ThermoFinnigan, Германия) с системой эксимерной лазерной абляции DUV 193 (Lambda Physic,США), 1-коллекторный масс-спектрометр высокого разрешения с ионизацией в индуктивно-связанной плазме «Element2» (ThermoFinnigan, Германия), масс-спектрометр для анализа благородных газов «5400» (Micromass, Англия), 5-коллекторный масс-спектрометр высокого разрешения с возбуждением вторичных ионов «SHRIMP-II» (ASI, Австралия), высокочувствителный сцинциляционный счетчик альфа-и бета-частиц Quantulus СТ-1220 (Wallas, Финляндия). Имеются также ультрачистые химические модули (36 и 24 кв.м., Terra Universal, США) – класс 100 в помещениях и класс 10 на рабочих местах, высококлассные оптические микроскопы AxioLad (Carl Zeiss) и Meiji (Япония), цифровой сканирующий электронный микроскоп «CamScan МХ25OOS» (Oxford Instruments, Англия) с катодолюминесцентной приставкой и системой энергодисперсионного анализа, а также набор микротомов для получения тонких срезов единичных зерен минералов. **Центр дистанционных исследований**, обеспечивающий полный технологический цикл применения данных дистанционного зондирования Земли – от получения космической информации до внедрения разработанных ГИС-технологий обработки и комплексной интерпретации снимков в научные и производственные предприятия МПР России. **Авторизованный учебно-консультационный и методический центр** по геоинформационным технологиям, обеспечивающей подготовку специалистов высшей квалификации в области геоинформационных систем и технологий на международном и отраслевом уровнях.

**7. Литература**

**7.1 Список обязательной литературы**

Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: КДУ, 2007. 721 с.

Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Общая минералогия. М.: АКАДЕМИЯ. 2008. 416 с.

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.

Кривовичев В.Г. Минералогический словарь. СПб.: СПбГУ. 2008. 556с.

Giacovazzo C. Fundamentals of Crystallography. Oxford University Press, Oxford, 2011/ 872 p.

Klein С., Dutrow B. Manual of Mineral Science (Manual of Mineralogy). Hoboken, N.J. : J. Wiley, 23 ed. 2008. 675 p.

Wenk H.-R. and Bulakh A.G. Minerals. Their Constitution and Origin. 3-d edition. Cambridge University Press. 2007. 698 p.

**7.2 Список дополнительной литературы**

Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, 1977. 327 с.

Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М.: Недра, 1976. 344 с.

Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия. М.: Мир, 1987. 592 с.

Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. СПб: Изд. СПбГУ. 1995. 260 с.

Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. М.: Недра, 1981. 237 с.

Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. 647 с.

Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1979. 275 с.

Джонс М.П. Прикладная минералогия. М.: Недра, 1991. 391с.

Жабин А.Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1975. 339 с.

Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб: Наука, 1997. 532 с.

Кораго А.А. Введение в биоминералогию. СПб, Недра, 1992. 280 с.

Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. М.: Наука, 1973. 288 с.

Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Химический состав минералов и графические способы его изображения // СПб. Изд-во СПбГУ. 2003. 84 с.

Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. Госгеолтехиздат, 1961. 318 с.

Минералогическая энциклопедия. / Под ред. К.Фрей. / Англю перевод под ред. А.Г. Булаха и В.Г. Кривовичеваю Л.: Недра. 1985. 512 с.

Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М. Геоинформмарк, 2000, 296 c.

Пущаровский Д.Ю., Урусов В.С. Структурные типы минералов. МГУ, Москва, 1990.

Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М.: Недра, 1986. 272 с.

Типоморфизм минералов. / Под ред. Л.В. Чернышевой. М.: Недра, 1989. 560 с.

Филатов С.К. Высокотемпературная кристаллохимия. Л.: Недра, 1990. 352 с.

Advances in the Characterization of Industrial Minerals. Ed. by G.E. Christidis. EMU Notes in Mineralogy. 2011. Vol. 9. 485 p.

Biomineralization. Ed. by P.M. Dove, J.J. De Yoreo & S.Weiner. Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2003. Vol. 54. 381 p.

Environmental Mineralogy. Ed. by G.E. Christidis. D.J. Vaughan & R.A. Cornelius. EMU Notes in Mineralogy. 2000. Vol. 2. 434 p.

Geomicrobiology: Interactions Between Microbes And Minerals. Ed. by J.F. Banfield, and K.H. Nealson. Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 1998. Vol. 35. 448 p.

Medical mineralogy and geochemistry. Ed. by N. Sahai and M.A.A. Schoonen. Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2006. Vol. 64. 332 p.

Nanoparticles and the environment. Ed. by J.F. Banfield and A. Navrotsky. Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2001. Vol. 44. 349 p.

Nickel E.H., Grice J.D. The IMA Commission on New Minerals and Mineral Names: Procedures and guidelines on mineral nomenclature. Can. Mineral., 1998, 36, 913-926.

Putnis A. Introduction to Mineral Sciences Cambridge University Press. Cambridge 1992. 460 pp

Strunz H., Nickel E.H. Mineralogical tables. Ninth Edition. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller): Stuttgart, 2001. 870 р.

* 1. **Учебно-методические материалы по дисциплине**

Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности: 25.00.05 – Минералогия, кристаллография по геолого-минералогическим наукам /Одобрено экспертным советом ВАК Министерства образования РФ. Утверждено приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г.