Санкт-Петербургский государственный университет

Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А

процедуры государственной итоговой аттестации

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЭКЗАМЕН ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ». МИНЕРАЛОГИЯ, КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Язык обучения: русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 045059

Санкт-Петербург
2015

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи процедуры государственной итоговой аттестации

Целью итогового междисциплинарного экзамена по направлению «Науки о земле». Минералогия, кристаллография (далее – междисциплинарного экзамена) является проверка сформированности компетенций выпускника программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, позволяющих присвоить квалификацию Исследователь. Преподаватель-исследователь.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к прохождению процедуры государственной итоговой аттестации (пререквизиты)

К сдаче междисциплинарного экзамена допускается аспирант, полностью освоивший программу теоретического и практического обучения, предусмотренную действующим учебным планом основной образовательной программы по направлению «Науки о земле». Минералогия, кристаллография по уровню аспирантура.

.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В рамках междисциплинарного экзамена проверяются следующие компетенции программы обучения, а также достижение результатов миссии образовательной программы:

аспирант:

– готов применять научный подход в своей профессиональной деятельности

– способен сообщать о результатах своей учебной и научной работы на русском языке;

– готов исполнять обязанности исследователя в соответствии с научной специальностью, в том числе обеспечивать руководство обучением;

– готов к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм государственной итоговой аттестации

Консультация перед междисциплинарным экзаменом, вопросы и ответы на консультации, проведение итогового экзамена.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																			
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
3й год обучения			1							1						106		2

			1-100							1-1								
ИТОГО			1							1						106		2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
очная форма обучения						
3й год обучения					письменный экзамен в соответствии с методикой рабочей программы	по графику итоговой аттестации

2.2. Структура и содержание междисциплинарного экзамена

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	**Основы педагогической деятельности**	самостоятельная работа по подготовке к итоговой аттестации	26
2	**Современные проблемы минералогии, кристаллографии**	самостоятельная работа по подготовке к итоговой аттестации	80
	Итоговая аттестация (экзамен)	консультация	1
		итоговая аттестация	1

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по процедуре государственной итоговой аттестации

Аспиранту необходимо ознакомиться с программой экзамена, изучить основную и дополнительную литературу.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Настоящая программа, литература из списка информационного обеспечения позволят осуществить самостоятельную работу по подготовке к междисциплинарному экзамену.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания междисциплинарного экзамена и критерии оценивания

Экзамен проводится в устно-письменной форме по билетам в присутствии членов экзаменационной комиссии. Билет состоит из четырех вопросов. Вопросы являются

равнозначными по сложности. На подготовку аспиранту дается два академических часа.

Помимо ответов на вопросы экзаменационного билета, аспирант представляет экзаменационной комиссии развернутый отчет о педагогической работе (практике) за время своего обучения.

В случае выполнения педагогической практики в полном объеме и признания отчета удовлетворительным, аспирант может получить за итоговый экзамен положительную оценку. В случае невыполнения педагогической практики в полном объеме или признания отчета неудовлетворительным, аспирант получает за итоговый экзамен оценку «неудовлетворительно».

Результаты экзамена определяются оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае неудовлетворительного ответа на один из вопросов аспирант получает за итоговый экзамен оценку «неудовлетворительно».

Итоговая оценка высчитывается как средний балл, полученный в результате ответа на каждый экзаменационный вопрос.

Критерии оценивания результатов ответа на один экзаменационный вопрос
• знание определений, понятий, формулировок и доказательств утверждений
• знание фактического материала
• умение применять имеющиеся теоретические знания при решении задач
• критическое и самостоятельное изложение материала
• способность отвечать на дополнительные вопросы по программе экзамена.

Система оценивания государственного экзамена

Оценка «отлично» выставляется в том случае, если вопрос раскрыт полностью и без ошибок. Ответ демонстрирует глубокое знание предмета, проиллюстрирован практическими примерами, изложен логично, грамотным научным языком без терминологических погрешностей. Использована информация как из основных, так и из дополнительных специальных источников. Проявлено творческое отношение к предмету

Оценка «хорошо»: вопрос раскрыт достаточно полно. Ответ демонстрирует твердое знание базовых положений дисциплины в пределах программы, изложен логично, грамотным научным языком, но с незначительными ошибками (одна-две) или неточностями, могут быть допущены фактические ошибки (не более двух). Использованы ссылки на необходимые источники

Оценка «удовлетворительно»: Вопрос раскрыт недостаточно полно. Ответ демонстрирует несистематичность в знаниях, неуверенное владении научным языком, погрешности в использовании специальной терминологии. Изложение не всегда последовательное, небрежное, есть ошибки, в том числе фактические (не более трех).

Оценка «неудовлетворительно»: не дан ответ на вопрос билета, не даны ответы ни на один дополнительный вопрос, продемонстрирована недостаточность знаний в рамках программы экзамена, ответ содержит грубые ошибки.

Результаты сданной первой части кандидатского экзамена по специальной дисциплине (минимум по специальности) могут быть перезачтены в качестве итогового экзамена с той же оценкой. В случае перезачета первой части кандидатского экзамена по специальной дисциплине, аспирант должен представить экзаменационной комиссии развернутый отчет о педагогической работе (практике) за время своего обучения.

Оценка за междисциплинарный экзамен объявляется после завершения проверки комиссией ответов всех аспирантов, обсуждения и заполнения протокола.

3.1.4 Методические материалы для проведения итоговой аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Введение
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.
1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ МИНЕРАЛОГИИ.
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.
Определение понятия минерал и содержание минералогии как науки. Описательное и генетическое направления в минералогии. Основные задачи минералогической науки – выяснение истории минералов земной коры, закономерности их совместного нахождения, условия образования и разрушения.
Связь минералогии с другими геологическими дисциплинами: петрографией, кристаллографией, геохимией и учением о месторождениях полезных ископаемых. Связи минералогии с химией и физикой. Практическое значение минералогии как теоретической основы для поисков и рационального освоения минеральных ресурсов. Основные этапы истории минералогии. Основные направления современной минералогии (кристаллохимия минералов, физика минералов, биоминералогия, микроминералогия, наноминералогия).

2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИНЕРАЛОВ.
Ограниченность числа минералов в природе и факторы, определяющие распространенность химических элементов в земной коре. Зависимость между распространенностью соединений отдельных химических элементов и их кларками. Отклонения от этой зависимости и их причины.
Понятие об изоморфизме. Типы изоморфизма. Факторы, определяющие характер и полноту изоморфных замещений в минералах. Аддитивность физических свойств изоморфных смесей и ее значение для определения химического состава минералов. Зависимость устойчивости минералов переменного состава от условий их образования и преобразования. Порядок-беспорядок в минералах. Явления распада твердых растворов. Физические смеси и их разновидности.
Роль воды в минералах. Конституционная, кристаллизационная и алсорбционная вода, их особенности и разновидности.
Полиморфизм и типы полиморфных превращений. Параморфозы и их значения для выяснения условий образования минералов в природе.

3. МОРФОЛОГИЯ МИНЕРАЛОВ И ИХ АГРЕГАТЫ.
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.

4. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ.

Оптические свойства минералов. Прозрачность, окраска и блеск минералов. Собственные (идиохроматические), чужие (аллохроматические) и ложные (псевдохроматические) окраски минералов и причины их возникновения. Понятие об элементах-хромофорах. Зависимость собственных окрасок минералов от валентности и структурного положения хромофоров в решетке минералов. Блески минералов, их разновидности и причины возникновения.

Механические свойства минералов. Излом и спайность, их зависимость от внутренней структуры минералов. Минералогическая классификация спайности. Отдельность и причины ее возникновения. Твердость минералов, ее зависимость от состава и внутреннего строения минералов. Векториальность твердости. Активная и пассивная твердость. Способы определения твердости минералов. Шкала Мооса. Упругость и гибкость минералов.

Плотность минералов и ее зависимость от химического состава и кристаллической структуры минералов.

Магнитные свойства минералов, радиоактивность, люменесценция минералов.

5. 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.

Тип I. Простые вещества. Общая характеристика типа. Химическая классификация простых веществ. Процессы, приводящие к возникновению простых веществ в природе.

Класс 1. Металлы. Группа меди. Медь, серебро, золото. Группа железа. Феррит, тэнит. Группа платины. Платина, осмий, иридий.

Класс 2. Полуметаллы. Группа мышьяка. Мышьяк, висмут.

Класс 3. Неметаллы. Группа серы. Сера. Группа углерода. Алмаз, графит.

Класс 4. Интерметаллиды. Группа ферроплатины. Изоферроплатина, тетраферро-платина.

Тип II. Сернистые соединения и их аналоги. Общая характеристика типа. Химические элементы, встречающиеся в минералах этого типа. Особенности химической связи элементов в сернистых соединениях и влияние ее на физические свойства минералов. Условия образования сернистых соединений и их аналоги в природе. Типы анионов и принципы классификации сернистых соединений.

Класс 1. Простые сульфиды.

Подкласс 1. Сульфиды координационной структуры. Группа халькозина. Халькозин. Группа аргентита. Аргентит, акантит. Группа галенита. Галенит. Группа сфалерита. Сфалерит. Группа пирротина. Троилит, пирротин, никелин.

Подкласс 2. Сульфиды цепочечной структуры. Группа миллерита. Миллерит. Группа киновари. Киноварь. Группа стибнита. Стибнит, висмутин.

Подкласс 3. Сульфиды слоистой структуры. Группа аурипигмента. Аурипигмент. Группа молибденита. Молибденит.

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

Класс 2. Сложные сульфиды.

Подкласс 1. Сульфиды координационной структуры. Группа пентландита. Пентландит. Группа талнахита. Талнахит. Группа халькопирита. Халькопирит, станнин. Группа борнита. Борнит.

Подкласс 2. Сульфиды слоистой структуры. Группа ковеллина. Ковеллин.

Класс 3. Сульфосоли. Группа прустита. Прустит, пираргирит. Группа энаргита. Энаргит. Группа тетраэдрита (блеклых руд). Тетраэдрит, теннантит. Группа буланжерита. Буланжерит.
Класс 4. Персульфиды и их аналоги. Группа пирита. Пирит, кобальтин. Группа марказита. Марказит, арсенопирит. Группа скуттерудита. Скуттерудит.
Тип III. Кислородные соединения. Общая характеристика типа. Отличие оксидов от сернистых соединений. Классификация.
Класс 1. Простые оксиды. Группа льда. Лед. Группа куприта. Куприт. Группа периклаза. Периклаз. Группа корунда. Корунд, гематит. Группа уранинита. Уранинит. Группа кварца. α-Кварц, β – кварц, α – тридимит, β – тридимит, α – кристобалит, β– кристобалит, коэсит, стишовит. Группа рутила. Рутил, анатаз, брукит, касситерит, пиролюзит.
Класс 2. Сложные оксиды. Группа ильменита. Ильменит, гейкилит, пирофанит. Группа браунита. Браунит. Группа шпинели. Шпинель, герцинит, ганит, магнетит, хромит, магнезиохромит. Группа гаусманита. Гаусманит. Группа хризоберилла. Хризоберилл. Группа перовскита. Перовскит, луешит. Группа пирохлора. Пирохлор, микролит. Группа колумбита. Ферроколумбит, ферротанталит. Группа вольфрамита. Гюбнерит, ферберит.
Класс 3. Гидроксиды. Общая химическая и кристаллохимическая характеристика гидроксидов. Типы химических связей в гидроксидах. Зависимость физических свойств гидроксидов от их кристаллической структуры. Принципы классификации гидроксидов. Условия образования гидроксидов в природе. Группа гидроксидов магния. Брусит. Группа гидроксидов алюминия. Гиббсит, бемит, диаспор. Группа гидроксидов железа. Гетит, лепидокрокит. Группа гидроксидов марганца. Манганит, асболан.
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. Структурные типы анионных групп в силикатах. Алюмосиликаты и их аналоги. Главнейшие схемы изоморфных замещений в силикатах. Общие физические признаки силикатов и их зависимость от типа структуры и химического состава минералов этого класса. Принципы классификации силикатов.
Подкласс 1. Алюмосиликаты каркасной структуры. Общая характеристика.
а) Простые каркасные алюмосиликаты. Группа полевых шпатов. Санидин, ортоклаз, микроклин, альбит, анортит, цельзиан. Схема структуры полевых шпатов. Современные представления об изоморфизме и структурной упорядоченности калиево-натриевых полевых шпатов и плагиоклазов. Группа данбурита. Данбурит. Группа лейцита. Лейцит, поллуцит. Группа нефелина. Нефелин, кальсилит.
б) Каркасные алюмосиликаты с добавочными анионами. Группа скаполита. Мариалит, мейонит. Группа канкринита. Канкринит, вишневит. Группа содалита. Содалит, нозеан, гаюин, лазурит. Группа гельвина. Гельвин.
в) Водные каркасные алюмосиликаты (Цеолиты). Кристаллохимические особенности цеолитов и влияние их на состав и свойства минералов этого семейства. Группа гейландита. Гейландит, стильбит. Группа натролита. Натролит, сколецит. Группа анальцима. Анальцим. Группа шабазита. Шабазит.
Подкласс 2. Силикаты островной структуры. Общая характеристика островных силикатов как самостоятельного структурного типа.
А. Ортосиликаты с изолированными группами $[SiO_4]^{4-}$. Группа оливина. Форстерит, фаялит, тефроит, монтичеллит. Группа фенакита. Фенакит, виллемит. Группа циркона. Циркон, торит. Группа граната. Пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит. Группа гуммита. Норбергит, хондродит, гуммит, клиногумит. Группа

кианита. Кианит, андалузит, силлиманит. Группа ставролита. Ставролит. Труппа топаза. Топаз. Группа титанита. Титанит (сфен). Группа хлоритоида. Хлоритоид.

Б. Орто-диортосиликаты с изолированными группами [SiO4]4- и [Si2O7]4-. Группа везувиана. Везувиан. Группа эпидота. Цоизит, клиноцоизит, эпидот, алланит (ортит), пьемонтит.

В. Диортосиликаты с изолированными группами [Si2O7]4-. Группа мелилита. Акерманит, геленит. Группа гемиморфита. Гемиморфит. Группа лампрофиллита. Лампрофиллит.

Подкласс 3. Силикаты с кольцевыми радикалами типа [SinO3n]2n-. Группа берилла. Берилл. Группа кордиерита. Группа диоптаза. Диоптаз. Группа турмалина. Дравит, шерл, увит, эльбаит. Группа эвдиалита. Эвдиалит. Группа аксинита. Аксинит.

Подкласс 4. Силикаты с цепочечными радикалами типа [SinO3n]2n . Общая характеристика. Химические и структурные особенности пироксенов. Главнейшие изоморфные ряды и принципы классификации пироксенов. Группа пироксенов. Энстатит, ферросилит, клиноэнстатит, клиноферросилит. Диопсид, геденбергит, йохансенит. Жадеит, эгирин, космохлор. Сподумен. Группа волластонита. Волластонит, пектолит. Группа родонита. Родонит.

Подкласс 5. Силикаты с ленточными радикалами. Общая характеристика. Типы основных радикалов. Группа силлиманита. Силлиманит. Группа астрофиллита. Астрофиллит. Группа чароита. Чароит. Группа амфиболов. Антофиллит, ферроантофиллит, жедрит. Куммингтонит, грюнерит. Тремолит, ферроактинолит, чермакит, эденит, гастингсит. Глаукофан, рибекит, арфведсонит. Холмквистит, клинохолмквистит.

Подкласс 6. Силикаты и алюмосиликаты слоистого строения. Общая характеристика слоистых силикатов. Структурные особенности слоистых силикатов и принципы их классификации. Группа каолинита. Каолинит, диккит. Группа серпентина. Хризотил, антигорит, лизардит. Группа пирофиллита. Пирофиллит. Группа талька. Тальк. Группа смектитов. Бейделлит, нонтронит, сапонит. Группа слюд. Мусковит, парагонит, селадонит. Флогопит, аннит, сидерофиллит, тайниолит, полилитионит, трилитионит. Иллит, глауконит, вермикулит. Группа хлорита. Клинохлор, шамозит, Cr-хлорит. Группа маргарита. Маргарит. Группа палыгорскита. Палыгорскит, сепиолит. Группа хризоколы. Хризокола. Группа пренита. Пренит. Группа датолита. Датолит.

Класс 5. Фосфаты, арсенаты, ванадаты. Общая характеристика класса. Кристаллохимические особенности фосфатов и их аналогов. Ассоциации химических элементов в фосфатах, арсенатах и ванадатах. Принципы классификации. Группа монацита. Монацит. Группа ксенотима. Ксенотим. Группа апатита. Фторапатит, хлорапатит, гидроксилапатит, карбонат-апатит, пироморфит, ванадинит, миметизит. Группа вивианита. Вивианит, эритрин, аннабергит. Группа скородита. Скородит. Группа бирюзы. Бирюза.

Класс 6. Сульфаты. Общая характеристика класса. Особенности химического состава и физических свойств сульфатов. Классификация. Группа барита. Барит, целестин, англезит. Группа ангидрита. Ангидрит. Группа гипса. Гипс. Группа тенардита. Тенардит. Группа мирабилита. Мирабилит. Группа алунита. Алунит, ярозит. Группа эпсомита. Эпсомит, мелантерит.

Класс 7. Хроматы, вольфраматы, молибдаты. Общая характеристика класса. Группа крокоита. Крокоит. Группа шеелита. Шеелит, вульфенит, повелит.

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. Борацит.

Подкласс 2. Бораты островной структуры. Группа людвигита. Людвигит. Группа ссайбелиита. Ссайбелиит.

Подкласс 3. Бораты кольцевой структуры. Группа иньоита. Иньоит. Группа буры. Бура.
Подкласс 4. Бораты ленточной структуры. Группы гидроборацита. Гидроборацит, колеманит.
Подкласс 5. Бораты слоистой структуры. Группа сассолина. Сассолин.
Класс 9. Карбонаты. Общая характеристика класса. Особенности химического состава и структуры карбонатов. Главнейшие изоморфные ряды карбонатов и принципы их классификации. Общие условия генезиса карбонатов. Группа кальцита. Кальцит, магнезит, сидерит, родохрозит, смитсонит. Группа доломита. Доломит, анкерит, кутнагорит. Группа арагонита. Арагонит, стронцианит, витерит, церуссит. Группа малахита. Малахит, азурит. Группа карбонатов натрия. Натрон (сода), термонатрит.
Класс 10. Нитраты. Группа нитратина. Нитратин. Группа селитры. Селитра.
Тип III. Галоидные соединения. Общая характеристика класса. Особенности химического состава, физических свойств и условий образования галоидных соединений. Классификация.
Класс 1. Фториды. Группа флюорита. Флюорит. Группа виллиомита. Виллиомит. Группа криолита. Криолит.
Класс 2. Хлориды. Группа галита. Галит, сильвин. Группа карналлита. Карналлит. Группа бишофита. Бишофит.

6. ГЛАВНЫЕ ТИПЫ ПРОЦЕССОВ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ И ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ НИХ МИНЕРАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

Понятия «минеральное месторождение», «минеральная ассоциация» и «парагенезис минералов». Зависимость минеральных парагенезисов от химического состава среды и физико-химических условий процессов 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. Особенности этапа конечной кристаллизации магм. Особенности поведения статочных магматических расплавов в зависимости от их состава и тектонической обстановки. Процессы дифференциации остаточных расплавов. Минеральные ассоциации важнейших комплексов магматических горных пород: (а) ультраосновных (дуниты, перидотиты, пироксениты) и основных (семейство габбро) горных пород и связанных с ними месторождениях хромита, платины, титаномагнетита и сульфидов меди и никеля; (б) щелочно-ультраосновных (оливинитах, пироксенитах, ийолит-мельтейгитах) и связанных с ними месторождениях карбонатитового типа; (в) нефелиновых сиенитов и связанных сними апатитовых и редкометальных месторождениях; (г) сиенитов и гранитов; (д) эффузивных горных пород.
Условия образования и особенности химического состава пегматитов. Морфологические и структурные особенности пегматитовых жил. Представления А.Е. Ферсмана и В.Д. Никитина о генезисе пегматитов. Главные типы гранитных пегматитов (редкометальный, калиево-боровый, натрово-литиевый, фторо-бериллиевый), особенности их химического состава и условий образования. Минеральные ассоциации в (а) в гранитных (редкометальных, калиево-боровых, натриево-литиевых и фтор-бериллиевых), (б) сиенитовых и (в) нефелин-сиенитовых пегматитах.
Условия возникновения контактово-метасоматических месторождений скарнового типа и характерные для них минеральные ассоциации. Минеральные ассоциации (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: (а) в грейзенах; (б) в жильных месторождениях олово-молибден-вольфрамовой, полиметаллической, колчеданной, свинцово-цинковой, никель-кобальт-урановой (пятиэлементной), барито-флюоритовой и сурьмянно-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 химическом и физическом выветривании. Процессы минералообразования в зоне окисления сульфидно-рудных месторождений. Строение зоны окисления. Минералы, характерные для зон окисления сульфидных гидротермальных жил. 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) зоны окисления рудных месторождений; (в) в осадочных горных породах (коллоидно-химических, гидрохимических и биогенных осадках).

7. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛОГИИ.

В современной минералогии выделяют теоретическую минералогию и прикладную минералогии.

Основными направлениями теоретической минералогии в настоящее время являются:

1) Описательная минералогия – изучение конституции (состава и структуры) и свойств минералов как самостоятельных индивидов, обобщение данных по их морфологии, физическим свойствам и химическому составу, установление причинных связей между составом, структурой и физическими свойствами минералов, разработка вопросов их систематики, открытие новых минеральных видов. Современным базисом таких исследований является структурная минералогия.

2) Топоминералогия (от греч. топос – место, местность) или региональная минералогия, занимается обобщением результатов минералогического изучения определённых территорий и рудных провинций для установления закономерностей распределения минералов и их ассоциаций в связи с историей геологического развития региона.

3) Генетическая минералогия (или учение о генезисе (происхождении) минералов) имеет своей главной целью выяснение условий образования (генезиса) минералов и их природных ассоциаций в природе. Генетическая минералогия включает: а) онтогению и филогению (от греч. онтос – сущее, от греч. фило – племя, род и и генезис –

происхождение) минералов, исследующие процессы зарождения, роста и преобразования минеральных индивидов и агрегатов; б) учение о типоморфизме минералов; в) термобарометрию; г) физико-химическую минералогию – исследование физико-химических условий формирования минералов, горных пород и руд методами термодинамических расчетов, парагенетического анализа минералов и физико-химического моделирования минералообразующих процессов.

4) Экспериментальная минералогия – моделирование природных процессов и изучением физико-химических систем с целью выяснения условий возникновения минералов в природе; разработкой методов промышленного получения синтетических аналогов минералов.

5) Физика минералов – изучение физических (магнитных, люминесцентных, электрических, тепловых, спектроскопических и др.) свойств минералов. Физика минералов занимает пограничное положение между физикой твердого тела, материаловедением, кристаллографией и описательной минералогией.

6) Биоминералогия – область знаний о биогенных минералах и о биокосных («живое-мёртвое») явлениях. Изучаются взаимосвязи и взаимодействия живого мира с минералами. Выявляется роль живых организмов в процессах образования минеральных месторождений и при их выветривании.

7) Органическая минералогия – один из наиболее слабо развитых разделов минералогии; в сочетании с биоминералогией и наноминералогий-это направление откроет новый путь к изучению геохимии углерода и выявлению форм его существования в живой и неживой природе.

8) Наноминералогия изучает широкий круг природных объектов от молекулярных комплексов и атомных группировок в растворах и кристаллах до нанотрубок (как в хризотиле), нанокомпозитов (как в перламутре) и трёхмерных упорядоченных архитектурных построек из наночастиц (опалы). Наноминералогия открывает пути к открытию новых свойств вещества, созданию новых материалов и разработке новых технологий их получения и работы с ними.

9) Космическая минералогия изучает минералогию космических тел - планет, их спутников, астероидов, комет, метеоритов, космической пыли.

Прикладная минералогия решает задачи практического использования минералогических знаний. Главными направлениями прикладной минералогии являются:

1) Поисковая минералогия включает в себя разработку минералогических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

2) Технологическая минералогия изучает зависимость технологических свойств минералов от особенностей их химического состава и физических свойств с целью построения рациональных схем обогащения и переработки сложных по составу руд. Без минералогических исследований невозможно разработать технологию обогащения минерального сырья и извлечения из него полезных компонентов.

3) Техническая минералогия –исследования техногенных веществ – аналогов минералов (в осадках на стенках труб и резервуаров; в продуктах раскристаллизации стёкол; в продуктах преобразования отходов промышленного производства и в отвалах пустой породы; в агломератах и шлаках).

4) Минералогическое материаловедение – исследование разных веществ методами минералогии, а также процессов спекания, преобразования и фазовых превращений сырья при производстве абразивов, цементов, керамики, огнеупоров, минеральных пигментов и других материалов. Сюда же можно отнести изучение минералогическими методами продуктов выветривания строительного камня в зданиях и сооружениях.

5) Минералогическая геммология (от лат. gemma – драгоценный камень и греч. logos – учение, слово) – наука о минералах-ювелирных и поделочных камнях (самоцветах), их физических свойствах и особенностях химического состава, определяющих

декоративно-художественные достоинства, технологию обработки и облагораживания природных камней, методы их синтеза.
7) Медицинская минералогия – изучение минералоподобных веществ в организме человека, минералы внешнего происхождения (экзогенные) в организме человека (эти минералы попадают в дыхательные органы человека из воздуха), а также использование минералов в пище, в гигиенических и лечебных целях.
8) Археоминералогия – изучение минералогическими методами материалов древних находок и описание истории использования минералов в предметах труда, быта, искусства людей древних цивилизаций и культур.
9) Минералогия окружающей среды – изучение низкотемпературных минеральных ассоциации, образующихся в приповерхностных условиях в связи с их важностью для решения экологических проблем и разработки основ рационального природопользования. Оценка зависимости мобильности радиоактивных и токсичных элементов и степени их воздействия на биосферу (в том числе и на человека) от структурно-химических формам их существования, таких как степень окисления, координация, природа лигандов, комплексообразование и т.п. Определение устойчивости этих фаз и их способности к иммобилизации радиоактивных и токсичных элементов путем включения их в свою кристаллическую структуру, что оказывает решающее влияние на миграцию этих элементов в условиях окружающей среды.

8. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Пространственная решетка как фундамент геометрической теории строения кристаллов. Основные законы кристаллографии в свете решетчатого строения кристаллов.
Операции и элементы симметрии I-го и II-го рода. Осевая теорема Эйлера, ее обобщенное представление и частные случаи, и ее использование при выводе групп симметрии. Различные способы представления симметрических операций - модельный, координатный, матричный. Алгоритм вывода 32-х точечных групп симметрии.
Кристаллографические координатные системы, категории, сингонии. Распределение 32-х кристаллографических классов по 6-ти 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. 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 незакономерные срастания кристаллов. Использование микрорельефа граней, фигур травления для уточнения точечной группы кристалла.
Физические свойства кристаллов: скалярные, векторные, тензорные. Структурно-чувствительные свойства кристаллов.
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.
Правильные системы точек, их основные характеристики.
Преобразование кристаллографических координатных систем, символов граней и координат точек (атомов).
Группы антисимметрии - группы черно-белой симметрии, принципы их вывода. 58 точечных групп антисимметрии, их применение при описании двойников кристаллов.

Квазикристаллы. Фуллерены. Нанотрубки.
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).
Структурная гомология. Гомологические ряды. Производные и вырожденные структуры. Фазы вычитания и внедрения.
Полиморфизм как общее свойство кристаллических веществ. История открытия полиморфизма как явления. Классификация полиморфизма. Полиморфные переходы первого и второго рода. Структурные аспекты явления полиморфизма.
Политипия. Отличие политипии от полиморфизма. Способы описания политипных 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.

9. РОСТ И МОРФОЛОГИЯ КРИСТАЛЛОВ

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 послойный рост кристаллов. Условия их реализации. Анизотропия скоростей послойного роста грани.
Тепло- и массоперенос при кристаллизации. Диффузионные и поверхностные процессы. Кинетический и диффузионный режим кристаллизации. Внешняя форма и однородность реальных кристаллов. Кристаллохимически обусловленная форма кристалла. Метод ПЦС Хартмана. Типы граней кристаллов. Современная трактовка равновесной формы. Метод средних работ отрыва Странского и Каишева. Формы роста. Корреляция между теоретически возможными, равновесными формами и формами роста кристаллов. Скелетные формы. Нитевидные кристаллы. Расщепление кристаллов. Сферолиты. Ортотропизм. Ритмический рост. Геометрический отбор.
Влияние точечных дефектов на рост и морфологию кристаллов. Физическая и химическая адсорбция примесей. Гомогенный и гетерогенный захват. Равновесное и

неравновесное распределение примесей при кристаллизации. Эффективные коэффициенты распределения. Концентрационное переохлаждение. Секториальное и зонарное строение кристаллов. Дислокации как источники слоев роста. Формирование двойников. Дефекты упаковки. Границы блоков. Температурные напряжения. Гетерогенные включения маточной среды и посторонних частиц.

Общая характеристика методов искусственного получения кристаллов. PTX-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. Расплавы-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 100oC). 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.

10. РЕНТГЕНОГРАФИЯ МИНЕРАЛОВ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

Физические основы рентгенографии кристаллов. Открытие и свойства рентгеновских лучей. Сплошной и характеристический спектры. Рентгеновские трубки. Поглощение рентгеновских лучей и выбор рентгеновского излучения. Применение фильтров для монохроматизации рентгеновских лучей.

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

Подходы к решению задач в процессе рентгенографического исследования минералов. Применение рентгенографии для исследования микронапряжений в кристаллах и определения размеров частиц в образце.

Прецизионное определение параметров элементарных ячеек. Причины небольших изменений параметров элементарной ячейки. Влияние примесей на изменение параметров. Установление связи параметр - состав. Зависимость изменения параметров ячейки от условий кристаллизации. Линейный регрессионный анализ изменений параметров.

Определение состава и структурных особенностей минералов по рентгенографическим данным (отношение S/As в арсенопирите и его типоморфная роль; оценка содержания различных металлов в пирротине; изоморфизм в кварце и его петрогенетическое значение и др.). Исследование изоморфизма, полиморфизма и политипии в минералах (на примере представителей глин и полевых шпатов) и его петрогенетическое значение.

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”).
Количественный фазовый анализ. Факторы, влияющие на соотношение интенсивностей рефлексов в полифазном образце. Определение соотношения фаз в двухкомпонентной смеси.
Применение рентгеновской дифракции для решения современных проблем структурной минералогии: а) кристаллохимической систематики минералов; б) изучения структурных перестроек в глубинных геосферах; в) исследования важнейших явлений в реальной структуре минералов - изоморфизма, полиморфизма, политипии, модуляции и др.

11. 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 с величиной 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 пироэлектрики, сегнетоэлектрики, антисегнетоэлектрики. Симметрия полярных кристаллов. Связь полупроводниковых свойств с кристаллической структурой.
Сверхпроводимость кристаллов. Структурные особенности оксидных сверхпроводников нового поколения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.
Основные проблемы и главные задачи современной минералогии и кристаллографии: (а) изучение закономерностей сонахождения минералов в природе как научной основы для расширения минерально-сырьевой базы страны; (б) исследования состава, структуры и свойств минералов и кристаллов синтетических соединений с целью наиболее рационального и комплексного использования их в различных областях техники и промышленности; (в) изучение и охрана уникальных по научной ценности минеральных месторождений России; (г) создание новых кристаллических материалов на основе минералогических данных.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Не предусмотрено.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

В соответствии с требованиями реализации образовательных программ аспирантуры СПбГУ экзамен принимает государственная экзаменационная комиссия, утвержденная в установленном порядке

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный персонал должен иметь образование в соответствии с квалификационными требованиями.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные учебные аудитории и стандартно оборудованный компьютерный класс для самостоятельной работы.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Не предусмотрено

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Стандартные требования к перечню и объему расходных материалов.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 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 C., 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.

3.4.2 Список дополнительной литературы

Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, 1977. 327с.
Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М.: Недра, 1976. 344с.
Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия. М.: Мир, 1987. 592с.
Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. СПб: Изд. СПбГУ. 1995. 260с.
Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. М.: Недра, 1981. 237с.
Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. 647с.
Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1979. 275с.
Джонс М.П. Прикладная минералогия. М.: Недра, 1991. 391с.
Жабин А.Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1975. 339с.

Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб: Наука, 1997. 532с.
Кораго А.А. Введение в биоминералогию. СПб, Недра, 1992. 280с.
Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов. М.: Наука, 1973. 288с.
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. 318с.
Минералогическая энциклопедия. / Под ред. К.Фрей. / Англю перевод под ред. А.Г. Булаха и В.Г. Кривовичеваю Л.: Недра. 1985. 512с.
Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М. Геоинформмарк, 2000, 296 с.
Пущаровский Д.Ю., Урусов В.С. Структурные типы минералов. МГУ, Москва, 1990.
Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М.: Недра, 1986. 272с.
Типоморфизм минералов. / Под ред. Л.В. Чернышевой. М.: Недра, 1989. 560с.
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. 381p.
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. 448p.
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. 349p.
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. 460pp
Strunz H., Nickel E.H. Mineralogical tables. Ninth Edition. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller): Stuttgart, 2001. 870 p.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Электронные ресурсы на сайте Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ http://www.library.spbu.ru;

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
В.Г.Кривовичев	Д. г.-м. н.	профессор		328-94-81
С.В. Кривовичев	Д. г.-м. н.	профессор		350-66-88, 350-17-78