Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

Кафедра геологии и природопользования
Кафедра физического материаловедения и лазерных технологий

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллография, минералогия

Основной образовательной программы по специальности 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

Благовещенск 2012

УМКД разработан докт. физ.-мат. наук, проф. Астаповой Е. С.

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры геологии и природопользования
Протокол заседания кафедры от « 02 » июня 2012 г. № 10
Зав. кафедрой _____ Т. В. Кезина

УТВЕРЖДЕН
Протокол заседания УМСС 130301.65 Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых от « 02 » июня 2012 г. № 8
Председатель УМСС_____ Т. В. Кезина

Содержание

I. Рабочая программа дисциплины 4
II. Краткое изложение программного материала 37
2.1. Краткое изложение программного материала лекционных занятий 37
2.2. Краткое изложение программного материала практических занятий 58
2.3. Краткое изложение программного материала лабораторных занятий 80
III. Методические указания 94
3.1. Методические указания для преподавателя 94
3.2. Методические указания для студентов 95
3.3. Методические указания к практическим занятиям 96
3.4. Методические указания к лабораторным занятиям 96
3.5. Методические указания к курсовой работе 96
3.6. Методические указания к контрольной работе 97
3.7. Методические указания к самостоятельной работе студентов 97
IV. Контроль знаний 97
4.1. Текущий контроль знаний 97
4.2. Итоговый контроль знаний 100
V. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе 100

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Кристаллография, минералогия

Специальность ***130301.65 Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых***

Квалификация выпускника ***горный инженер***

Курс ***2*** Семестр ***3, 4***

Лекции	Семестр 3	***18*** (час.)	Зачет	- ***3 семестр***
	Семестр 4	***30*** (час.)	Экзамен	- ***4 семестр***

Практические (семинарские) занятия	Семестр 3	***18*** (час.)
	Семестр 4	***16*** (час.)
Лабораторные занятия	Семестр 3	***18*** (час.)
	Семестр 4	***14*** (час)
Курсовая работа	Семестр 3	
Самостоятельная работа	Семестр 3	121 (час.)

Общая трудоемкость дисциплины ***235*** (час.)

Составитель ***Е. С. Астапова профессор, докт. физ.-мат. наук***

Факультет ***инженерно - физический***
Кафедра ***геологии и природопользования, физического материаловедения и лазерных технологий***

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Кристаллография, минералогия» является изучение теоретических основ кристаллографии и минералогии с использованием лабораторных занятий, раскрытие связи между структурой и свойствами, условиями образования минералов и получение в итоге фундаментального образования, направленного на получение современного естественнонаучного мировоззрения.

Задачи дисциплины:

1. изучение основных особенностей кристаллических веществ и их свойств, освоение основных идей, исходных положений и определений строения кристаллов, изучение кристаллических структур, изучение симметрии кристаллов, точечных и пространственных групп, принципов плотнейшей упаковки,
2. приобретение знаний о простых формах и символах граней кристаллов,
3. приобретение практических навыков работы с кристаллами, овладение приемами грамотного описания внешней формы и внутреннего строения кристаллов,
4. изучение химического состава и структуры минералов, морфологии минералов и минеральных агрегатов,
5. изучение физических, в том числе диагностических свойств минералов, их происхождения и изменения,
6. изучение принципов современной классификации минералов,
7. изучение классов, подклассов, групп минералов, минеральных видов и разновидностей с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования и нахождения в природе и их использования,
8. изучение природных минеральных ассоциаций магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальных ассоциаций, а также ассоциаций гипергенного и метаморфического процессов, явлений типоморфизма.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО:

Дисциплина «Кристаллография, минералогия» относится к циклу СД.02 - Дисциплины специальности (СД.Ф.2.)

Для освоения дисциплины «Кристаллография, минералогия» необходимо знать:

1) физику,
2) химию,
3) общую геологию,
4) математику.

Изучение дисциплины «Кристаллография, минералогия» необходимо для дальнейшего усвоения дисциплин: «Основы учения о полезных ископаемых», «Петрография магматических и метаморфических пород, петрология», «Литология», «Формационный анализ».

3. ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При освоении дисциплины «Кристаллография, минералогия» студенты должны получить знания по следующим вопросам: «Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии; основные законы внутреннего строения кристаллов, главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов; физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества; главнейшие особенности роста кристаллов

в лабораториях, заводских и природных условиях; химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов, сульфидов, окислов и гидроокислов, силикатов, солей, кислородных кислот и галогенидов; генезис и парагенезис; парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования» (Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, утвержденный 3 марта 2000г., регистрационный номер 3-тех/дс).

В результате освоения дисциплины «Кристаллография, минералогия» студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:**

основные понятия, закономерности кристаллографии и минералогии,

основные особенности кристаллических веществ и их свойства,

простые формы и символы граней кристаллов,

основы геометрической кристаллографии, микрокристаллографии, теории симметрии, кристаллооптики, кристаллохимии, генетической кристаллографии, морфологии кристаллов, гониометрии,

минеральные виды, диагностические признаки минералов, группы, классы минералов,

условия образования минералов и их нахождение в природе,

минеральные ассоциации различных геологических процессов, явления типоморфизма.

2) **Уметь:**

грамотно описывать внешнюю форму и структуру минералов на основе знаний по точечной и пространственной симметрии и фундаментальных законов кристаллографии,

диагностировать основные минеральные виды,

уметь решать кристаллографические задачи, строить сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции кристаллов,

применять полученные знания при решении кристаллографических задач и описании ассоциаций минералов.

3) **Владеть**:

методами проектирования кристаллов;

методами описания симметрии и простых форм кристаллов;

методами диагностики минералов,

современной классификацией минералов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Кристаллография, минералогия» составляет 235 часов, из них: 114 часов аудиторных (в т. ч. 48 часов лекций, 34 часа практических (семинарских) занятий, 32 часа лабораторных работ), 121 час самостоятельной работы студентов, курсовая работа, зачет, экзамен (в т.ч. 91 час. сам. работа, 30 час. КСР).

№ п/п	Модуль дисциплины	Виды учебной работы				Формы текущего контроля Форма промежуточной аттестации
		Лекции (час.)	Практические занятия (час.)	Лабораторные раб. (час.)	СРС (час.)	
Семестр 3						
1	Раздел I. **Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии** (модули 1,2).	8	8	8	28 (в т.ч.	Контроль посещения аудиторных

	Модуль 1. «Предмет кристаллографии, минералогии. Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. **Основные законы внутреннего строения кристаллов**». 1.1. Фундаментальные законы кристаллографии и краткая историческая справка развития. 1.2. Операции и элементы симметрии конечных фигур. 1.3. Категории, сингонии, ячейки Браве. 1.4. Законы Вейса, Гаюи, индексы Миллера, Вейса.				21 сам. работа, 7 КСР)	занятий студентами. Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Подготовка к зачету
2	Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования». 2.1. Методы проектирования кристаллов. 2.2. Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису. Группы с единичными направлениями. 2.3. Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений. Два способа вывода групп без единичных направлений. 2.4. Морфология кристаллов. Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний. 2.5. 230 пространственных групп. Зачет	10	10	10	30 (в т.ч. 23 сам. р., 7 КСР)	Контроль посещения аудиторных занятий студентами. Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Курсовая работа. Подготовка к зачету. Зачет
Семестр 4						
3	Раздел II. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.** (модули 3,4). Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. **Главнейшие типы кристаллических структур и их**	18	10	10	36 (в т.ч. 27 сам. р.. 9 КСР)	Контроль посещения аудиторных занятий студентами. Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Подготовка к экзамену.

	связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования» 3.1. Предмет минералогии. Основные понятия, исторические этапы развития. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Физические свойства минералов, диагностика. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм). Изоморфизм. Твердые растворы и их распад. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Понятие о процессах минералообразования. Распространенность минералов в земной коре и мантии. 3.2. Современная классификация минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов. Общая характеристика и условия образования в природе. **Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов,** металлов, полуметаллов, неметаллов. 3.3. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов.** Сложные минеральные смеси - лимониты, бокситы. 3.4. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов.** Карбонаты. Нитраты. Сульфаты. Фосфаты, арсенаты и ванадаты. 3.5. **Химический состав, структура,**					

	формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот. Вольфраматы, молибдаты и хроматы. Бораты. 3.6. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.** Современное преставление о структурных типах силикатов. Представление о алюмо-, боро-, берилло-, титано- и цирконосиликатах. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов. Островные силикаты. 3.7. Цепочечные силикаты. Ленточные силикаты. 3.8. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. 3.9. Каркасные силикаты. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты.					
4	Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов». 4.1. **Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.** Современные представления о генезисе минералов. Главные генетические типы минералообразующих процессов. Биосфера. Роль живого вещества в процессах минералообразования. Магматические минеральные ассоциации. Дифференциация магмы при ее остывании. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, апатита. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений. 4.2. Понятие о карбонатитах.	12	6	4	27 (в т.ч. 20 сам. р., 7 КСР)	Контроль посещения аудиторных занятий студентами. Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Контрольная работа. Подготовка к экзамену. Экзамен.

	Минеральные ассоциации пегматитов. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах Ферсмана. Изменение состава последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях. Роль метасоматических процессов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Типы структур и текстур; генетическая характеристика главных зон. 4.3. Гидротермальные минеральные ассоциации. Главнейшие минеральные ассоциациии в сульфидных рудных жилах. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубинностью образования. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс). 4.4. Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов. 4.5. Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Зональность зоны окисления и ее причины. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Латеритный тип выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. 4.6. Минеральные ассоциации метаморфических образований. Метаморфогенные фации. 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, месторождения асбеста, талька и других, их генетическая характеристика. Экзамен					

5 . СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 ЛЕКЦИИ

Семестр 3 **Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии** (модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

1.1. Предмет кристаллографии, минералогии. Исторические сведения. К. Рентген, М. Лауэ, У.Г. Брегг, У.Л. Предмет кристаллографии. Основные понятия. Макроскопические признаки кристаллических веществ: однородность, анизотропия, огранка, симметрия. Исторические сведения. Работы И. Кеплера, В. Дависсона. Основание кристаллографии как науки. Работы Н. Стенона, М. Ломоносова, Роме де Лиля. Закон постоянства углов. Геометрическая кристаллография. Опыты Э. Бартолина. Открытие эффекта двупреломления. Кристаллооптика. Кристаллофизика. Х. Гюйгенс. Рене Ж. Гаюи. Закон рациональности отношений параметров. И. Гессель. Х. С. Вейс. Закон поясов. Зональная кристаллография. О. Браве. 14 типов ячеек, 32 группы симметрии. Теория симметрии. А. Гадолин. Вывод 32 кристаллографических групп. Геометрическая макрокристаллография. Е. Федоров, А. Шенфлис. 230 пространственных групп симметрии. Геометрическая микрокристаллография. В. Рентген. Открытие рентгеновских лучей. М. Лауэ. Явление дифракции рентгеновских лучей. У. Брегг, Г. Вульф. Метод рентгеноструктурного анализа. Нобелевские премии 1901, 1914, 1915 гг. Н. В. Белов. Теория плотнейшей упаковки. Кристаллохимия. Периоды зарождения и развития кристаллографии: предыстория (до конца XVII в.), становление кристаллографии как науки (конец XVII в.– начало XIX в.), развитие классической кристаллографии (начало XIX в. – начало XX в.), современный период (с начала XX в.). Труды академика Н.В.Белова.

1.2. Симметрия. Операции и элементы симметрии конечных фигур. Элементы симметрии I и II рода, конгруэнтно равные и энантиоморфные фигуры. Поворотные оси симметрии, элементарный угол поворота, порядок оси. Основной закон симметрии – отсутствие осей 5-го и выше 6-го порядков. Обозначение элементов симметрии в символике Бравэ. Неэквивалентные и эквивалентные одноименные элементы симметрии в символике Бравэ. Зеркальная плоскость симметрии. Центр инверсии (центр симметрии). Зеркальные и инверсионные оси симметрии. Правила взаимодействия операций симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Осевая теорема Эйлера. Математическая справка из теории групп. Понятие группы. Групповые аксиомы. Взаимодействие элементов симметрии – групповое умножение. Точечная группа симметрии – совокупность операций симметрии (на примере группы $L_3 3L_2$).

1.3. Понятие категории, сингонии в кристаллографии. Обозначения групп в различных номенклатурах: примитивные, центральные, планальные, аксиальные,

планаксиальные, инверсионно-примитивные, инверсионно-планальные группы. Элементарная ячейка (ячейка Бравэ). 14 типов ячеек Бравэ.

1.4. Символы граней и ребер кристаллов. Основные законы геометрической кристаллографии. Индексы Вейса и Миллера. Индицирование. Закон Гаюи – закон рациональности отношений параметров. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат. Понятие «единичная грань», ее выбор в кристаллах разных сингоний. Символы ребер кристалла. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте. Связь между символами граней и ребер. Закон Вейса - закон зон. Метод развития зон.

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

2.1. Методы проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Закон постоянства углов (закон Н.Стенона) – основа гониометрии.

2.2. Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису. Группы с единичными направлениями. Группы без единичных направлений. Группы с единственной поворотной осью C_n , C_{nv} , C_{nh} . Группа с плоскостью безразличной ориентации C_s. Группы с побочными осями D_n , D_{nh} , D_{nd} , обоснование невозможности существования групп D_{nv}. Группы со сложными (зеркальными, инверсионными) осями симметрии S_n.

2.3. Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений. Группы T, O, T_d, T_h, O_h. Два способа вывода групп без единичных направлений.

2.4. Морфология кристаллов. Понятие «простая форма кристаллов». Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний. Классификация точечных групп симметрии по виду простых форм. Простые формы в группах с единичными направлениями. N-гонально-пирамидальные, ди-n-гонально-пирамидальные, n-гонально-бипирамидальные, трапецоэдрические, скаленоэдрические группы. Простые формы в группах без единичных направлений. Два способа вывода.

2.5. 230 пространственных групп. Трансляционные элементы симметрии. Специфические для бесконечной кристаллической структуры элементы симметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s. Плоскости скользящего отражения g: a, b, c. Клиноплоскости n и d . Винтовые оси n_s . Взаимодействие элементов микросимметрии. Симморфные и несимморфные группы. Гемисимморфные и асимморфные группы. Переход от пространственной группы к точечной.

<u>Семестр 4</u> Раздел II. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования** (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

3.1. Предмет минералогии. Основные понятия, исторические этапы развития. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. 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. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом, метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породо- и рудообразующие, акцессорные, редкие и вторичные. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов.

3.2. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов (химический состав с указанием формулы и важнейших примесей, особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе). **Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов,** металлов, полуметаллов, неметаллов. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, платина, поликсен, самородное железо, камасит, тэнит. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

3.3. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов, оксидов и гидроксидов.** 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, киноварь, пентландит, троилит, пирротин, никелин, антимонит, висмутин, аурипигмент, молибденит, реальгар, шмальтин, хлоантит. 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, якобсит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пирохлор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит). Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси - лимониты, бокситы.

3.4. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов.** Общая характеристика и условия образования в природе. Флюорит, криолит, галит, сильвин, кераргирит, карналит. 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, кутангорит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит, бастнезит, паризит, давсонит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонатрит, сода, трона. Нитраты. Общая характеристика и

условия образования в природе. Нитронатрит, нитрокалит. 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, купоросы (эпсомит, мелантерит, халькантит), калиевые квасцы. 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, миметезит, ванадинит. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты: вивианит, эритрин, аннабергит, скородит, бирюза, минералы группы урановых слюдок (отенит, торбернит, карнотит, тюямунит).

3.5. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот.** 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: котоит, ашарит, людвигит, иньоит, бура. Цепочечные бораты: колеманит, гидроборацит, улексит, пандермит. Каркасные бораты: борацит.

3.6. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.** Силикаты. Современное преставление о структурных типах силикатов. Представление о 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: фенакит, 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: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, сфен, 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, ортит, пьемонтит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

3.7. Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, пижонит, фассаит, минералы ряда диопсид-геденбергит, иохансенит, 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.

3.8. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Понятие о биопироболах. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диккит, 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,

тюрингит, шамозит, кеммерерит, кочубеит). Пренит, апофиллит. Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

3.9. 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, гиалофан), лейцит, поллуцит, 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, ломонтит, анальцим, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилолит, морденит.

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

4.1. **Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.** Современные представления о генезисе минералов. Главные генетические типы минералообразующих процессов - эндогенные (в том числе метаморфические) и экзогенные. Их краткая характеристика и связь с различными зонами земной коры. Биосфера. Роль живого вещества в процессах минералообразования. 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. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений.

4.2. Понятие о карбонатитах и различные представления об их генезисе. Минеральный состав, геохимические особенности и полезные ископаемые карбонатитов. Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие "пегматит" и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах Ферсмана. Изменение фазового состояния пегматитового расплава при его кристаллизации; понятие о "геофазах" А.Е. Ферсмана. 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; генетическая характеристика главных зон. Общая схема классификации гранитных пегматитов "чистой линии" по А.Е. Ферсману. Характерные минеральные ассоциации, структурно-текстурные особенности и отдельные типы гранитных пегматитов "чистой линии". Пегматиты "линии скрещения". Щелочные пегматиты - сиенитовые и нефелин-сиенитовые.

4.3. 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. Зональность в размещении разных типов гидротермальных месторождений. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях. Главнейшие минеральные ассоциациии в сульфидных рудных жилах. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубинностью образования. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

4.4. Контактово-метасоматические процессы. 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. Стадийность контактово-метасоматического процесса (по П.П. Пилипенко). Зональность контактово-метасоматических минеральных ассоциаций и связь зональности с подвижностью компонентов (по Д.С. Коржинскому). Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. 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 характерстика. Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями. Главнейшие полезные ископаемые в альбититах и грейзенах.

4.5. Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, опредяляющие характер гипергенных процессов. Условия и закономерности образования минералов при выветривании сульфидных минеральных ассоциаций. Зональность зоны окисления и ее причины. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Стадийное гидрохимическое выветривание минералов. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Профиль коры выветривания и характеристика минеральных ассоциаций в главных зонах на примере коры выветривания ультраосновных и глиноземистых пород. Латеритный тип выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Условия и порядок выделения минералов. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

4.6. Минеральные ассоциации метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Понятие о зонах глубинности. Метаморфогенные фации. Особенности структур и минеральных агрегатов при метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических местрождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд. "Альпийские" жилы, месторождения асбеста, талька и других, их генетическая характеристика.

5.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

<u>Семестр 3</u> Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии *(модули 1,2).*

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

1.1. Правила взаимодействия элементов симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Индицирование кристалла. Символы граней и ребер кристаллов. Индексы Вейса и Миллера.

1.2. Проектирование, изучение методов проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Сетка Вульфа. Координаты φ, ρ. **.**

1.3. Определение «единичной грани», ее выбор в кристаллах разных сингоний. Графический метод определения граней и ребер кристалла. Метод развития зон.

1.4. Преобразование индексов ребер кристалла. Вычисление матриц преобразования осей при различных заданиях координатных систем. Зависимость между старой (XYZ) и новой ($X'Y'Z'$) координатными системами, между старыми (hkl), [rst] и новыми (HKL), [RST] символами граней и ребер. Преобразование координатных осей. Преобразование индексов граней кристалла. узловых сеток.

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

2.1. Графические методы индицирования граней кристаллов и определение их геометрических констант. Метод развития зон. Определение геометрических констант кристалла. Определение позиции грани методом развития зон. Определение символов граней кристалла методом развития зон. Метод косинусов Вульфа. Определение выходов координатных осей триклинного кристалла и символов его граней методом косинусов Вульфа. Определение геометрических констант кристалла.

2.2 Определение позиций основных граней кристалла по его элементам. Построение проекций координатных граней. Определение положения единичной грани.

2.3. Вывод точечных групп симметрии с единичными направлениями с использованием символики Шенфлиса, точечных групп симметрии без единичных направлений.

2.4. Вывод симморфных пространственных групп *Pmmm, Cmmm, Immm, Fmmm* из точечной группы *mmm*, вывод несимморфных пространственных групп способом последовательной замены порождающих макроэлементов симметрии на микроэлементы.

2.5. Пространственные группы с примитивной, базоцентрированной, объемноцентрированной решетками Бравэ. Приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечным группам mmm (D2h), 222 (D). Построение графиков пространственных групп. Вывод простых форм в группах с единичным направлением: а) с одним особым направлением в группах Cn, Cnh, S2n, б) с особым направлением 2 или $\overline{2}$, перпендикулярным главному единичному направлению в группах Cnv, Dn, Dnv, Dnd. Вывод простых форм в группах без единичных направлений.

<u>Семестр 4</u> Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования *(модули 3,4).*

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

3.1. Морфологические признаки минералов и физические свойства минералов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секреции и др. Твердые и газово-жидкие включения в минералах. Псевдоморфозы. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** 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). Определение фазового состава минералов рентгеноструктурным методом. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Смешанослойные структуры. Аморфное состояние вещества. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. Современные методы исследования состава и структуры минералов.

3.2. Определение габитуса, простых форм минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов (химический состав с указанием формулы и важнейших примесей, особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе). **Главнейшие особенности роста кристаллов в природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов.** Минералы - самородные элементы, металлы, полуметаллы, неметаллы. Фазовый состав и простые формы сульфидов и их аналогов, оксидов и

гидроксидов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов.**

3.3. Определение и описание минералов галогенидов, карбонатов, нитратов, сульфатов. Определение и описание фосфатов, арсенатов и ванадатов, вольфраматов, молибдатов и хроматов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов, солей кислородных кислот.**

3.4. Определение и описание силикатов, алюмосиликатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.** Островные силикаты. Определение и описание цепочечных и ленточных силикатов.

3.5. Определение и описание слоистых силикатов и алюмосиликатов. Определение и описание каркасных силикатов и алюмосиликатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.**

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

4.1. Типичные магматические минеральные ассоциации. **Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.** Карбонатиты. Минеральные ассоциации пегматитов.

4.2. Гидротермальные минеральные ассоциации. Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.

4.3. Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, опредяляющие характер гипергенных процессов. Минеральные ассоциации метаморфических образований. Физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Минеральные ассоциации в метаморфических месторождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд и др.

5.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Семестр 3

Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии (модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

1.1. Макроскопические признаки кристаллических веществ: однородность, анизотропия, огранка, симметрия. Опыты по кристаллооптике с кристаллами исландского шпата. Явления иризации, опалесценции, двулучепреломления, флюоресценции.

1.2. Взаимодействие рентгеновских лучей с кристаллическими телами. Явления дифракции рентгеновских лучей, уравнение Брегга-Вульфа, рассеяние рентгеновских лучей на несовершенствах структуры, теория Кривоглаза. Рентгеновские камеры. Получение лауэграммы, дебаеграммы. Определение элементов симметрии.

1.3. Зональная кристаллография. Закон поясов. Закон рациональных отношений. Задания на проектирование минералов. Индексы Вейса, Миллера. Сетка Вульфа. Взаимодействие элементов симметрии в рамках теории групп и теории симметрии.

1.4. Моделирование простых форм минералов различных сингоний. Связь структуры со свойствами. Особенности штриховки на гранях кристаллов пирита.

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

2.1. Гониометрические построения. Методы проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Закон постоянства углов.

2.2. Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису. Группы с единичными направлениями.

2.3. Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений. Два способа вывода.

2.4. Морфологические исследования кристаллов. Простые формы в группах: N-гонально-пирамидальных, ди-n-гонально-пирамидальных, n-гонально-бипирамидальных, трапецоэдрических, скаленоэдрических.

2.5. Взаимодействие элементов микросимметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s, плоскости скользящего отражения *g: a, b, c, к*линоплоскости *n* и *d,* винтовые оси n_s. Симморфные и несимморфные группы. Гемисимморфные и асимморфные группы. Переход от пространственной группы к точечной.

<u>Семестр 4</u>

Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

3.1. Определение минералов по диагностическим признакам. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность и др. Шкала Мооса. Оптические свойства минералов.

3.2. Габитус. Простые формы кристаллов минералов различных сингоний. Описание простых форм кристаллов кварца, пиропа, гроссуляра, пирита, турмалина, топаза, сильвина и др. **Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.**

3.3. Связь свойств минералов со структурой на примере сильвина, графита, минералов группы слюд, пирита, гроссуляра и др. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов, самородных элементов, силикатов, сульфидов и др.**

3.4. Определение структурных характеристик минералов рентгеноструктурным методом. Межплоскостные расстояния, параметры ячейки Браве, сингония, категория.

3.5. Исследование минеральных шлифов. **Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.**

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

4.1. Рентгенофазовый анализ минералов. Непрерывгый ряд твердых растворов на примере минералов группы полевых шпатов. Фазовый анализ минералов в составе горных пород.

4.2. Анализ смешаннослойных структур минералов. Структурные особенности преобразований «цеолит-полевой шпат». Диаграммы состояния. Метод Стюарта-Райта.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

	Раздел (тема)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоем-кость в часах
1	Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии (модули 1,2). Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. **Основные законы внутреннего строения кристаллов**».	Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Подготовка к зачету.	28 (в т.ч. 21 час.сам. раб.. 7 час. КСР)
2	Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».	Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Выполнение курсовой работы. Подготовка к зачету.	30 (в т.ч. 23 час.сам. раб.. 7 час. КСР)
3	Раздел II. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования** (модули 3,4). Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. **Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов.** Классы, подклассы, группы минералов,	Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Подготовка к экзамену.	36 (в т.ч. 27 час.сам. раб.. 9 час. КСР)

	минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»		
4	Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».	Отчеты по лабораторным работам. Контролирующий тест по модулю. Контрольная работа. Подготовка к экзамену.	27 (в т.ч. 20 час.сам. раб.. 7 час. КСР)

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Кристаллография, минералогия» применяются классические методы и технологии, в том числе интерактивные технологии: метод заданий, метод дебатов, метод презентации информации. Лекции проводятся с использованием мультимедийного оборудования. Каждая лекции сопровождается показом лекционных демонстраций (видеосюжетов).

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы данных, справочных физико-химических характеристик материалов.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1 Контролирующий тест

Контролирующий тест проводится по темам соответствующих модулей. В каждом тесте 5 заданий. Тест выполняется в письменном виде на практическом занятии. Тест выявляет теоретические знания, практические умения и аналитические способности студентов.

8.2 Лабораторные работы

В третьем семестре предполагается выполнение 9 лабораторных работ, в четвертом семестре – 7 лабораторных работ. Лабораторная работа засчитывается при условии безошибочного выполнения, письменного оформления и устной защиты.

8.3. Курсовая работа.

Курсовая работа выполняется в третьем семестре, задание по курсовой работе студенты получают в начале третьего семестра, курсовая работа должна содержать эксперимент по фазовому определению минералов, оформлена письменно в виде научной работы, содержащей введение, главу с обзором литературных источников, оригинальную часть с экспериментом, анализом, расчетами, заключительную часть с выводами и библиографический список. Защита курсовой работы производится студентом в устной форме в виде презентации в конце третьего семестра.

8.4 Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в конце четвертого семестра по материалам 3 и 4 модулей**.** В контрольной работе содержится три задания: одно теоретическое и два практических на определение неизвестного минерала. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

8.5. Подготовка к зачету

производится студентом самостоятельно на протяжении всего 3 семестра по модулям 1 и 2.

8.6. Подготовка к экзамену

производится студентом самостоятельно на протяжении всего 4 семестра по модулям 3 и 4.

8.7 Подготовка конспектов по темам на самостоятельное изучение

Задания для самостоятельной работы

На самостоятельную работу отводится 121 час., в том числе 91 час. на сам. работу студентов и 30 час. на контроль самостоятельной работы.

Семестр 3

Раздел I. **Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии** (модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

1.1. Изучение понятий, фундаментальных законов кристаллографии.

1.2. Самостоятельное изучение истории развития кристаллографии по периодам: период зарождения и развития кристаллографии - предыстория (до конца XVII в.), становление кристаллографии как науки (конец XVII в.– начало XIX в.), развитие классической кристаллографии (начало XIX в. – начало XX в.), современный период (с начала XX в.).

1.3. Изучение операций и элементов симметрии конечных фигур. Элементы симметрии I и II рода, конгруэнтно равные и энантиоморфные фигуры. Поворотные оси симметрии, элементарный угол поворота, порядок оси.

1.4. Изучение фундаментальных законов кристаллографии, основной закон симметрии – отсутствие осей 5-го и выше 6-го порядков.

1.5. Изучение символики Браве, обозначение элементов симметрии в символике Бравэ. Неэквивалентные и эквивалентные одноименные элементы симметрии в символике Бравэ. Зеркальная плоскость симметрии. Центр инверсии (центр симметрии). Зеркальные и инверсионные оси симметрии.

1.6. Изучение символик Шенфлиса, Германа-Могена. Достоинства и недостатки каждой символики.

1.7. Изучение правил взаимодействия операций симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп.

1.8. Изучение осевой теоремы Эйлера. Изучение аксиом теории групп. Понятие группы. Взаимодействие элементов симметрии – групповое умножение. Точечная группа симметрии – совокупность операций симметрии (на примере группы $L_3 3L_2$).

1.9. Изучение понятий категории, сингонии. Обозначения групп в различных номенклатурах: примитивные, центральные, планальные, аксиальные, планаксиальные, инверсионно-примитивные, инверсионно-планальные группы.

1.10. Изучение элементарных ячеек (ячеек Бравэ). 14 типов ячеек Бравэ.

1.11. Изучение символов граней и ребер кристаллов. Основные законы геометрической кристаллографии. Индексы Вейса и Миллера. Индицирование.

1.12. Изучение закона Гаюи – закона рациональности отношений параметров. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат.

1.13. Изучение правил выбора единичной грани в кристаллах разных сингоний. Символы ребер кристалла. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте. Связь между символами граней и ребер. Закон Вейса - закон зон. Метод развития зон.

1.14. Изучение матричного представления операций симметрии.

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

2.1. Изучение методов проектирования кристаллов. Закон постоянства углов (закон Н.Стенона) – основа гониометрии.

2.2. Изучение методов сферического, стереографического проектирования.

2.3. Изучение методов гномонических, гномостереографических проекций.

2.4. Изучение точечных групп симметрии. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису.

2.5. Вывод групп с единичными направлениями. Группы с единственной поворотной осью C_n, C_{nv}, C_{nh}. Группа с плоскостью безразличной ориентации C_s.

2.6. Вывод групп без единичных направлений. Группы с побочными осями D_n, D_{nh}, D_{nd}, обоснование нвозможности существования групп D_{nv}. Группы со сложными (зеркальными, инверсионными) осями симметрии S_n.

2.7. Вывод групп без единичных направлений. Группы T, O, T_d, T_h, O_h. Два способа вывода групп без единичных направлений.

2.8. Изучение морфологии кристаллов. Понятие «простая форма кристаллов». Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний.

2.9. Изучение классификации точечных групп симметрии по виду простых форм. Простые формы в группах с единичными направлениями. N-гонально-пирамидальные, ди-n-гонально-пирамидальные, n-гонально-бипирамидальные, трапецоэдрические, скаленоэдрические группы.

2.10. Изучение простых форм в группах без единичных направлений.

2.11. Изучение основ микросимметрии. Трансляционные элементы симметрии.

2.12. Изучение специфических для бесконечной кристаллической структуры элементов симметрии: плоскости скользящего отражения g и винтовой оси n_s. Плоскости скользящего отражения ***g: a, b, c.*** Клиноплоскости ***n*** и ***d*** . Винтовые оси n_s .

2.13. Изучение взаимодействия элементов микросимметрии. Симморфные и несимморфные группы.

2.14. Изучение гемисимморфных и асимморфных групп.

2.15. Переход от пространственной группы к точечной.

<u>Семестр 4</u>

Раздел II. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования** (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

3.1. Изучение основных понятий и задач минералогии. Понятие о минерале. Основные этапы истории развития минералогии. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. 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.

3.2. Изучение изоморфизма. Типы изоморфных замещений. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. **Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов,** металлов, полуметаллов, неметаллов. Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом, метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породо- и рудообразующие, акцессорные, редкие и вторичные. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов.

3.3. Изучение принципов, лежащих в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов (химический состав с указанием формулы и важнейших примесей, особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе).

3.4. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов.** Изучение самородных элементов. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, платина, поликсен, самородное железо, камасит, тэнит. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

3.5. Изучение сульфидов и их аналогов. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов. Простые сульфиды и их аналоги: аргентит, акантит, халькозин, галенит, сфалерит, киноварь, пентландит, троилит, пирротин, никелин, антимонит, висмутин, аурипигмент, молибденит, реальгар, шмальтин, хлоантит. 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.

3.6. Изучение оксидов и гидроксидов. 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, якобсит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пирохлор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит). Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси - лимониты, бокситы.

3.7. Изучение галогенидов, карбонатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов.** Общая характеристика и условия образования в природе. Флюорит, криолит, галит, сильвин, кераргирит, карналит. 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, кутангорит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит, бастнезит, паризит, давсонит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонатрит, сода, трона. **Химический**

состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот.

3.8. Изучение нитратов, сульфатов. Общая характеристика и условия образования в природе. Нитронатрит, нитрокалит. 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, купоросы (эпсомит, мелантерит, халькантит), калиевые квасцы.

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

3.10. Изучение вольфраматов, молибдатов и хроматов 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: котоит, ашарит, людвигит, иньоит, бура. Цепочечные бораты: колеманит, гидроборацит, улексит, пандермит. Каркасные бораты: борацит.

3.11. Изучение силикатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.** Современное преставление о структурных типах силикатов. Представление о 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: фенакит, 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: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, сфен, хлоритоид.

3.12. Изучение островных силикатов со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты) и добавочными анионами: ильваит, каламин, лампрофиллит. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы: цоизит, эпидот, ортит, пьемонтит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

3.13. Изучение цепочечных силикатов. Общая характеристика и условия образования в природе. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клинофферросилит, пижонит, фассаит, минералы ряда диопсид-геденбергит, иохансенит, авгит, омфацит, эгирин, жадеит, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит.

3.14. Изучение ленточных силикатов. 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.

3.15. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Понятие о биопироболах. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диккит,

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, тюрингит, шамозит, кеммерерит, кочубеит). Пренит, апофиллит.

3.16. Изучение каркасных силикатов. 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, гиалофан), лейцит, поллуцит, нефелин.

3.17. Изучение каркасных алюмо- и бериллосиликатов с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит-мариалит), канкринит, содалит, лазурит, минералы группы гельвина (гельвин, даналит, гентгельвин).

3.18. Изучение водосодержащих каркасных алюмосиликатов без добавочных анионов (цеолиты): натролит, ломонтит, анальцим, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилолит, морденит.

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

4.1. Изучение современного представления о генезисе минералов. **Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.** Главные генетические типы минералообразующих процессов - эндогенные (в том числе метаморфические) и экзогенные. Их краткая характеристика и связь с различными зонами земной коры. Биосфера. Роль живого вещества в процессах минералообразования. 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.

4.2. Изучение общих схем 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. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений.

4.3. Изучение понятия о карбонатитах и различных представлений об их генезисе. Минеральный состав, геохимические особенности и полезные ископаемые карбонатитов.

4.4. Изучение минеральных ассоциаций пегматитов. Понятие "пегматит" и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах Ферсмана. Изменение фазового состояния пегматитового расплава при его кристаллизации; понятие о "геофазах" А.Е. Ферсмана. 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; генетическая характеристика главных зон. Общая схема классификации гранитных пегматитов "чистой линии" по А.Е. Ферсману. Характерные минеральные ассоциации, структурно-текстурные особенности и отдельные типы гранитных пегматитов "чистой линии". Пегматиты "линии скрещения". Щелочные пегматиты - сиенитовые и нефелин-сиенитовые.

4.5. Изучение гидротермальных минеральных ассоциаций. 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. Зональность в размещении разных типов гидротермальных месторождений.

4.6. Изучение типичных минеральных ассоциаций в гидротермальных образованиях. Главнейшие минеральные ассоциациии в сульфидных рудных жилах. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубинностью образования. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

4.7. Изучение контактово-метасоматических процессов. 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. Стадийность контактово-метасоматического процесса (по П.П. Пилипенко). Зональность контактово-метасоматических минеральных ассоциаций и связь зональности с подвижностью компонентов (по Д.С. Коржинскому).

4.8. Изучение образования минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. 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 характерстика. Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями. Главнейшие полезные ископаемые в альбититах и грейзенах.

4.9. Изучение минеральных ассоциаций гипергенных процессов. Общие условия и факторы, опредяляющие характер гипергенных процессов. Условия и закономерности образования минералов при выветривании сульфидных минеральных ассоциаций. Зональность зоны окисления и ее причины. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Стадийное гидрохимическое выветривание минералов. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Профиль коры выветривания и характеристика минеральных ассоциаций в главных зонах на примере коры выветривания ультраосновных и глиноземистых пород.

4.10. Изучение латеритного типа выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Условия и порядок выделения минералов. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

4.11. Изучение минеральных ассоциаций метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Понятие о зонах глубинности. Метаморфогенные фации. Особенности структур и минеральных агрегатов при метаморфизме.

4.12. Изучение типичных минеральных ассоциаций в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических местрождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд.

4.13. Изучение «Альпийских» жил, месторождений асбеста, талька и других, их генетическая характеристика.

8.7. Зачет

8.7.1. Критерии зачетной оценки

При определении оценки знаний студентов во время зачета преподаватели руководствуются следующими критериями:

К сдаче зачета допускаются студенты, посетившие лекционные занятия данного курса и выполнившие все лабораторные работы 1 и 2 модулей, успешно написавшие тест, выполнившие курсовую работу и защитившие её. При наличии пропусков темы

пропущенных занятий должны быть отработаны. Программные вопросы к зачету доводятся до сведения студентов в начале третьего семестра.

При определении итоговой оценки знаний студента учитывается активность и текущая успеваемость студента в течение семестра по данному предмету.

Оценка «зачет» - ставится при 70 - 100 % правильных ответах на зачете и наличии выполненных заданий.

Безупречным считается ответ, в котором правильно, ясно и подробно изложен теоретический материал по теоретическим вопросам и правильно (без единой погрешности) решены задачи с необходимыми пояснениями. Студент получает зачет при следующих соотношениях выполнения заданий билета:

при безупречном выполнении заданий билета;

при правильных ответах на теоретические вопросы и решении задач с небольшими недочетами (погрешностями);

при спорности выставления зачета беседа ведется по конспекту лекций.

В остальных случаях задание считается невыполненным и зачет не выставляется.

8.7.2. Вопросы к зачету.

1. Предмет кристаллографии. Основные понятия. Макроскопические признаки кристаллических веществ.
2. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии.
3. Исторические сведения. Периоды зарождения и развития кристаллографии: предыстория (до конца XVII в.), становление кристаллографии как науки (конец XVII в.– начало XIX в.), развитие классической кристаллографии (начало XIX в. – начало XX в.), современный период (с начала XX в.).
4. Основные законы внутреннего строения кристаллов.
5. Операции и элементы симметрии конечных фигур. Элементы симметрии I и II рода, конгруэнтно равные и энантиоморфные фигуры.
6. Основной закон симметрии.
7. Правила взаимодействия операций симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Осевая теорема Эйлера.
8. Математическая справка из теории групп. Понятие группы. Групповые аксиомы. Взаимодействие элементов симметрии – групповое умножение. Точечная группа симметрии – совокупность операций симметрии (на примере группы $L_3 3L_2$).
9. Методы проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции.
10. Закон постоянства углов (закон Н.Стенона) – основа гониометрии.
11. Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена.
12. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису.
13. Группы с единичными направлениями.
14. Группы без единичных направлений.
15. Группы с единственной поворотной осью C_n, C_{nv}, C_{nh}.
16. Группа с плоскостью безразличной ориентации C_s.
17. Группы с побочными осями D_n, D_{nh}, D_{nd}, обоснование невозможности существования групп D_{nv}.
18. Группы со сложными (зеркальными, инверсионными) осями симметрии S_n.
19. Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений. Группы T, O, T_d, T_h, O_h. Два способа вывода групп без единичных направлений.
20. Понятие категории, сингонии в кристаллографии.
21. Обозначения групп в различных номенклатурах: примитивные, центральные, планальные, аксиальные, планаксиальные, инверсионно-примитивные, инверсионно-планальные группы.

22. Элементарная ячейка (ячейка Бравэ). 14 типов ячеек Бравэ.

23. Символы граней и ребер кристаллов. Основные законы геометрической кристаллографии.

24. Индексы Вейса и Миллера. Индицирование. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат.

25. Закон Гаюи – закон рациональности отношений параметров.

26. Понятие «единичная грань», ее выбор в кристаллах разных сингоний.

27. Символы ребер кристалла. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте. Связь между символами граней и ребер.

28. Закон Вейса - закон зон. Метод развития зон.

29. Морфология кристаллов. Понятие «простая форма кристаллов».

30. Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний.

31. Классификация точечных групп симметрии по виду простых форм. Простые формы в группах с единичными направлениями. N-гонально-пирамидальные, ди-n-гонально-пирамидальные, n-гонально-бипирамидальные, трапецоэдрические, скаленоэдрические группы.

32. Простые формы в группах без единичных направлений. Два способа вывода.

33. 230 пространственных групп.

34. Трансляционные элементы симметрии.

35. Специфические для бесконечной кристаллической структуры элементы симметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s.

36. Плоскости скользящего отражения ***g: a, b, c.***

37. Клиноплоскости ***n*** и ***d*** .

38. Винтовые оси $\boldsymbol{n_s}$.

39. Взаимодействие элементов микросимметрии.

40. Симморфные и несимморфные группы.

41. Гемисимморфные и асимморфные группы.

42. Переход от пространственной группы к точечной.

43. Индицирование кристалла.

44. Символы граней и ребер кристаллов, связь между ними.

45. Индексы Вейса и Миллера.

46. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат.

47. Понятие «единичная грань», ее выбор в кристаллах разных сингоний.

48. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте.

49. Графический метод определения граней и ребер кристалла - метод развития зон.

50. Зависимость между старой (XYZ) и новой ($X^{'}Y^{'}Z^{'}$) координатными системами, между старыми (hkl), [rst] и новыми (HKL), [RST] символами граней и ребер. Преобразование координатных осей. Преобразование индексов граней кристалла. узловых сеток. Преобразование индексов ребер кристалла. Вычисление матриц преобразования осей при различных заданиях координатных систем.

51. Графические методы индицирования граней кристаллов и определение их геометрических констант. Метод развития зон. Определение геометрических констант кристалла. Определение позиции грани методом развития зон. Определение символов граней кристалла методом развития зон.

52. Метод косинусов Вульфа. Определение выходов координатных осей триклинного кристалла и символов его граней методом косинусов Вульфа.

53. Определение геометрических констант кристалла.

54. Определение позиций основных граней кристалла по его элементам. Построение проекций координатных граней. Определение положения единичной грани.

55. Преобразование координатного репера от четырехосной установки гексагонального кристалла к установке Миллера.

56. Вывод симморфных пространственных групп ***Pmmm, Cmmm, Immm, Fmmm*** из точечной группы ***mmm***.

57. Вывод несимморфных пространственных групп способом последовательной замены порождающих макроэлементов симметрии на микроэлементы.

58. Вывод групп ***Pmma, Pbam, Pbca***, … из группы ***Pmmm***; групп ***Cmma, Cmca, Ccca*** из группы ***Cmmm***.

59. Вывод пространственных групп, подчиненных точечной группе ***mm2*** (C_{2v}).

60. Пространственные группы с примитивной, базоцентрированной, объемноцентрированной решетками Бравэ.

61. Приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечным группам ***mmm*** (D_{2h}), ***222 (D)***. Построение графиков пространственных групп.

62. Вывод простых форм в группах с единичным направлением: а) с одним особым направлением в группах C_n, C_{nh}, S_{2n},

63. Вывод простых форм в группах с единичным направлением: б) с особым направлением 2 или $\bar{2}$, перпендикулярным главному единичному направлению в группах C_{nv}, D_n, D_{nv}, D_{nd}.

64. Вывод простых форм в группах без единичных направлений. Простые формы ***{hkl}*** – производные гексаэдра..

65. Вывод простых форм в группах без единичных направлений. Простые формы ***{hhl} (h>l)***– производные октаэдра (тетраэдра).

66. Вывод простых форм в группах без единичных направлений. Простые формы ***{hll} (h>l)***– производные октаэдра (тетраэдра) и гексаэдра.

67. Общие простые формы кубической сингонии для групп $m\bar{3}m$, $\bar{4}3m$, $m\bar{3}$, 432, 23.

8.8. Экзамен.

8.8.1. Критерии экзаменационной оценки

К сдаче экзамена допускаются студенты, посетившие лекционные занятия данного курса, выполнившие все лабораторные работы модулей 3 и 4 и успешно написавшие тесты и контрольную работу. При наличии пропусков темы пропущенных занятий должны быть отработаны. Программные вопросы к экзамену доводятся до сведения студентов в начале четвертого семестра.

Каждый билет содержит два теоретических вопроса и один практический на диагностику трёх минералов.

При определении итоговой оценки знаний студента учитывается активность и текущая успеваемость студента в течение семестра по данному предмету.

Безупречным считается ответ, в котором правильно, ясно и подробно изложен теоретический материал по теоретическим вопросам и правильно (без единой погрешности) выполнены практические задания с необходимыми пояснениями.

Ответ оценивается на «отлично»

при безупречном выполнении заданий билета;

при правильных ответах на теоретические вопросы и выполнении практических заданий.

Ответ оценивается на «хорошо»

при полном выполнении заданий билета;

при правильных ответах на теоретические вопросы и выполнении практических заданий с незначительными неточностями, исправленными в устной беседе.

Ответ оценивается на «удовлетворительно»

при выполнении заданий билета, при кратких пояснениях каждого пункта билета;

при правильных ответах на теоретические вопросы и выполнении практических заданий с неточностями;

Ответ оценивается на «неудовлетворительно»

при невыполнении заданий билета

или при кратких пояснениях каждого пункта билета со значительными ошибками;

при правильных ответах на теоретические вопросы и невыполнении практических заданий.

8.8.2. Экзаменационные вопросы

1. Предмет минералогии. Понятие о минерале. Основные этапы истории развития минералогии. Связь минералогии с другими науками. Основные направления в современной минералогии. Научное и практическое значение современной минералогии.
2. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов.
3. Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.
4. Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секреции и др. Твердые и газово-жидкие включения в минералах. Псевдоморфозы. Понятие об онтогении минералов.
5. 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.
6. 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.
7. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов.
8. Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.
9. Изоморфизм. Типы изоморфных замещений. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Расчет химических формул минералов. Изображение многокомпонентных систем на плоскости.
10. Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом, метасоматическом, гипергенном.
11. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породо- и рудообразующие, акцессорные, редкие и вторичные.
12. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов.
13. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности.
14. Самородные элементы. Общая характеристика и условия образования в природе. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов,

15. Металлы: медь, серебро, золото, платина, поликсен, самородное железо, камасит, тэнит.

16. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут.

17. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

18. Сульфиды и их аналоги. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов. Простые сульфиды и их аналоги: аргентит, акантит, халькозин, галенит, сфалерит, киноварь, пентландит, троилит, пирротин, никелин, антимонит, висмутин, аурипигмент, молибденит, реальгар, шмальтин, хлоантит.

19. Двойные сульфиды: халькопирит, станнин, борнит, ковеллин. Дисульфиды и их аналоги: пирит, кобальтин, марказит, арсенопирит.

20. Сложные сульфиды и их аналоги: блеклые руды, пираргирит, прустит, буланжерит, джемсонит.

21. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки оксидов и гидроксидов**.** Оксиды и гидроксиды. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики оксидов и гидроксидов.

22. Простые оксиды: куприт, периклаз, вюстит, корунд, гематит, рутил, брукит, анатаз, касситерит, пиролюзит, уранинит, минералы группы кремнезема (кварц, тридимит, кристобалит, коэсит, стишовит, опал).

23. Сложные оксиды: хризоберилл, минералы группы шпинели (шпинель, герцинит, ганит, магнетит, магнезиоферрит, якобсит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пирохлор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит).

24. Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси - лимониты, бокситы, вады.

25. Галогениды. Общая характеристика и условия образования в природе. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов. Флюорит, криолит, галит, сильвин, кераргирит, карналит.

26. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот.

27. 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, кутангорит.

28. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит, бастнезит, паризит, давсонит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонатрит, сода, трона.

29. Нитраты. Общая характеристика и условия образования в природе. Нитронатрит, нитрокалит.

30. Сульфаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Сульфаты без дополнительных анионов и кристаллизационной воды: барит, целестин, англезит, ангидрит, тенардит.

31. Сульфаты с дополнительными анионами: алунит, ярозит, брошантит. Сульфаты с кристаллизационной водой: гипс, мирабилит, купоросы (эпсомит, мелантерит, халькантит), калиевые квасцы.

32. Фосфаты, арсенаты и ванадаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

33. Безводные фосфаты без дополнительных анионов: ксенотим, монацит.

34. Безводные фосфаты, арсенаты и ванадаты с дополнительными анионами: апатит, пироморфит, миметезит, ванадинит.

35. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты: вивианит, эритрин, аннабергит, скородит, бирюза, минералы группы урановых слюдок (отенит, торбернит, карнотит, тюямунит).

36. Вольфраматы, молибдаты и хроматы Общая характеристика и условия образования в природе.

37. Шеелит, повеллит, вульфенит, минералы группы вольфрамита (гюбнерит-ферберит), ферримолибдит, крокоит.

38. Бораты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы анионных группировок и классификация боратов. Общая характеристика и условия образования в природе.

39. Островные бораты: котоит, ашарит, людвигит, иньоит, бура.

40. Цепочечные бораты: колеманит, гидроборацит, улексит, пандермит.

41. Каркасные бораты: борацит.

42. Силикаты. Современное преставление о структурных типах силикатов. Представление о алюмо-, боро-, берилло-, титано- и цирконосиликатах. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.

43. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов.

44. Островные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами без добавочных анионов: фенакит, виллемит, минералы группы оливина (изоморфные ряды форстерит-фаялит-тефроит).

45. Минералы группы гранатов (пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит, Ti- и Zr- содержащие гранаты - меланит, шорломит, кимцеит; гидрогранаты), циркон, торит, коффинит.

46. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, сфен, хлоритоид.

47. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты) и добавочными анионами: ильваит, каламин, лампрофиллит.

48. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы: цоизит, эпидот, ортит, пьемонтит, везувиан.

49. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

50. Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция.

51. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, пижонит, фассаит.

52. Минералы ряда диопсид-геденбергит, иохансенит, авгит, омфацит, эгирин, жадеит, сподумен.

53. Пироксеноиды: волластонит, родонит.

54. Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Подходы к современной классификации амфиболов.

55. Ромбические амфиболы: антофиллит, жедрит. Моноклинные амфиболы: минералы ряда тремолит-актинолит, роговые обманки; амфиболовые асбесты.

56. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Понятие о биопироболах.

57. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диккит, накрит, галлуазит, минералы группы серпентина (антигорит, лизардит, хризотил).

58. Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, парагонит, флогопит, биотит, лепидомелан, лепидолит, циннвальдит), хрупкие слюды (маргарит), гидрослюды (гидромусковит, вермикулит, глауконит), монтмориллонит, нонтронит, сапонит.

59. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (пеннин, клинохлор, прохлорит, тюрингит, шамозит, кеммерерит, кочубеит). Пренит, апофиллит.

60. Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

61. 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, гиалофан), лейцит, поллуцит, нефелин.

62. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит-мариалит), канкринит, содалит, лазурит, минералы группы гельвина (гельвин, даналит, гентгельвин).

63. Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, ломонтит, анальцим, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилолит, морденит.

64. Природные ассоциации минералов. Современные представления о генезисе минералов. Главные генетические типы минералообразующих процессов - эндогенные (в том числе метаморфические) и экзогенные. Их краткая характеристика и связь с различными зонами земной коры. Биосфера. Роль живого вещества в процессах минералообразования.

65. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.

66. 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.

67. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы.

68. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, апатита.

69. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений.

70. Понятие о карбонатитах и различяные представления об их генезисе. Минеральный состав, геохимические особенности и полезные ископаемые карбонатитов.

71. Минеральные ассоциации пегматитов. Попятие "пегматит" и общая характеристика пегматитового процесса. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах Ферсмана. Изменени фазового состояния пегматитового расплава при его кристаллизации; понятие о "геофазах" А.Е. Ферсмана.

72. Роль летучих при образовании пегматитов. Температурная градуировка пегматитового процесса. Изменение состава последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях.

73. Роль метасоматических процессов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Типы структур и текстур; генетическая характеристика главных зон. Общая схема классификации гранитных пегматитов "чистой линии" по А.Е. Ферсману.

74. Характерные минеральные ассоциации, структурно-текстурные особенности и отдельные типы гранитных пегматитов "чистой линии".

75. Пегматиты "линии скрещения". Щелочные пегматиты - сиенитовые и нефелин-сиенитовые.

76. 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.

77. Зональность в размещении разных типов гидротермальных месторождений. Типичные минеральные ассоциаци в гидротермальных образованиях.

78. Главнейшие минеральные ассоциациии в сульфидных рудных жилах. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубинностью образования.

79. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

80. Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово- метасоматических процессов минералообразования. Роль летучих, надкритических растворов и гидротермальных процессов.

81. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Стадийность контактово-метасоматического процесса (по П.П. Пилипенко).

82. Зональность контактово-метасоматических минеральных ассоциаций и связь зональности с подвижностью компонентов (по Д.С. Коржинскому). Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках.

83. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.

84. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов. Понятия "альбитит" и "грейзен". Физико-химические условия образования. Геохимическая и минералогическая характерстика. Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями. Главнейшие полезные ископаемые в альбититах и грейзенах.

85. Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, опредяляющие характер гипергенных процессов. Условия и закономерности образования минералов при выветривании сульфидных минеральных ассоциаций. Зональность зоны окисления и ее причины.

86. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений.

87. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Стадийное гидрохимическое выветривание минералов. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Профиль коры выветривания и характеристика минеральных ассоциаций в главных зонах на примере коры выветривания ультраосновных и глиноземистых пород.

88. Латеритный тип выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках.

89. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Условия и порядок выделения минералов. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

90. Минеральные ассоциации метаморфических образований. Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Понятие о зонах глубинности. Метаморфогенные фации.

91. Особенности структур и минеральных агрегатов при метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических местрождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд. "Альпийские" жилы, месторождения асбеста, талька и других, их генетическая характеристика.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Кристаллография, минералогия»

а) основная литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии: учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 111 с.

б) дополнительная литература:

1. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.
2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
5. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.
6. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
7. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
8. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://193.49.43.4/dif/icsd/	База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database
2	http://www.iqlib.ru	Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания.
3	http://window.edu.ru/	Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование
4	http:/geo.web.ru/db/section_page	Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П.

г) периодические издания:

- Доклады Академии Наук. Периодическое издание.
- Записки Всероссийского минералогического общества. Периодическое издание.
- Известия ВУЗов. Геология и разведка. Периодическое издание.
- Известия Академии Наук. Периодическое издание. Периодическое издание.
- Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Периодическое издание.
- Реферативный журнал. Геология. Периодическое издание.
- Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование лабораторий, ауд.	Основное оборудование
1	Учебный корпус № 8, музей минералогии и петрографии (ауд. 108)	Коллекции минералов и горных пород. Микроскопы. Комплект ТСО Видеопроектор Epson Мультимедийный проектор-03г Ноутбук Пентиум 100-03г.
1	Корпус № 1, ауд. 113 (лаборатория рентгеноструктурного анализа)	Банк рентгенометрических данных.
2	Корпус № 1, ауд. 113 (лаборатория рентгеноструктурного анализа)	Рентгеновский дифрактометр общего назначения ДРОН-3М

II. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. Краткое изложение программного материала лекционных занятий

Лекционный материал излагается в двух разделах в виде четырёх модулей:

Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии (модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов»

Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии (семестр 3, модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов»

Тема 1.1.
Предмет кристаллографии, минералогии. Фундаментальные законы кристаллографии и краткая историческая справка развития

План лекции:

1. Предмет кристаллографии, минералогии. Основные понятия.
2. Краткая историческая справка. Этапы развития.
3. Связь кристаллографии, минералогии, кристаллохимии, кристаллофизики.
4. Фундаментальные законы.

Цель: получение знаний о предмете кристаллографии, минералогии, основных понятиях и законах и исторических этапах развития.

Задачи:

1. Формирование представления о четырёх исторических этапах развития.
2. Усвоение основных понятий дисциплины.
3. Знакомство с основными законами.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Предмет кристаллографии, минералогии. Исторические сведения. К. Рентген, М. Лауэ, У.Г. Брегг, У.Л. Предмет кристаллографии. Основные понятия. Макроскопические признаки кристаллических веществ: однородность, анизотропия, огранка, симметрия. Исторические сведения. Работы И. Кеплера, В. Дависсона. Основание кристаллографии как науки. Работы Н. Стенона, М. Ломоносова, Роме де Лиля. Закон постоянства углов. Геометрическая кристаллография. Опыты Э. Бартолина. Открытие эффекта двупреломления. Кристаллооптика. Кристаллофизика. Х. Гюйгенс. Рене Ж. Гаюи. Закон рациональности отношений параметров. И. Гессель. Х. С. Вейс. Закон поясов. Зональная кристаллография. О. Браве. 14 типов ячеек, 32 группы симметрии. Теория симметрии. А. Гадолин. Вывод 32 кристаллографических групп. Геометрическая макрокристаллография. Е. Федоров, А. Шенфлис. 230 пространственных групп симметрии. Геометрическая микрокристаллография. В. Рентген. Открытие рентгеновских лучей. М. Лауэ. Явление дифракции рентгеновских лучей. У. Брегг, Г. Вульф. Метод рентгеноструктурного анализа. Нобелевские премии 1901, 1914, 1915 гг. Н. В. Белов. Теория плотнейшей упаковки. Кристаллохимия. Минералогия. Периоды зарождения и развития кристаллографии: предыстория (до конца XVII в.), становление кристаллографии как науки (конец XVII в.– начало XIX в.), развитие классической кристаллографии (начало XIX в. – начало XX в.), современный период (с начала XX в.). Труды академика Н.В.Белова.

Литература:

1.Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2.Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

3. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

4.Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

5.Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с.

Тема 1.2.
Симметрия. Операции и элементы симметрии конечных фигур, правила их взаимодействия. Основной закон симметрии.

План лекции:

1. Элементы симметрии I и II рода.
2. Основной закон симметрии.
3. Осевая теорема Эйлера.

4. Понятие группы. Групповые аксиомы.

5. Точечная группа симметрии – совокупность операций симметрии.

6. Правила взаимодействия операций симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп

Цель: получение знаний об элементах симметрии, основном законе симметрии, точечных группах симметрии.

Задачи:

1. Формирование представления о конгруэнтно равных и энантиоморфных фигурах.

2. Усвоение основного закона симметрии.

3. Изучение простых и сложных осей и их взаимодействия с элементами симметрии.

4. Знакомство с символикой Бравэ.

5. Изучение элементов симметрии: центра инверсии и зеркальной плоскости симметрии.

6. Изучение теорем Эйлера и групповых аксиом.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Симметрия. Операции и элементы симметрии конечных фигур. Элементы симметрии I и II рода, конгруэнтно равные и энантиоморфные фигуры. Поворотные оси симметрии, элементарный угол поворота, порядок оси. Основной закон симметрии – отсутствие осей 5-го и выше 6-го порядков. Обозначение элементов симметрии в символике Бравэ. Неэквивалентные и эквивалентные одноименные элементы симметрии в символике Бравэ. Зеркальная плоскость симметрии. Центр инверсии (центр симметрии). Зеркальные и инверсионные оси симметрии. Правила взаимодействия операций симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Осевая теорема Эйлера. Математическая справка из теории групп. Понятие группы. Групповые аксиомы. Взаимодействие элементов симметрии – групповое умножение. Точечная группа симметрии – совокупность операций симметрии (на примере группы $L_3 3L_2$).

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

3. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

4. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

5. .Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с. 1.2.

6. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 1.3.
Понятие категории, сингонии, группы, элементарной ячейки.

План лекции:

1. Понятие категории, сингонии в кристаллографии, минералогии.

2. Понятие группы, обозначение групп.

3. Типы ячеек Бравэ.

Цель: получение знаний об основных понятиях кристаллографии, минералогии и типах элементарных ячеек.

Задачи:

1. Формирование представления о характеристической и элементарной ячейках.

2. Изучение типов ячеек Бравэ.

3. Усвоение классификации групп по набору элементов симметрии.

4. Приобретение навыков описания различных точечных групп в различных номенклатурах.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Понятие категории, сингонии в кристаллографии, минералогии. Обозначения групп в различных номенклатурах: примитивные, центральные, планальные, аксиальные, планаксиальные, инверсионно-примитивные, инверсионно-планальные группы. Элементарная ячейка (ячейка Бравэ). 14 типов ячеек Бравэ.

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

3. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

4. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

5. .Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с. 1.2.

6. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 1.4
Основные законы геометрической кристаллографии. Индицирование. Законы Вейса, Гаюи, индексы Миллера, Вейса.

План лекции:

1. Индексы Вейса и Миллера.
2. Закон Гаюи.
3. Выбор координатных осей в различных сингониях.
4. Закон Вейса.
5. Метод развития зон.

Цель: получение знаний о законах геометрической кристаллографии, методах индицирования и развития зон.

Задачи:

1. Усвоение математического описания положения и графического изображения граней.

2. Изучение правил выбора координатных осей для описания кристаллов высшей, средней, низшей категорий.

3. Формирование пространственного воображения об особенностях координатной системы тригональной и гексагональной сингоний.

4. Освоение процедуры индицирования вершин, рёбер и граней кристаллов.

5. Изучение правил выбора единичной грани.

6. Усвоение метода развития зон.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Символы граней и ребер кристаллов. Основные законы геометрической кристаллографии. Индексы Вейса и Миллера. Индицирование. Закон Гаюи – закон рациональности отношений параметров. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат. Понятие «единичная грань», ее выбор в кристаллах разных сингоний. Символы ребер кристалла. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте. Связь между символами граней и ребер. Закон Вейса - закон зон. Метод развития зон.

Литература:

1. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с
2. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
3. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
4. .Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с. 1.2.
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database http://193.49.43.4/dif/icsd/

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования»

Тема 2.1.

Методы проектирования кристаллов

План лекции:

1. Сферическая проекция.
2. Стереографическая проекция.
3. Гномоническая проекция.
4. Гномостереографическая проекция.
5. Основной закон гониометрии.

Цель: получение знаний о проектировании кристаллов.

Задачи:

1. Формирование представления о типах проекций, применяемых для описания кристаллов минералов.
2. Усвоение закона Стенона.
3. Приобретение навыков построения проекций.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Методы проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Закон постоянства углов (закон Н.Стенона) – основа гониометрии.

Литература:

1. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с
2. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
3. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
4. .Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 72 с. 1.2.
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 2.2.

Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису.

План лекции:

1. Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Основные понятия.

2. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису:

а) группы с единичными направлениями (подробно),

б) группы без единичных направлений (общие положения).

Цель: получение знаний о точечных группах симметрии и номенклатурах, используемых в кристаллографии и минералогии.

Задачи:

1. Формирование представления о двух способах вывода точечных групп.

2. Формирование умений вывода точечных групп в символике Шенфлиса.

3. Усвоение математических алгоритмов вывода групп.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Вывод точечных групп (группы с единственной поворотной осью $\boldsymbol{C_n}$, $\boldsymbol{C_{nv}}$, $\boldsymbol{C_{nh}}$; группа с плоскостью безразличной ориентации $\boldsymbol{C_s}$; группы с побочными осями $\boldsymbol{D_n}$, $\boldsymbol{D_{nh}}$, $\boldsymbol{D_{nd}}$; обоснование невозможности существования групп D_{nv}; группы со сложными (зеркальными, инверсионными) осями симметрии S_n).

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики [Текст] : учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

3. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

4. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. http:/geo.web.ru/db/section_page

5. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.

6. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

Тема 2.3.
Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений.

План лекции:

1. Группы T, O, T_d , T_h , O_h.

2. Два способа вывода групп без единичных направлений.

Цель: получение знаний о группах кубической сингонии и алгоритмах их вывода.

Задачи:

1. Формирование представления о группах кубической сингонии.

2. Овладение алгоритмами вывода пяти групп: T, O, T_d , T_h , O_h.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Варианты вывода точечных групп симметрии кубической сингонии, преимущества и недостатки приёмов вывода от простого к сложному и наоборот.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики [Текст] : учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

3. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

4. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. http:/geo.web.ru/db/section_page

5. Доклады Академии наук
6. Известия вузов. Физика.
7. Вестник Амурского государственного университета

Тема 2.4.

Морфология кристаллов.

Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний.

План лекции:

1. Морфология кристаллов. Понятие «простая форма кристаллов».
2. Вывод простых форм кристаллов в группах разных сингоний.

а) классификация точечных групп симметрии по виду простых форм;

б) простые формы в группах с единичными направлениями.

в) простые формы в группах без единичных направлений. Два способа вывода.

Цель: получение знаний о простых формах кристаллов различных сингоний, приобретение навыков вывода простых форм, возможных в каждой точечной группе.

Задачи:

1. Усвоение основных понятий морфологии кристалла.
2. Усвоение теоретического материала по простым формам.
3. Приобретение умений вывода простых форм в кристаллах любой сингонии.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Простые формы в N-гонально-пирамидальных, ди-n-гонально-пирамидальных, n-гонально-бипирамидальных, трапецоэдрических, скаленоэдрических групп.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
2. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики [Текст] : учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
3. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

Тема 2.5.

230 пространственных групп.

План лекции:

1. Специфические для бесконечной кристаллической структуры элементы симметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s
2. Плоскости скользящего отражения и клиноплоскости.
3. Винтовые оси.
4. Симморфные и несимморфные группы. Гемисимморфные и асимморфные группы

Цель: получение знаний о фёдоровских группах симметрии, их классификации и взаимодействии элементов микросимметрии.

Задачи:

1. Формирование представления о пространственных группах симметрии.
2. Усвоение основных элементов симметрии пространственных групп.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Специфические для бесконечной кристаллической структуры элементы симметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s. Плоскости скользящего отражения ***g: a, b, c.*** Клиноплоскости ***n*** и ***d*** . Винтовые оси $\boldsymbol{n_s}$. Взаимодействие элементов микросимметрии. Симморфные и несимморфные группы. Гемисимморфные и асимморфные группы. Переход от пространственной группы к точечной.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики [Текст] : учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

3. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

4. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования

(семестр 4, модули 3,4)

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

Тема 3.1.

Предмет минералогии. Этапы развития. Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества. Типоморфизм, изоморфизм, полиморфизм, политипия. Понятие о процессах минералообразования. Распространенность минералов в земной коре и мантии.

План лекции:

1. Предмет минералогии. Основные понятия.
2. Исторические этапы развития.
3. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.**
4., Диагностика минералов. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм).
5. Изоморфизм, явления распада в твердых растворах.
6. Полиморфизм. Политипия.
7. Процессы минералообразования. Распространенность минералов в земной коре и мантии

Цель: получение знаний о предмете минералогии, основных понятиях, явлениях и процессах минералообразования.

Задачи:

1. Усвоение предмета, понятий основных и явлений минералогии.
2. Изучение физических свойств кристаллов и их зависимости от внутренней структуры вещества.
3. Формирование навыков диагностики минералов.
4. Знакомство с процессами минералообразования и распространенностью минералов в земной коре и мантии.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Предмет минералогии. Основные понятия, исторические этапы развития. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. 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. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом, метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породо- и рудообразующие, акцессорные, редкие и вторичные. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
3. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
4. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
5. Известия вузов. Физика. Периодическое издание.

Тема 3.2.

Классификация минералов. Процедура описания минералов. Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов, металлов, полуметаллов, неметаллов.

План лекции:

1. Современная классификация минералов. Принципы.
2. Главнейшие особенности роста кристаллов.
3. Процедура описания минералов.
4. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов.
5. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки металлов и полуметаллов.
6. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки неметаллов.

Цель: получение знаний о главнейших особенностях роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях; о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках самородных элементов, металлов, полуметаллов, неметаллов.

Задачи:

1. Усвоение принципов современной классификации минералов.
2. Знакомство с минеральными видами и разновидностями.
3. Изучение особенностей роста кристаллов искусственных и природных условиях.
4. Изучение **самородных элементов,** металлов, полуметаллов, неметаллов.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов (химический состав с указанием формулы и важнейших примесей, особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе). **Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов,** металлов, полуметаллов, неметаллов. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, платина, поликсен, самородное железо, камасит, тэнит. Полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Неметаллы: алмаз, графит, лонсдейлит, сера.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.3.
Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов, оксидов и гидроксидов.

План лекции:

1. Сульфиды и их аналоги.
2. Оксиды простые и сложные и гидроксиды.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках сульфидов, оксидов и гидроксидов.

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики сульфидов, оксидов и гидроксидов.
2. Изучение химического состава и форм выделения сульфидов, оксидов и гидроксидов.
3. Изучение физических свойств и генетических признаков сульфидов, оксидов и гидроксидов

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов, оксидов и гидроксидов. 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, киноварь, пентландит, троилит, пирротин, никелин, антимонит, висмутин, аурипигмент, молибденит, реальгар, шмальтин, хлоантит. 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, якобсит, франклинит, титаномагнетит), ильменит, перовскит, минералы группы танталониобатов (пирохлор, колумбит, танталит, самарскит, эшинит). Гидроксиды: брусит, гидраргиллит, диаспор, бемит, гетит, лепидокрокит, манганит, псиломелан; сложные минеральные смеси - лимониты, бокситы.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.
3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.4.
Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов и солей кислородных кислот (карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов).

План лекции:

1. Галогениды.

2. Соли кислородных кислот: карбонаты, нитраты, сульфаты, фосфаты, арсенаты, ванадаты.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках галогенидов, солей кислородных кислот (карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики галогенидов и минералов - солей кислородных кислот.

2. Изучение химического состава и форм выделения галогенидов, солей кислородных кислот (карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов).

3. Изучение физических свойств и генетических признаков галогенидов, солей кислородных кислот (карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов).

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов. Общая характеристика и условия образования в природе. Флюорит, криолит, галит, сильвин, кераргирит, карналит. 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, кутангорит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит, бастнезит, паризит, давсонит. Карбонаты с кристаллизационной водой: термонатрит, сода, трона. Нитраты. Общая характеристика и

условия образования в природе. Нитронатрит, нитрокалит. 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, купоросы (эпсомит, мелантерит, халькантит), калиевые квасцы. 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, миметезит, ванадинит. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты: вивианит, эритрин, аннабергит, скородит, бирюза, минералы группы урановых слюдок (отенит, торбернит, карнотит, тюямунит).

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.5.
Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот.

План лекции:

1. Вольфраматы.
2. Молибдаты.
3. Хроматы.
4. Бораты.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках солей кислородных кислот (вольфраматов, молибдатов, хроматов, боратов).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики минералов - солей кислородных кислот.
2. Изучение химического состава и форм выделения минералов - солей кислородных кислот (вольфраматов, молибдатов, хроматов, боратов).
3. Изучение физических свойств и генетических признаков солей кислородных кислот (вольфраматов, молибдатов, хроматов, боратов).

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки солей кислородных кислот. 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: котоит, ашарит, людвигит, иньоит, бура. Цепочечные бораты: колеманит, гидроборацит, улексит, пандермит. Каркасные бораты: борацит.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.6.
Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.

План лекции:

1. Современное преставление о структурных типах силикатов.
2. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами без добавочных анионов.
3. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами.
4. Диортосиликаты.
5. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках силикатов (островные силикаты).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики минералов – островных силикатов.
2. Изучение химического состава и форм выделения минералов - силикатов.
3. Изучение физических свойств и генетических признаков силикатов.
4. Формирование представления об алюмо-, боро-, берилло-, титано- и цирконосиликатах.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов. Силикаты. Современное преставление о структурных типах силикатов. Представление о 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: фенакит, 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: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, сфен, 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, ортит, пьемонтит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.7.
Цепочечные и ленточные силикаты.

План лекции:

1. Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** цепочечные силикаты.

3. Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

4. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** ленточные силикаты.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках силикатов (цепочечные и ленточные силикаты).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики минералов – цепочечных и ленточных силикатов.

2. Изучение химического состава и форм выделения минералов – цепочечных силикатов.

3. Изучение физических свойств и генетических признаков ленточных силикатов.

4. Изучение химического состава и форм выделения минералов – цепочечных силикатов.

5. Изучение физических свойств и генетических признаков ленточных силикатов.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов; пироксеновая трапеция. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, пижонит, фассаит, минералы ряда диопсид-геденбергит, иохансенит, 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.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 3.8.
Слоистые силикаты и алюмосиликаты

План лекции:

1. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** слоистые силикаты и алюмосиликаты.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках силикатов (слоистые силикаты и алюмосиликаты).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики минералов – слоистых силикатов и алюмосиликатов.

2. Изучение химического состава и форм выделения минералов – слоистых силикатов.

3. Изучение физических свойств и генетических признаков слоистых силикатов.

4. Изучение химического состава и форм выделения минералов – слоистых алюмосиликатов.

5. Изучение физических свойств и генетических признаков слоистых алюмосиликатов.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Понятие о биопироболах. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, диккит, 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, тюрингит, шамозит, кеммерерит, кочубеит). Пренит, апофиллит. Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 3.9.
Каркасные силикаты. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты

План лекции:

1. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами.

3. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов.

Цель: Получение знаний о химическом составе, структуре, формах выделения, физических свойствах, генетических признаках силикатов (каркасные силикаты, каркасные алюмо- и бериллосиликаты).

Задачи:

1. Формирование навыков диагностики минералов – каркасных силикатов, каркасных алюмо- и бериллосиликатов.

2. Изучение химического состава и форм выделения минералов – каркасных алюмосиликатов без добавочных анионов.

3. Изучение физических свойств и генетических признаков каркасных алюмосиликатов без добавочных анионов.

4. Изучение химического состава и форм выделения минералов – каркасных алюмо- и бериллосиликатов с добавочными анионами.

5. Изучение физических свойств и генетических признаков каркасных алюмо- и бериллосиликатов с добавочными анионами.

6. Изучение химического состава и форм выделения минералов – водосодержащих каркасных алюмосиликатов без добавочных анионов.

7. Изучение физических свойств и генетических признаков водосодержащих каркасные алюмосиликатов без добавочных анионов.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

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, гиалофан), лейцит, поллуцит, 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, ломонтит, анальцим, шабазит, стильбит (=десмин), гейландит, клиноптилолит, морденит.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов»

Тема 4.1.
Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.

План лекции:

1. **Генезис и парагенезис**. Общие представления, определение понятий.

2. **Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования**.

3. Главные генетические типы минералообразующих процессов.

Цель: получение знаний о генезисе и парагенезисе, парагенетических ассоциациях минералов и их генетических признаках при разных условиях образования.

Задачи:

1. Знакомство современными представлениями о генезисе минералов.

2. Изучение п**арагенетических ассоциаций минералов и их генетических признаков при разных условиях образования**

3. Овладение умениями описания главных генетических типов минералообразующих процессов.

4. Формирование навыков описания типичных минеральных ассоциаций.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования. Современные представления о генезисе минералов. Главные генетические типы минералообразующих процессов. Биосфера. Роль живого вещества в процессах минералообразования. Магматические минеральные ассоциации. Дифференциация магмы при ее остывании. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, апатита. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
2. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.
3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 4.2.
Минеральные ассоциации карбонатитов, пегматитов.

План лекции:

1. Понятие о карбонатитах.
2. Пегматиты.

Цель: получение знаний о карбонатитах, пегматитах, метасоматических процессах.

Задачи:

1. Формирование навыков определения и описания минеральных ассоциаций пегматитов.
2. Усвоение основных понятий о карбонатитах.
3. Овладение умениями анализа процессов последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях.
4. Изучение различных типов структур и текстур.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Понятие о карбонатитах. Минеральные ассоциации пегматитов. Развитие учения о генезисе пегматитов в работах Ферсмана. Изменение состава последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях. Роль метасоматических процессов. Минеральный состав гранитных пегматитов. Типы структур и текстур; генетическая характеристика главных зон.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
3. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
5. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
7. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.
8. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 4.3.
Гидротермальные минеральные ассоциации.

План лекции:

1. Основные понятия.
2. Типы минеральных ассоциаций, связь с глубинностью образования.
3. Полезные ископаемые гидротермального генезиса.
4. Минеральные ассоциации рудных и безрудных гидротермальных образований.

Цель: получение знаний о гидротермальных минеральных ассоциациях, их типах, особенностях.

Задачи:

1. Формирование навыков описания минеральных ассоциаций в сульфидных рудных жилах.
2. Формирование навыков описания минеральных ассоциаций безрудных гидротермальных образований.
3. Усвоение связи между типами минеральных ассоциаций и глубинностью образования.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Гидротермальные минеральные ассоциации. Главнейшие минеральные ассоциации в сульфидных рудных жилах. Типы минеральных ассоциаций и их связь с глубинностью образования. Главнейшие полезные ископаемые гидротермального генезиса. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований (цеолитный процесс).

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.
9. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 4.4.
Контактово-метасоматические процессы минералообразования.

План лекции:

1. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов.
2. Минеральные ассоциации скарнов.
3. Минеральные ассоциации роговиков.
4. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.

Цель: получение знаний о контактово-метасоматических процессах, их типичных минеральных ассоциациях.

Задачи:

1. Формирование навыков описания минеральных ассоциаций скарнов, роговиков, альбититов и грейзенов.
2. Овладение умениями анализа гидротермальных изменений скарновых минералов.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
8. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 4.5.
Гипергенные процессы минералообразования.

План лекции:

1. Общая характеристика гипергенных процессов минералообразования.
2. Минеральные ассоциации гипергенных процессов.
3. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания.
4. Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках.
5. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации.

Цель: получение знаний о гипергенных процессах.

Задачи:

1. Формирование навыков описания минеральных ассоциаций гипергенных процессов.
2. Усвоение основных причин зональности зоны окисления.
3. Овладение знаниями и методами анализа минерального парагенезиса окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений.
4. Изучение процессов минералообразования в коре выветривания.
5. Овладение знаниями о минеральных ассоциациях россыпей.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Зональность зоны окисления и ее причины. Минеральный парагенезис окисления руд свинцово-цинковых и медных месторождений. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Латеритный тип выветривания (бокситизация). Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 4.6.
Метаморфические процессы минералообразования.

План лекции:

1. Общая характеристика метаморфических образований.
2. Типичные минеральные ассоциации в метаморфических породах.
3. Примеры минеральных ассоциаций в метаморфических месторождениях.

Цель: получение знаний о минеральных ассоциациях метаморфических пород, метаморфических месторождениях.

Задачи:

1. Формирование навыков описания минеральных ассоциаций метаморфических образований.
2. Усвоение особенностей структур и минеральных агрегатов при метаморфизме.

В лекции должны быть освещены следующие вопросы:

Минеральные ассоциации метаморфических образований. Метаморфогенные фации. Особенности структур и минеральных агрегатов при метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах. Примеры минеральной ассоциации в метаморфических местрождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, окисно-силикатных марганцевых руд. "Альпийские" жилы, месторождения асбеста, талька и др., их генетическая характеристика.

Литература:

1. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

3. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

4. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

5. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

2.2. Краткое изложение программного материала практических занятий

Программный материал практических занятий излагается в четырёх модулях:

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования».

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

Модули 1 и 2 относятся к разделу I «Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии», изучаемому в третьем семестре. Модули 3 и 4 относятся к разделу II «Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования», изучаемому в четвертом семестре.

Объёмы аудиторных часов, отводимых для освоения материалов по каждой теме, приведены в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Часы для самостоятельной работы студентов приведены в разделе 6 рабочей программы дисциплины.

Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии (модули 1,2).

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

Тема 1.1.

Задачи на правила взаимодействия элементов симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Задачи на индицирование.

<u>План занятия:</u>

1. Разбор типовых задач на правила взаимодействия элементов симметрии.

2. Задания на элементы симметрии I и II рода с конгруэнтно равными и энантиоморфными фигурами.

3. Задания на индицирование, связь между символами граней и ребер кристаллов.

<u>На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:</u>

1. Задачи на правила взаимодействия элементов симметрии и их использование при выводе 32 кристаллографических точечных групп. Элементы симметрии I и II рода, конгруэнтно равные и энантиоморфные фигуры. Поворотные оси симметрии, элементарный угол поворота, порядок оси. Задания на индицирование кристалла. Символы граней и ребер кристаллов.

<u>Учебно-методические материалы</u> приведены на следующей странице.

<u>Вопросы для обсуждения:</u>

1. Определите понятие «симметрия».
2. Что называется операцией симметрии?
3. Перечислите элементы симметрии и определите понятие каждого элемента.
4. Как классифицируются операции симметрии в зависимости от их характера?
5. Опишите элементы симметрии I и II рода.

6. Какие фигуры называются энантиоморфными, а какие – конгруэнтно равными?
7. Опишите поворотные оси симметрии.
8. Какие оси в кристаллографии являются запрещенными?
9. Приведите примеры решения задач на определение символов ребра по известным символам двух граней, пересекающихся по этому ребру.
10. Приведите примеры решения задач на определение символов грани по известным символам двух рёбер кристалла, принадлежащих этой грани.

Литература:

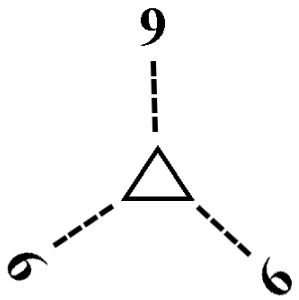
1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии: учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
3. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.
4. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
5. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

Учебно-методические материалы:

Элементы симметрии

I рода → Поворотные оси

II рода → Зеркальные плоскости Р

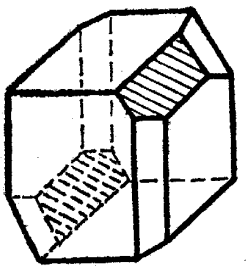


L_1, L_2, L_3, L_4, L_6
Конгруэнтные фигуры

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha}$$

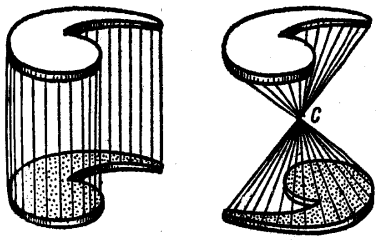
n – порядок оси,
α – элементарный угол поворота

Энантиаморфные фигуры



В кристалле аксинита единственный элемент симметрии – центр инверсии

6.



Отражение в зеркальной плоскости и инверсия (плоскость симметрии «свернулась» в точку)

Рис1. Элементы симметрии I и II рода.

Тема 1.2.
Задачи на проектирование,
Изучение методов проектирования кристаллов.

План занятия:

1. Построение сферических проекций элементов кристаллов и элементов симметрии.

2. Построение стереографических проекций элементов кристаллов и элементов симметрии.

3. Построение гномонических проекций элементов кристаллов и элементов симметрии.

4. Построение гномостереографических проекций элементов кристаллов и элементов симметрии.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Задачи на проектирование, изучение методов проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Использование сетки Вульфа в проектировании. Координаты φ, ρ.

Учебно-методические материалы приведены на рисунках 2, 3.

Вопросы для обсуждения:

1. Какой закон используется при проектировании кристаллов? Сформулируйте этот закон. Кто является его автором?
2. Какие типы проекций кристалла Вы знаете?
3. Какая задача является главной в проектировании кристаллов?
4. Как получить сферическую проекцию направления?
5. Какая градуировка принята для сферы?
6. Что является началом отсчета в сферической проекции?
7. Где расположены северный и южный полюсы проекции?
8. Какие величины являются сферическими координатами точки?
9. В каких интервалах могут меняться значения сферических координат?
10. Что является сферической проекцией плоскости?
11. Назовите два этапа построения стереографической проекции.
12. В чем заключается стереографический метод проектирования?
13. Что является стереографической проекцией направления?
14. В каком случае для наблюдения выбирается северный полюс проекции , в каком – южный?
15. Что является стереографической проекцией плоскости?
16. Назовите, что является гномостереографическими проекциями грани и ребра?

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии: учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

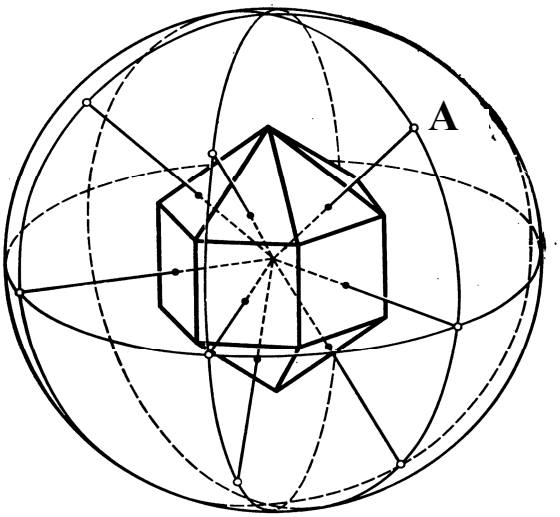
2. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

3. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.

4. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

5. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://193.49.43.4/dif/icsd/

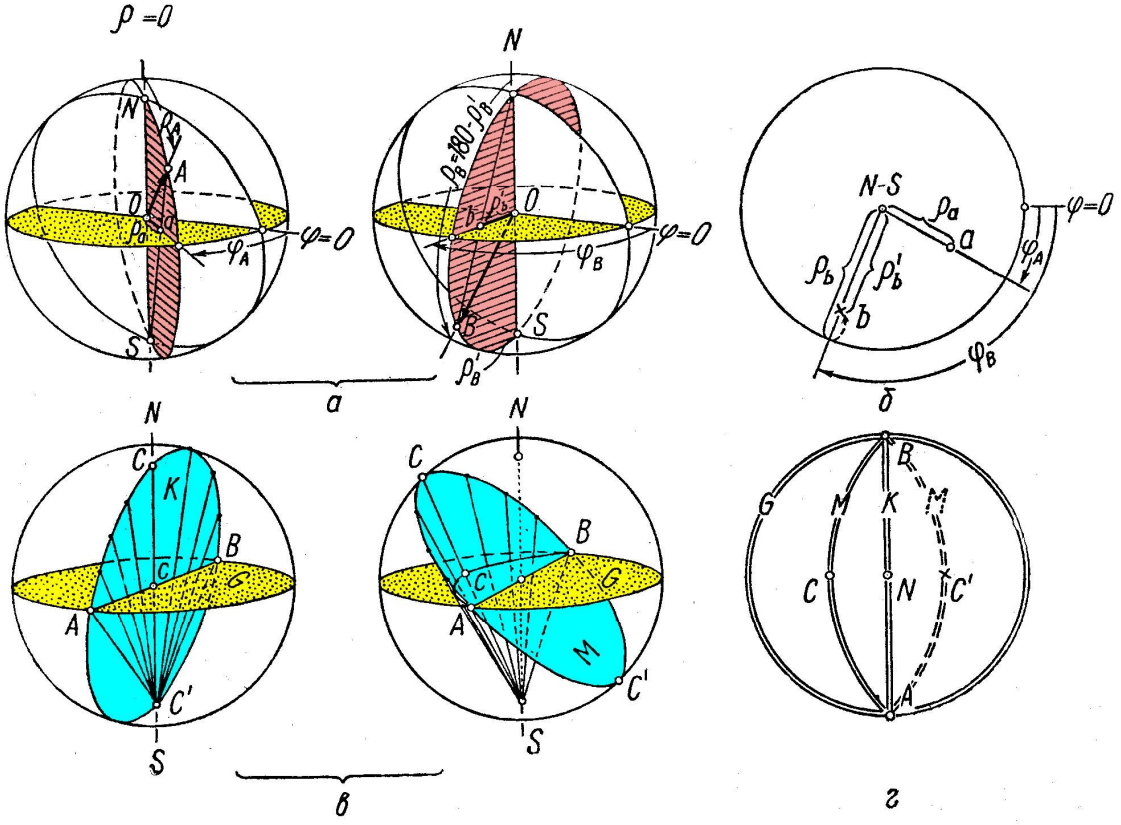


Угловые величины в неискаженном виде. Закон постоянства углов. А – сферический полюс направления . Координаты ρ, φ:

$0° \le \varphi \le 360°$

$0° \le \rho \le 180°$

Рис.2 . Сферическая проекция.



К методу стереографического проектирования:

а – построение сферической и стереографической проекций направлений: ρ < 90° (вектор А) и ρ > 90° (вектор В);

б – стереограмма направлений А и В;

в – построение сферической и стереографической проекций плоскости, проходящей через центр сферы проекций;

г – стереограмма таких плоскостей.

Рис.3. Стереографическая проекция.

Тема 1.3.

Задания на индицирование кристалла. Символы граней и ребер кристаллов.

План занятия:

1. Решение задач с использованием символов граней и ребер кристаллов.

3. Выбор единичной грани в кристаллах разных сингоний.

4. Графический метод определения граней и ребер кристалла - метод развития зон.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Задания на индицирование кристалла. Символы граней и ребер кристаллов. Индексы Вейса и Миллера. Четвертая ось в гексагональной кристаллографической системе координат. Понятие «единичная грань», ее выбор в кристаллах разных сингоний. Символы ребер кристалла. Уравнение плоскости в кристаллографическом варианте. Связь между символами граней и ребер. Графический метод определения граней и ребер кристалла - метод развития зон.

Учебно-методические материалы приведены на рисунках 4,5.

Вопросы для обсуждения:

1. Сформулируйте закон рациональности отношений параметров.
2. В чем заключается процесс индицирования?
3. Каким образом определяются индексы Вейса?
4. Дайте характеристику символам Миллера.
5. По каким правилам выбирается единичная грань в кристаллах низшей категории?
6. Почему в кристаллах гексагональной сингонии вводится дополнительный индекс для обозначения символа грани?
7. Охарактеризуйте положение единичной грани кристалла тетрагональной сингонии.
8. Почему единичная грань в кристаллах кубической сингонии отсекает по координатным осям равные отрезки?
9. Чем обусловлено возникновение координатного направления *OU* в гексагональной и тригональной сингониях?

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

3. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. Комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

4. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

Тема 1.4.

Преобразование координатных осей.

Преобразование индексов граней кристалла. узловых сеток.

Преобразование индексов ребер кристалла.

План занятия:

1. Зависимость между старой и новой координатными системами. Преобразование координатных осей.

2. Преобразование индексов граней, узловых сеток, индексов ребер кристалла.

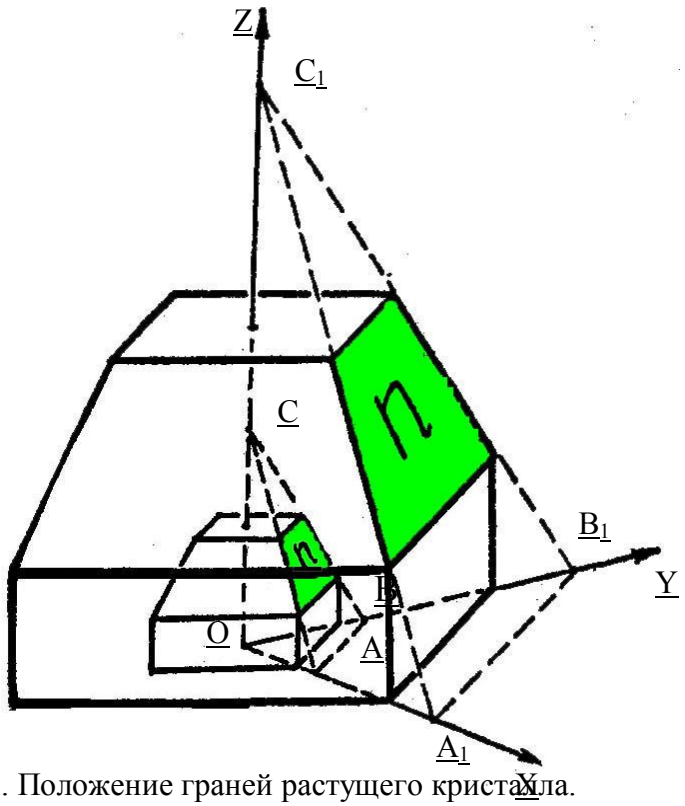


Рис.4 . Положение граней растущего кристалла.

Грань n «малого» и «большого» кристаллов пересекает координатные оси в одинаковом отношении $OA:OB:OC = OA_1 : OB_1 : OC_1$.

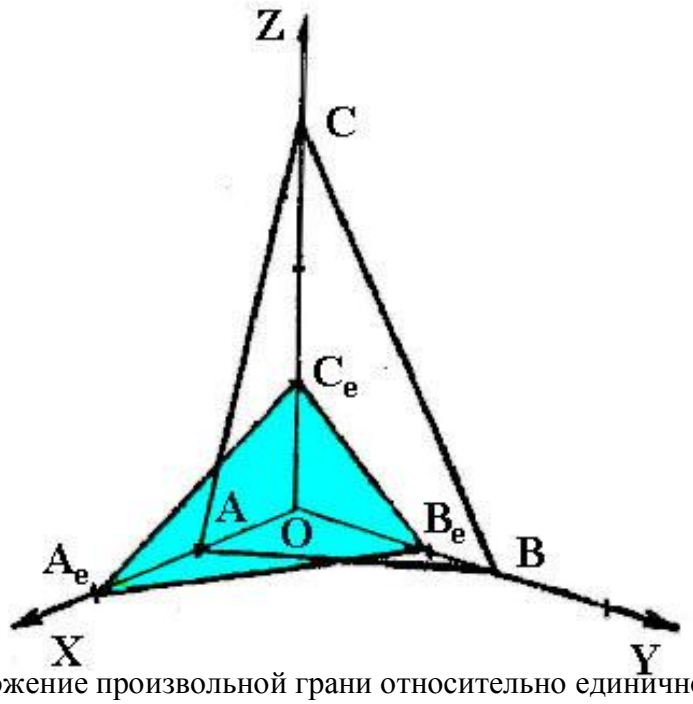


Рис. 5. Расположение произвольной грани относительно единичной грани.

$OA:OB:OC = a : b : c \qquad OA_e:OB_e:OC_e = a_e : b_e : c_e$

$$p : q : r = \frac{1}{2} : \frac{3}{2} : 3 = 1 : 3 : 6 \qquad h : k : l = \frac{1}{1} : \frac{1}{3} : \frac{1}{6} = 6 : 2 : 1$$

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Зависимость между старой (XYZ) и новой ($X'Y'Z'$) координатными системами, между старыми (hkl), [rst] и новыми (HKL), [RST] символами граней и ребер. Преобразование координатных осей. Преобразование индексов граней кристалла. узловых сеток. Преобразование индексов ребер кристалла. Вычисление матриц преобразования осей при различных заданиях координатных систем.

Учебно-методические материалы:

Студенту необходимо воспользоваться учебно-методическими материалами темы 1.3 практических занятий и учебным пособием, указанным в пункте 1 литературы к данному занятию.

Вопросы для обсуждения:

1. Приведите алгоритм нахождения матриц преобразования осей при различных заданиях координатных систем.
2. Как определить зависимость между старыми (hkl), [rst] и новыми (HKL), [RST] символами граней и ребер.
3. Какие законы кристаллографии и физики кристаллов используются при преобразование индексов граней, узловых сеток, индексов ребер кристалла ?

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

Тема 2.1.

Графические методы индицирования граней кристаллов и определение их геометрических констант. Метод развития зон.

План занятия:

1. Разбор задач на использование графических методов индицирования граней кристаллов и определение их геометрических констант.
2. Метод развития зон.
3. Определение геометрических констант кристалла.
4. Метод косинусов Вульфа.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Задачи на использование графических методов индицирования граней кристаллов и определение их геометрических констант. Метод развития зон. Определение геометрических констант кристалла. Определение позиции грани методом развития зон. Определение символов граней кристалла методом развития зон. Метод косинусов Вульфа. Определение выходов координатных осей триклинного кристалла и символов его граней методом косинусов Вульфа. Определение геометрических констант кристалла.

Учебно-методические материалы:

Студенту необходимо воспользоваться учебно-методическими материалами темы 1.4 практических занятий и учебным пособием, указанным в пункте 1 литературы к данному занятию, дополнительно использовать материалы из списка литературы (пп. 2-4).

Вопросы для обсуждения:

1. Опишите метод развития зон.
2. Охарактеризуйте сетку Вульфа и сетку Болдырева.
3. Опишите методы определения геометрических констант кристалла.
4. Как определить символы граней кристалла, используя метод развития зон?
5. В чем заключается метод косинусов Вульфа?

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

Тема 2.2.

Определение положения единичной грани.

План занятия:

1. Построение проекций координатных граней.

2. Определение положения единичной грани.

3. Преобразование координатного репера от четырехосной установки гексагонального кристалла к установке Миллера.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение позиций основных граней кристалла по его элементам. Построение проекций координатных граней. Определение положения единичной грани. Преобразование координатного репера от четырехосной установки гексагонального кристалла к установке Миллера.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, указанные в пунктах 1-5 данной темы.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие приемы применяются при построении проекций координатных граней?

2. Как определяется положение единичной грани в кристаллах различных сингоний?

3. Приведите алгоритм преобразования координатного репера от четырехосной установки гексагонального кристалла к установке Миллера.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

5. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.

Тема 2.3.

Вывод точечных групп симметрии с использованием символики Шенфлиса.

План занятия:

1. Вывод точечных групп симметрии с единичными направлениями.

2. Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Вывод точечных групп симметрии с единичными и без единичных направлений с использованием символики Шенфлиса.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, указанные в пунктах 1-8 данной темы.

Вопросы для обсуждения:

1. Изложите принципы вывода точечных групп с единичными направлениями.

2. Определите понятие «точечная группа симметрии».

3. Приведите алгоритм вывода точечных групп без единичных направлений.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

5. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.

6. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

7. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

8. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 2.4.

Вывод симорфных и несиморфных пространственных групп.

План занятия:

1. Вывод симорфных пространственных групп.

2. Вывод несиморфных пространственных групп

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Вывод симорфных пространственных групп $Pmmm$, $Cmmm$, $Immm$, $Fmmm$ из точечной группы mmm, вывод несиморфных пространственных групп способом последовательной замены порождающих макроэлементов симметрии на микроэлементы.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, указанные в пунктах 1-8 данной темы, и таблицу 1.

Вопросы для обсуждения:

1. Приведите алгоритм вывода симорфных пространственных групп.

2. Определите понятия «симорфная группа», «несиморфная группа».

3. Приведите алгоритм вывода несиморфных пространственных групп способом последовательной замены порождающих макроэлементов симметрии на микроэлементы.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.
2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.
5. Пермяков, А.А. Установка кристаллов. Кристаллографические символы. Лаб. практикум/ Сост.: А.А. Пермяков: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007. - 16с.
6. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии: учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.
7. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
8. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Таблица 1

Федоровские группы *Ф*
(симорфные $Ф_c$, гемисиморфные $Ф_г$, асиморфные $Ф_a$)

$Ф_c$	$Ф_г$	$Ф_a$
$C_1^1 - P1$		
$C_i^1 - \overline{P}1$		
$C_2^1 - \overline{P}2$		$C_2^2 - P2_1(2)$
$C_2^3 - B2$		
$C_3^1 - Pm$	$C_s^2 - Pb(2)$	
$C_s^3 - Bm$	$C_s^4 - Bb(2)$	
$C_{2h}^1 - P2/m$	$C_{2h}^4 - P2/b(2)$	$C_{2h}^2 - P2_1/m$, $C_{2h}^5 - P2_1/b(4)$
$C_{2h}^3 - B2/m$	$C_{2h}^6 - B2/b(2)$	
$D_2^1 - P222$		$D_2^2 - P222_1(2)$ $D_2^3 - P2_12_12(4)$
		$D_2^4 - P2_12_12_1(8)$
$D_2^6 - C222$		$D_2^5 - P222_1(2)$
$D_2^7 - F222$		
$D_2^8 - I222$		$D_2^9 - I2_12_12_1(8)$
$C_{2v}^1 - Pmm2$	$C_{2v}^3 - Pcc2(2)$ $C_{2v}^4 - Pma2(2)$	$C_{2v}^2 - Pmc2_1(2)$ $C_{2v}^5 - Pca2_1(4)$
	$C_{2v}^6 - Pnc2(4)$ $C_{2v}^8 - Pba2(4)$	$C_{2v} - Pmn2_1(4)$ $C_{2v}^9 - Pna2_1(8)$
	$C_{2v}^{10} - Pnn2(8)$	
$C_{2v}^{11} - Cmm2(2)$	$C_{2v}^{13} - Ccc2(2)$	$C_{2v}^{12} - Cmc2_1(2)$
$C_{2v}^{14} - Amm2$	$C_{2v}^{15} - Abm2(4)$ $C_{2v}^{16} - Ama2(2)$	
	$C_{2v}^{17} - Aba2(4)$	

$C_{2v}^{18} - Fmm2$	$C_{2v}^{19} - Fdd2(8)$	
$C_{2v}^{20} - Fmm2$	$C_{2v}^{21} - Iba2(8)$ $C_{2v}^{22} - \mathrm{Im}a2(8)$	
$D_{2h}^{1} - Pmmm$	$D_{2h}^{2} - Pnnn(8)$ $D_{2h}^{3} - Pccm(2)$	$D_{2h}^{5} - Pmma(2)$ $D_{2h}^{6} - Pnna(8)$
	$D_{2h}^{4} - Pban(8)$	$D_{2h}^{7} - Pmna(4)$ $D_{2h}^{8} - Pcca(4)$
		$D_{2h}^{9} - Pbam(4)$ $D_{2h}^{10} - Pccn(8)$
		$D_{2h}^{11} - Pbcm(4)$ $D_{2h}^{12} - Pnnm(8)$
		$D_{2h}^{13} - Pmmn(4)$ $D_{2h}^{14} - Pbcn(8)$
		$D_{2h}^{13} - Pmmn(4)$ $D_{2h}^{14} - Pbcn(8)$
		$D_{2h}^{15} - Pbca(8)$ $D_{2h}^{16} - Pmna(8)$
$D_{2h}^{19} - Cmmm$	$D_{2h}^{20} - Cccm(2)$ $D_{2h}^{21} - Cmma(4)$	$D_{2h}^{17} - Cmcm(2)$ $D_{2h}^{18} - Cmca(8)$
	$D_{2h}^{22} - Ccca(8)$	
$D_{2h}^{23} - Fmmm$	$D_{2h}^{24} - Fddd(8)$	
$C_{3i}^{1} - P\overline{3}$		
$C_{3i}^{2} - R\overline{3}$		
$D_{3}^{1} - P312$		$D_{3}^{3} - P3_{1}12(3)$ $D_{3}^{5} - P3_{2}12(3)$
$D_{3}^{2} - P321$		$D_{3}^{4} - P3_{1}21(3)$ $D_{3}^{6} - P3_{2}21(3)$
$D_{3}^{7} - R32$		
$C_{3v}^{1} - P3m1$	$C_{3v}^{3} - P3c1(2)$	
$C_{3v}^{2} - P31m$	$C_{3v}^{4} - P31c(2)$	
$C_{3v}^{5} - R3m$	$C_{3v}^{6} - R3c(2)$	
$D_{3d}^{1} - P\overline{3}1m$	$D_{3d}^{2} - P\overline{3}1c(2)$	
$D_{3d}^{3} - P\overline{3}m1$	$D_{3d}^{4} - P\overline{3}c1(2)$	
$D_{3d}^{5} - R\overline{3}m$	$D_{3d}^{6} - R\overline{3}c(2)$	
$C_{6}^{1} - P6$		$C_{6}^{2} - P6_{1}(6)$ $C_{6}^{3} - P6_{5}(6)$
		$C_{6}^{5} - P6_{2}(3)$ $C_{6}^{5} - P6_{4}(3)$
		$C_{6}^{6} - P6_{3}(2)$
$C_{3h}^{1} - P6$		
$C_{6h}^{1} - P6/m$		$C_{6h}^{2} - P6_{3}/m(2)$
$D_{6}^{1} - P622$		$D_{6}^{2} - P6_{1}22(6)$ $D_{6}^{3} - P6_{5}22(6)$
		$D_{6}^{4} - P6_{2}22(3)$ $D_{6}^{5} - P6_{4}22(3)$
		$D_{6}^{6} - P6_{3}22(6)$
$C_{6v}^{1} - P6mm$	$C_{6v}^{2} - P6cc(2)$	$C_{6v}^{3} - P6_{3}cm(2)$ $C_{6v}^{4} - P6_{3}mc(2)$
$D_{3h}^{1} - P\overline{6}m2$	$D_{3h}^{2} - P\overline{6}c2(2)$	
$D_{3h}^{2} - P\overline{6}2m$	$D_{3h}^{4} - P\overline{6}2c(2)$	
$D_{6h}^{1} - P6/mmm$	$D_{6h}^{2} - P6/mcc(2)$	$D_{6h}^{3} - P6_{3}/mcm(2)$ $D_{6h}^{4} - P6_{3}/mmc(2)$
$T^{1} - P23$		$T^{4} - P2_{1}3(8)$

$T^2 - F23$		
$T^3 - I23$		$T^5 - I2_13(8)$
$T_h^1 - Pm\overline{3}$	$T_h^2 - Pn\overline{3}(8)$	$T_h^6 - Pa\overline{3}(8)$
$T_h^3 - Fm\overline{3}$	$T_h^4 - Fd\overline{3}(16)$	
$T_h^5 - \mathrm{Im}\overline{3}$		$T_h^7 - Ia\overline{3}(8)$
$O^1 - P432$		$O^2 - P4_232(8)$ $O^6 - P4_332(16)$
		$O^7 - P4_132(16)$

Примечание. Цифры в скобках для $\Phi_г$ и Φ_a указывают, во сколько раз следует увеличить объем элементарной ячейки Φ_c, чтобы получить указанную подгруппу.

Тема 2.5.

Приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечным группам mmm (D2h), 222 (D). Приемы вывода простых форм кристаллов.

План занятия:

1. Пространственные группы с примитивной, базоцентрированной, объемноцентрированной решетками Бравэ.

2. Приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечным группам mmm (D2h), 222 (D).

3. Построение графиков пространственных групп.

4. Вывод простых форм в группах с единичным направлением и без единичных направлений.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Пространственные группы с примитивной, базоцентрированной, объемноцентрированной решетками Бравэ. Приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечным группам mmm (D2h), 222 (D). Построение графиков пространственных групп. Вывод простых форм в группах с единичным направлением: а) с одним особым направлением в группах Cn, Cnh, S2n, б) с особым направлением 2 или $\overline{2}$, перпендикулярным главному единичному направлению в группах Cnv, Dn, Dnv, Dnd. Вывод простых форм в группах без единичных направлений.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в литературе раздела 9 рабочей программы дисциплины, и таблицу 1.

Вопросы для обсуждения:

1. Определите понятие «пространственная группа».
2. Охарактеризуйте пространственные группы с примитивной решеткой Бравэ.
3. Приведите примеры пространственных групп с базоцентрированной решеткой Бравэ.
4. Опишите пространственные группы с объемноцентрированной решеткой Бравэ.
5. Покажите приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечной группе mmm (D2h).
6. Приведите приемы вывода пространственных групп, подчиненных точечной группе 222 (D).
7. Приведите вывод простых форм кристаллов произвольной точечной группы.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ. ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

2. Чупрунов, Е..В. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. : рек. Мин. обр. РФ / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

4. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии и физики кристаллов [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701 - "Физика" / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 111 с.

Семестр 4 Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

Тема 3.1.

Морфологические признаки минералов и физические свойства минералов

План занятия:

1. Приемы описания морфологических признаков минералов. Простые формы кристаллов минералов.

2. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** Примеры решения задач на определение физических характеристик минералов.

3. Определение фазового состава минералов рентгеноструктурным методом.

4. Алгоритмы определения характеристик структурного упорядочения минералов.

5. Приёмы построения диаграмм состояния многокомпонентных систем – минералов.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Морфологические признаки минералов и физические свойства минералов. Облик и габитус кристаллов. Двойники и тройники кристаллов. Полисинтетическое двойникование. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секреции и др. Твердые и газово-жидкие включения в минералах. Псевдоморфозы. **Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества.** 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). Определение фазового состава минералов рентгеноструктурным методом. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Смешанослойные структуры. Аморфное состояние вещества. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. Современные методы исследования состава и структуры минералов.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы аудитории 113 корпуса № 1 по определению фазового состава минералов и учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Определите понятие «простая форма».

2. Приведите характерные диагностические признаки минералов, отражающие внутреннее строение, определяемые визуально.

3. Приведите примеры, показывающие связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов.

4. Опишите основные блоки рентгеновского дифрактометра общего назначения. Перечислите методы определения фазового состава минералов рентгеноструктурным методом.

5. Каким образом можно определить характеристики структурного упорядочения?

6. Приведите примеры минералов, являющихся членами ряда твердых растворов, охарактеризуйте твердые растворы и их распад.

7. Расскажите об особенностях определения структурных характеристик смешанослойных структур.

8. Изображение многокомпонентных систем на плоскости. Современные методы исследования состава и структуры минералов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

4. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

5. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

6. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

8. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

9. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

10. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 3.2.

Главнейшие особенности роста кристаллов в природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов, металлов, полуметаллов, неметаллов, сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов.

План занятия:

1. Определение габитуса, простых форм минералов самородных элементов. Процедура описания минералов самородных элементов.

2. Определение габитуса, простых форм минералов металлов и полуметаллов. Процедура описания минералов металлов и полуметаллов.

3. Определение габитуса, простых форм минералов неметаллов. Процедура описания минералов неметаллов.

4. Определение габитуса, простых форм минералов сульфидов и их аналогов. Процедура описания минералов сульфидов и их аналогов.

5. Определение габитуса, простых форм минералов оксидов и гидроксидов. Процедура описания минералов оксидов и гидроксидов.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение габитуса, простых форм минералов. Минеральные виды и разновидности. Процедура описания минералов (химический состав с указанием формулы и важнейших примесей, особенности кристаллической структуры, форма выделения, главные физические свойства и диагностические признаки, условия нахождения в природе). **Главнейшие особенности роста кристаллов в природных условиях. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов.** Минералы - самородные элементы, металлы, полуметаллы, неметаллы. Фазовый состав и простые формы сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов.**

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Определение габитуса, простых форм минералов
2. Минеральные виды и разновидности.
3. Процедура описания минералов.
4. Главнейшие особенности роста кристаллов в природных условиях.
5. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки самородных элементов.
6. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки металлов, полуметаллов.
7. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки неметаллов.
8. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфидов и их аналогов.
9. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки оксидов и гидроксидов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.
4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

11. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 3.3.

Определение и описание минералов галогенидов, карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов, вольфраматов, молибдатов и хроматов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов: галогенидов, солей кислородных кислот**

План занятия:

1. Общие приемы описания химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов – солей кислородных и безкислородных кислот.

2. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов.

3. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки карбонатов.

4. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки нитратов.

5. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки сульфатов.

6. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки фосфатов.

7. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки арсенатов.

8. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки ванадатов, вольфраматов.

9. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки молибдатов и хроматов.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение и описание минералов галогенидов, карбонатов, нитратов, сульфатов. Определение и описание фосфатов, арсенатов и ванадатов, вольфраматов, молибдатов и хроматов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов, солей кислородных кислот.**

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Процедура описания минералов.
2. Главнейшие особенности роста кристаллов в природных условиях.

3. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: галогенидов, карбонатов, нитратов, сульфатов, фосфатов, арсенатов и ванадатов, вольфраматов, молибдатов и хроматов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 3.4.

Островные силикаты. Определение и описание цепочечных и ленточных силикатов.

План занятия:

1. Классификация, определение и описание силикатов и алюмосиликатов.

2. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов: островные силикаты.

3. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** цепочечные силикаты.

4. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** ленточные силикаты.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение и описание силикатов, алюмосиликатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.** Островные силикаты. Определение и описание цепочечных и ленточных силикатов.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Процедура определения и описания силикатов, алюмосиликатов.

2. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: островные силикаты.

3. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: цепочечные силикаты.

4. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: ленточные силикаты.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

Тема 3.5.

Определение и описание слоистых и каркасных силикатов и алюмосиликатов.

План занятия:

1. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов: слоистые силикаты и алюмосиликаты.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов:** каркасные силикаты и алюмосиликаты.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение и описание слоистых силикатов и алюмосиликатов. Определение и описание каркасных силикатов и алюмосиликатов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки силикатов.**

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: слоистые силикаты и алюмосиликаты.

2. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов: каркасные силикаты и алюмосиликаты.

3. Структурные особенности слоистых и каркасных алюмосиликатов. Смешаннослойные структуры.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

11. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

Тема 4.1.

Типичные магматические минеральные ассоциации. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования. Карбонатиты. Минеральные ассоциации пегматитов.

План занятия:

1. Генезис и парагенезис. Минеральная ассоциация.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов в различных парагенетических ассоциациях**.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Описание типичных магматических минеральных ассоциаций. Анализ минеральных ассоциаций с точки зрения генезиса и парагенезиса. Определение и описание парагенетических ассоциаций минералов и их генетических признаков при разных условиях образования. Минеральные ассоциации карбонатитов и минеральные ассоциации пегматитов.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Типичные минеральные ассоциации карбонатитов. Понятия «генезис», «парагенезис». Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки в карбонатитах, условия образовния.

2. Типичные минеральные ассоциации пегматитов. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки в пегматитах, условия образования.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/
9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.
11. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 4.2.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.

План занятия:

1. Анализ и описание **гидротермальных минеральных ассоциаций**.

2. Описание к**онтактово-метасоматических процессов. Общая характеристика контактово- метасоматических процессов минералообразования. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах (работа с коллекционным материалом).**

3. Описание **минеральных ассоциаций скарнов. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках (работа с коллекционным материалом).**

4. **Гидротермальные изменения скарновых минералов. Определение типичных для скарнов ассоциаций рудных минералов (работа с коллекционным материалом).**

5. **Анализ минеральных ассоциаций альбититов и грейзенов. Определение минералов в составе ассоциаций альбититов и грейзенов.**

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Анализ и описание **т**ипичных минеральных ассоциаций различных процессов, приобретение навыков студентами на основе работы с коллекционным материалом. **Гидротермальные минеральные ассоциации. Контактово-метасоматические процессы. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Различные типы минеральных образований при метасоматических процессах. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах и роговиках. Гидротермальные изменения скарновых минералов. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов. Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.**

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Типичные минеральные ассоциации скарнов и роговиков.

2. Типичные минеральные ассоциации альбититов и грейзенов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

11. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 4.3.

Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, опредяляющие характер гипергенных процессов. Минеральные ассоциации метаморфических образований. Физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Минеральные ассоциации в метаморфических местрождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, оксидно-силикатных марганцевых руд и др.

План занятия:

1. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов из ассоциаций гипергенных процессов. Общая характеристика.

2. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки** минералов из ассоциаций метаморфических образований. Физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме.

3. Минеральные ассоциации месторождений железистых кварцитов, силлиманит-дистеновых пород, месторождений наждака, корунда, графита, оксидно-силикатных марганцевых руд.

На практическом занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Определение и описание типичных минеральных ассоциаций гипергенных и метаморфических процессов. **Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов из гипергенных и метаморфических ассоциаций.**

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать коллекционный материал музейных залов АмГУ и учебно-методические материалы, приведённые в разделе 9 рабочей программы дисциплины.

Вопросы для обсуждения:

1. Описание химического состава, структуры, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов ассоциаций гипергенных и метаморфических процессов. Характерные признаки.

2. Характеристика минеральных ассоциаций в метаморфических месторождениях: железистые кварциты, силлиманит-дистеновые породы, месторождения наждака, корунда, графита, оксидно-силикатных марганцевых руд и др.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.

3. Конев, А. А. Минералогия Восточной Сибири на пороге 21 века (новые и редкие минералы): учеб. пособие / ред. - М. : Интермет Инжиниринг, 2001. - 240 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

5. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

9. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

10. Доклады Академии наук. Периодическое издание.

11. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

2.3. Краткое изложение программного материала лабораторных занятий

Программный материал лабораторных занятий излагается в четырёх модулях:

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования».

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

Модули 1 и 2 относятся к разделу I «Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии», изучаемому в третьем семестре. Модули 3 и 4

относятся к разделу II «Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования», изучаемому в четвертом семестре.

Объёмы аудиторных часов, отводимых для освоения материалов по каждой теме, приведены в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Часы для самостоятельной работы студентов приведены в разделе 6 рабочей программы дисциплины.

Семестр 3

***Раздел I. Морфологические особенности кристаллических многогранников и учение о симметрии* (модули 1,2).**

Модуль 1. «Основные понятия и представления кристаллографии, история развития. Основные законы внутреннего строения кристаллов».

Тема 1.1

Макроскопические признаки кристаллических веществ: однородность, анизотропия, огранка, симметрия. Опыты по кристаллооптике с кристаллами исландского шпата. Явления иризации, опалесценции, двулучепреломления, флюоресценции.

План занятия:

1. Определение диагностических характеристик кристаллов минералов. Описание простых форм кристаллов пирита, андрадита, турмалина, кварца и др.

2. Опыты с кристаллами исландского шпата по кристаллооптике.

3. Знакомство с оптическими свойствами кристаллов.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Макроскопические признаки кристаллических веществ: однородность, анизотропия, огранка, симметрия. Опыты по кристаллооптике с кристаллами исландского шпата. Явления иризации, опалесценции, двулучепреломления, флюоресценции.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать рекомендации по выполнению лабораторной работы, коллекции кристаллов минералов.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие диагностические признаки минералов вы знаете?

2. Назовите простые формы кристаллов низшей и средней категории.

3. Перечислите оптические эффекты, наблюдаемые вами в кристаллах.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование. http://window.edu.ru/

6. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 1.2

Взаимодействие рентгеновских лучей с кристаллическими телами. Явления дифракции рентгеновских лучей, уравнение Брегга-Вульфа, рассеяние рентгеновских лучей на несовершенствах структуры, теория Кривоглаза. Рентгеновские камеры. Получение лауэграммы, дебаеграммы. Определение элементов симметрии.

План занятия:

1. Описание устройства рентгеновских камер.
2. Устройство рентгеновского дифрактометра.
3. Съёмка и расчёт рентгенограммы.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Теория взаимодействия рентгеновских лучей с кристаллами. Взаимодействие рентгеновских лучей с кристаллическими телами. Явления дифракции рентгеновских лучей, уравнение Брегга-Вульфа, рассеяние рентгеновских лучей на несовершенствах структуры, теория Кривоглаза. Рентгеновские камеры. Получение лауэграммы, дебаеграммы. Определение элементов симметрии

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, использовать рентгеновский дифрактометр общего назначения, рентгеновские камеры, рентгенограммы, базы рентгенометрических данных.

Вопросы для обсуждения:

1. Опишите принцип устройства ренгеновского дифрактометра.
2. Поясните формулу Вульфа-Брегга.
3. Алгоритм расчёта рентгенограммы.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 1.3

Зональная кристаллография. Закон поясов. Закон рациональных отношений. Задания на проектирование минералов. Индексы Вейса, Миллера. Сетка Вульфа. Взаимодействие элементов симметрии в рамках теории групп и теории симметрии.

План занятия:

1. Сетка Вульфа. Использование сетки Вульфа при проектировании.

2.Методы проектирования.

3. Взаимодействие элементов симметрии.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Теория зональной кристаллографии. Закон поясов. Закон рациональных отношений. Методы проектирования кристаллов минералов. Индексы Вейса, Миллера. Сетка Вульфа. Взаимодействие элементов симметрии в рамках теории групп и теории симметрии.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, использовать сетку Вульфа, проекции на кальку.

Вопросы для обсуждения:

1. Поясните закон поясов.

2. Расскажите о методах проектирования. .

3. Алгоритмы получения индексов Вейса и индексов Миллера.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 1.4
Моделирование простых форм минералов различных сингоний. Связь структуры со свойствами. Особенности штриховки на гранях кристаллов пирита.

План занятия:

1. Простые формы кристаллов высшей категории.

2. Методы моделирования.

3. Характерные признаки минералов, обусловленные связью структуры и свойств.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Принципы моделирования простых форм минералов различных сингоний. Связь структуры со свойствами. Особенности штриховки на гранях кристаллов пирита.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, коллекции структур кристаллов минералов.

Вопросы для обсуждения:

1. Вывод простых форм кристаллов низшей, средней и высшей категории.

2. Какие характерные свойства обусловлены особенностями структуры минералов?

3. Типы моделей и принципы моделирования в кристаллографии.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Модуль 2. «Точечные и пространственные группы, методы проектирования».

Тема 2.1

Гониометрические построения. Методы проектирования кристаллов: сферические, стереографические, гномонические, гномостереографические проекции. Закон постоянства углов.

План занятия:

1. Сферическая проекция.
2. Стереографическая проекция.
3. Гномонические проекции.
4. Гномостереографическая проекция.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Методы гониометрических построений. Методы проектирования кристаллов. Зкон постоянства углов.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, проекции кристаллов и элементов симметрии.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие виды проекций в кристаллографии Вам знакомы?
2. Какие методы проектирования Вы знаете?
3. Сформулируйте закон постоянства углов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 2.2

Символика точечных групп симметрии Бравэ, Шенфлиса, Германа-Могена. Вывод 32 точечных групп симметрии в обозначениях по Шенфлису. Группы с единичными направлениями.

План занятия:

1. Обозначения элементов симметрии по Браве.

2. Обозначения элементов симметрии по Герману-Могену.

3. Обозначения элементов симметрии по Шенфлису.

4. Преимущества символики Шенфлиса при выводе точечных групп симметрии.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Достоинства и недостатки символик, употребляющихся в кристаллографии. Алгоритм вывода 32 групп симметрии. Группы с единичными направлениями.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, таблицы элементов симметрии, таблицы точечных групп симметрии.

Вопросы для обсуждения:

1. Принципы обозначения элементов симметрии.

2. Номенклатура в кристаллографии.

3. Преимущества символики Шенфлиса в алгоритме вывода точечных групп симметрии.

4. Характеристика обозначений Браве, Германа-Могена, Шенфлиса.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 2.3
Вывод точечных групп симметрии без единичных направлений. Два способа вывода.

План занятия:

1. Два способа вывода точечных групп симметрии без единичных направлений. Алгоритм Н. В. Белова.

2. Вывод групп O, T, O_h, T_h, T_d.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Принципы вывода точечных групп симметрии. Использование символики Шенфлиса. Идеи Н. В. Белова. Вывод точечных групп кубической сингонии.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, схемы вывода точечных групп симметрии.

Вопросы для обсуждения:

1. Поясните алгоритм, предложенный Н. В. Беловым для вывода точечных групп симметрии без единичных направлений.

2. Охарактеризуйте группу $\boldsymbol{O}$.

3. Охарактеризуйте группу $\boldsymbol{T}$.

4. Охарактеризуйте группу $\boldsymbol{O_h}$.

5. Охарактеризуйте группу $\boldsymbol{T_h}$.

6. Охарактеризуйте группу $\boldsymbol{T_d}$.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 2.4
Морфологические исследования кристаллов. Простые формы в группах: N-гонально-пирамидальных, ди-n-гонально-пирамидальных, n-гонально-бипирамидальных, трапецоэдрических, скаленоэдрических.

План занятия:

1. Принципы морфологического исследования кристаллов.

2. Описание простых форм в различных группах симметрии. Общие и частные простые формы.

3. Простые формы в группах с единичными направлениями.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Общая характеристика морфологических исследований кристаллов. Простые формы в N-гонально-пирамидальных группах. Простые формы в ди-n-гонально-пирамидальных группах. Простые формы в n-гонально-бипирамидальных группах. Простые формы в трапецоэдрических группах. Простые формы в скаленоэдрических группах.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, графический материал по простым формам кристаллов различных точечных групп.

Вопросы для обсуждения:

1. Морфологические исследования и простые формы в N-гонально-пирамидальных группах.

2. Морфологические исследования и простые формы в ди-n-гонально-пирамидальных группах.

3. Морфологические исследования и простые формы в n-гонально-бипирамидальных группах.

4. Морфологические исследования и простые формы в трапецоэдрических группах.

5. Морфологические исследования и простые формы в скаленоэдрических группах.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Тема 2.5

Взаимодействие элементов микросимметрии: плоскость скользящего отражения g и винтовые оси n_s, плоскости скользящего отражения *g: a, b, c, к*линоплоскости *n* и *d,* винтовые оси n_s. Симморфные и несимморфные группы. Гемисимморфные и асимморфные группы. Переход от пространственной группы к точечной.

План занятия:

1. Принципы взаимодействия элементов микросимметрии.
2. Определение и описание симморфных и несимморфных групп.
3. Определение и описание гемисимморфных и асимморфных групп.
4. Переход от пространственной группы к точечной.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Взаимодействие элементов: плоскостей скользящего отражения g и винтовых осей n_s, плоскостей скользящего отражения *g: a, b, c, к*линоплоскосей *n* и *d,* винтовых осей n_s. Описание и определение симморфных и несимморфных групп, гемисимморфных и асимморфных групп. Переход от пространственной группы к точечной, вывод простанственных групп, подчинённых точечной.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, графический материал соотнесения точечных и пространственных групп.

Вопросы для обсуждения:

1. Расскажите о взаимодействии элементов микросимметрии.
2. Расскажите об элементах микросимметрии: *g,* n_s, *a, b, c, n* и *d*.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

Семестр 4

Раздел II. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки минералов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования (модули 3,4).

Модуль 3. «Основные понятия минералогии. Диагностические свойства минералов, принципы современной классификации минералов. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями их элементов. Классы, подклассы, группы минералов, минеральные виды и разновидности с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования в природе и использования»

Тема 3.1

Определение минералов по диагностическим признакам. Физические свойства кристаллов и их зависимость от внутренней структуры вещества. Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность и др. Шкала Мооса. Оптические свойства минералов.

План занятия:

1. Определение минералов по диагностическим признакам. Общие подходы.

2 Использование шкалы Мооса. Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность и др.

3. Наблюдение оптических эффектов в минералах.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Общие подходы и принципы определения минералов по диагностическим признакам. Методы описания физических свойств кристаллов, зависимость физических свойств кристаллов от внутренней структуры. Возможности использования диагностических признаков в полевых условиях для определения минералов. Шкала Мооса. Оптические эффекты в минералах.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители.

Вопросы для обсуждения:

1. Перечислите диагностические признаки минералов.

2. Какие физические свойства кристаллов используются при диагностике минералов?

3. Опишите зависимость физических свойств от внутренней структуры минералов?

4. Опишите цвет, черту, блеск, прозрачность, твердость, спайность и другие известные Вам диагностические признаки предложенных преподавателем минералов.

5. Дайте характеристику оптических явлений в предложенных Вам минералах, опишите явления с точки зрения кристаллооптики.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

4. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.
5. Известия Академии Наук. Периодическое издание. Периодическое издание.
6. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Периодическое издание.
7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.2

Габитус. Простые формы кристаллов минералов различных сингоний. Описание простых форм кристаллов кварца, пиропа, гроссуляра, пирита, турмалина, топаза, сильвина и др. Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.

План занятия:

1. Определение простых форм кристаллов кварца, пиропа, гроссуляра, пирита, турмалина, топаза, сильвина.
2. Определение простых форм кристаллов минералов, предложенных преподавателем.
3. Определение структурных признаков, связанных с особенностями роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Описание простых форм кристаллов минералов различных сингоний. Описание простых форм кристаллов кварца, пиропа, гроссуляра, пирита, турмалина, топаза, сильвина и др. Главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители.

Вопросы для обсуждения:

1 Опишите простые формы кристаллов минералов высшей сингонии.

2. Опишите простые формы кристаллов минералов средней сингонии.

3. Опишите простые формы кристаллов минералов низшей сингонии.

4. К какой сингонии относятся кристаллы кварца, пиропа, гроссуляра, пирита, турмалина, топаза, сильвина? Опишите их простые формы.

5. Охарактеризуйте главнейшие особенности роста кристаллов в лабораториях, заводских и природных условиях.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. Добровольский, В.В. Геология: минералогия, динамическая геология, петрография: Учеб.: Рек. Мин. обр. РФ / В.В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 320 с.
4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
5. Известия Академии Наук. Периодическое издание. Периодическое издание.

Тема 3.3

Связь свойств минералов со структурой на примере сильвина, графита, минералов группы слюд, пирита, гроссуляра и др. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства, генетические признаки галогенидов, самородных элементов, силикатов, сульфидов и др.

План занятия:

1. Описание кристаллов минералов сильвина, графита, минералов группы слюд, пирита, гроссуляра.

2. Определение диагностических признаков предложенных преподавателем двух минералов из галогенидов, самородных элементов, силикатов, сульфидов.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Свойства минералов и их связь со структурой на примере сильвина, графита, минералов группы слюд, пирита, гроссуляра и др. Примеры описания химического состава, структуыа, форм выделения, физических свойств, генетических признаков минералов галогенидов, самородных элементов, силикатов, сульфидов и др.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители.

Вопросы для обсуждения:

1. Чем обусловлена связь свойств минералов со структурой?

2. Приведите схему описания кристаллов минералов и алгоритм определения неизвестного минерала (на примерах сильвина, графита, минералов группы слюд, пирита, гроссуляра и др.)

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

4. Известия Академии Наук. Периодическое издание. Периодическое издание.

5. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Периодическое издание.

6. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

7. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

Тема 3.4

Определение структурных характеристик минералов рентгеноструктурным методом. Межплоскостные расстояния, параметры ячейки Браве, сингония, категория.

План занятия:

1. Техника безопасности при работе с рентгеновскими установками.
2. Дифракционные методы определения структурных характеристик минералов.
3. Съёмка рентгенограммы.
4. Расчёт межплоскостных расстояний.
5. Определение параметров ячейки Браве, сингонии, категории.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Рентгендифракционные методы определения структуры минералов. Определение d/n, a, b, c, α, β, γ минералов рентгеноструктурным методом. Определение принадлежности кристалла минерала к виду сингонии и категории.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, базы рентгенометрических данных, рентгеновский дифрактометр общего назначения, дифрактограммы и дебаеграммы.

Вопросы для обсуждения:

1. Опишите метод Дебая-Шеррера.
2. Запишите формулу Вульфа-Брегга. Поясните её применение в определении структурных характеристик минералов.
3. Алгоритм расчета межплоскостных характеристик, параметров ячейки Браве, квадратичные формы зависимостей.
4. Рентгендифракционный спектр минералов. Индексы Миллера, индексы интерференции.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
4. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
5. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
6. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
7. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 3.5
Исследование минеральных шлифов. Генезис и парагенезис. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.

План занятия:

1. Устройство микроскопа.
2. Исследование и описание минеральных шлифов.
3. Парагенетические ассоциации минералов в шлифах, их генетические признаки при разных условиях образования.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Порядок исследования минеральных шлифов. Вопросы генезиса и парагенезиса. Исследование шлифов и парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители, микроскоп, шлифы.

Вопросы для обсуждения:

1. Опишите устройство микроскопа.

2. Опишите порядок исследования и описания минеральных шлифов.

3. Определите понятия «генезис» и «парагенезис».

4. Парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования. Характерные признаки в шлифах.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.

3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

5. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

6. Реферативный журнал. Геология. Периодическое издание.

Модуль 4. «Типичные минеральные ассоциации магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальные ассоциации, ассоциации гипергенного и метаморфического процессов».

Тема 4.1

Рентгенофазовый анализ минералов. Непрерывгый ряд твердых растворов на примере минералов группы полевых шпатов. Фазовый анализ минералов в составе горных пород.

План занятия:

1. Анализ диаграммы состояния системы $KAlSi_3O_8$-$NaAlSi_3O_8$-$CaAl_2Si_2O_8$.

2. Особенности рентгенофазового анализа полевых шпатов. Съёмка рентгенограммы и расчёт.

3. Проблемы при определении фазового анализа минералов в составе горных пород и возможности их решения.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Особенности рентгенофазового анализа минералов из непрерывного ряда твердых растворов на примере минералов группы полевых шпатов. Фазовый анализ минералов в составе горных пород – сложности и пути решения.

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители, рентгеновскую установку – рентгеновский дифрактометр, банк рентгенометрических данных.

Вопросы для обсуждения:

1. Поясните диаграмму «Альбит-анортит-ортоклаз».

2. Расскажите о методе рентгенофазового анализа.

3. Расскажите об особенностях рентгенофазового анализа полевых шпатов.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.

2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
4. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/
5. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru
6. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page
7. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

Тема 4.2

Анализ смешаннослойных структур минералов. Структурные особенности преобразований «цеолит-полевой шпат». Диаграммы состояния. Метод Стюарта-Райта.

План занятия:

1. Анализ рентгенограмм смешаннослойных структур.
2. Анализ структурных особенностей преобразований «цеолит-полевой шпат»
2. Особенности рентгенофазового анализа глинистых минералов, минералов группы слюд. Съёмка рентгенограммы и расчёт.
3. Проблемы при определении фазового анализа смешаннослойных минералов в составе горных пород и возможности их решения.

На лабораторном занятии должны быть освещены следующие вопросы:

Особенности рентгенофазового анализа смешаннослойных минераловна примере минералов группы слюд и группы глинистых минералов. Особенности фазового анализа смешаннослойных минералов в составе горных пород – сложности и пути решения. Сопоставление структур «цеолит-полевой шпат».

Учебно-методические материалы:

Студенту рекомендуется использовать учебно-методические материалы, приведённые в раздела 9 рабочей программы дисциплины, коллекции кристаллов минералов, справочники и определители, рентгеновскую установку – рентгеновский дифрактометр, банк рентгенометрических данных, атлас цеолитов.

Вопросы для обсуждения:

1. Расскажите о методе рентгенофазового анализа.
2. Расскажите об особенностях рентгенофазового анализа смешанностлойных структур.
3. Почему при анализе минералов группы глинистых необходимо снимать три рентгенограммы, а не одну?
4. Опишите особенности расшифровки структур группы слюд.

Литература:

1. Астапова, Е. С. Кристаллография, минералогия: учеб.-метод. комплекс для спец. 130301.65 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 77 с.
2. Годовиков, А.А. Минералогия / А. А. Годовиков. - М. : Недра, 1975. - 520 с.
3. Сиротин, Ю. И. Основы кристаллофизики: учеб. пособие / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 640 с.
4. База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database. http://193.49.43.4/dif/icsd/

5. Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания. http://www.iqlib.ru

6. Вернадский, В.И. Труды по минералогии / В. И. Вернадский ; отв. ред. М. И. Новгородова. - М. : Наука, 2002. - 607 с.

7. Теория симметрии кристаллов. Егоров-Тисменко Ю. К., Литвинская Г.П. http:/geo.web.ru/db/section_page

8. Вестник Амурского государственного университета. Периодическое издание.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ (РЕКОМЕНДАЦИИ)

3.1. Методические указания для преподавателя

Дисциплина «Кристаллография, минералогия» в структуре ООП ВПО находится в блоке дисциплин специализации (СД.Ф.2). На освоение дисциплины «Кристаллография, минералогия» отводится 235 часов, из них: 114 часов аудиторных (в т. ч. 48 часов лекций, 34 часа практических (семинарских) занятий, 32 часа лабораторных работ), 121 час самостоятельной работы студентов, курсовая работа, зачет, экзамен (в т.ч. 91 час. сам. работа, 30 час. КСР). Структура и содержание дисциплины изложены в разделе 4 рабочей программы. Содержание тем четырех модулей дисциплины изложено в разделе 5 рабочей программы. Лекции проводятся в виде лекции-беседы или в виде лекции-дискуссии.

Для текущего контроля используется тестирование (один раз в каждом модуле), выполнение курсовой работы в третьем семестре и выполнение контрольной работы в четвертом семестре, отчёты по лабораторным работам в каждом семестре. Контролирующий тест проводится по темам соответствующих модулей. В каждом тесте 5 заданий. Тест выполняется в письменном виде на практическом занятии. Тест выявляет теоретические знания, практические умения и аналитические способности студентов. В третьем семестре предполагается выполнение 9 лабораторных работ, в четвертом семестре – 7 лабораторных работ. Курсовая работа выполняется в третьем семестре, задание по курсовой работе студенты получают в начале третьего семестра, курсовая работа должна содержать эксперимент по фазовому определению минералов, оформлена письменно в виде научной работы, содержащей введение, главу с обзором литературных источников, оригинальную часть с экспериментом, анализом, расчетами, заключительную часть с выводами и библиографический список. Защита курсовой работы производится студентом в устной форме в виде презентации в конце третьего семестра. Контрольная работа выполняется в конце четвертого семестра по материалам 3 и 4 модулей**.** В контрольной работе содержится три задания: одно теоретическое и два практических на определение неизвестного минерала. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

В конце третьего семестра студент сдаёт зачёт, в конце четвертого семестра – экзамен.

На самостоятельную работу отводится 121 час., в том числе 91 час. на сам. работу студентов и 30 час. на контроль самостоятельной работы.

Преподаватель использует в лекционных и практических занятиях технические средства обучения: видеопроектор, мультимедийный проектор, компьтеры, микроскопы, рентгеновский дифрактометр, указанные в разделе 10 рабочей программы. В качестве демонстрационного материала используются коллекции кристаллов природных неорганических соединений, в качестве справочных данных используется банк рентгенометрических данных, атлас цеолитов, определители и справочники.

Литература, используемая преподавателем в качестве основной, приводится в разделе 9 рабочей программы. Необходимо использовать дополнительную литературу и интернет-ресурсы: базу структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database, Интернет-библиотеку образовательных изданий и др. Для изложения

лекционного и практического материала преподаватель использует материалы из научных статей журналов «Доклады Академии Наук», «Записки Всероссийского минералогического общества», «Известия ВУЗов. Геология и разведка», «Известия Академии Наук», «Минеральные ресурсы России. Экономика и управление», «Реферативный журнал. Геология», «Вестник Амурского государственного университета» и т. п.

3.2. Методические указания для студентов

В процессе изучения дисциплины «Кристаллография, минералогия» студент изучает теоретические основы кристаллографии, минералогии с использованием лабораторных занятий, раскрытие связи между структурой и свойствами, условиями образования минералов и получение в итоге фундаментального образования, направленного на получение современного естественнонаучного мировоззрения.

При успешной работе на лекционных, практических и лабораторных занятиях и добросовестном выполнении самостоятельной работы студент осваивает основные особенности кристаллических веществ и их свойства, осваивает основные идеи, исходные положения и определения строения кристаллов, изучает кристаллические структуры, изучает симметрию кристаллов, точечных и пространственных групп, принципов плотнейшей упаковки; студент приобретает знания о простых формах и символах граней кристаллов, практические навыки работы с кристаллами, овладевает приемами грамотного описания внешней формы и внутреннего строения кристаллов. Студент также осваивает знания по химическому составу и структуре минералов, морфологии минералов и минеральных агрегатов; знания по физическим, в том числе диагностическим свойствам минералов, по их происхождению и изменению. Студент овладевает принципами современной классификации минералов, знаниями о классах, подклассах, группах минералов, минеральных видах и разновидностях с описанием особенностей состава, внутренней структуры, морфологии, свойств, условий образования и нахождения в природе и их использования. А также студент овладевает знаниями о природных минеральных ассоциациях магматического процесса, карбонатитов, пегматитов, скарнов, альбититов и грейзенов, гидротермальных ассоциациях, а также ассоциациях гипергенного и метаморфического процессов, явлениях типоморфизма.

На лекционных занятиях студенту рекомендуется конспектирование материала, излагаемого преподавателем, с последующим дополнением изучаемого материала в процессе самостоятельной работы с помощью литературы, рекомендуемой в разделе 9 рабочей программы. Практические занятия способствуют углубленному усвоению материала, студент должен самостоятельно подготовиться к публичному выступлению по вопросам, заранее предложенным преподавателем. Лабораторные работы способствуют приобретению навыков экспериментального исследования, анализа, синтеза полученного материала, обобщению и умению делать выводы.

Для подготовки к тестам студент использует лекционный материал, знания, полученные на лекционных и практических занятиях и самостоятельную подготовку. Для полного усвоения теоретического материала и приобретения практических навыков описания структур кристаллических веществ и физических свойств кристаллов студент использует интернет-ресурсы в виде рентгенометрических бах данных и интернет-библиотеку образовательных ресурсов. Для выполнения лабораторных работ студент использует лабораторную базу.

Студент обязан в семестре успешно написать тест по каждому из четырех модулей, сдать отчёты по каждой лабораторной работе, выполнить и защитить курсовую работу, написать контрольную работу, сдать зачет в конце третьего семестра и экзамен в конце четвертого семестра в соответствии с учебным планом. При итоговом контроле студент в устной беседе с преподавателем должен показать успешное усвоение всего теоретического материала.

3.3. Методические указания к практическим занятиям

Практические занятия являются составной частью процесса усвоения дисциплины «Кристаллография, минералогия». Студент в процессе выполнения заданий на практических занятиях и подготовке к ним учится самостоятельно усваивать теоретический материал, повторять теоретический материал, озвученный преподавателем на лекции, анализировать предложенные преподавателем алгоритмы решения задач и самостоятельно решать задачи по кристаллографии и минералогии, необходимые для правильной интерпретации результатов самостоятельной научной деятельности и понимания специальной литературы.

Студент должен учитывать, что знания и навыки, приобретенные им при изучении модулей 1, 2, 3, 4 необходимы для дальнейшего успешного усвоения материала дисциплин «Петрография магматических и метаморфических пород, петрология», «Физико-химические основы петрологии», «Литология» и др. При изучении первых двух модулей студент овладевает основами кристаллографии, он должен использовать графический материал, изложенный в литературных источниках, предложенных в разделе 9 рабочей программы, у студента в процессе практических занятий развивается пространственное воображение, необходимое для усвоения теоретического материала модулей 3 и 4.

3.4. Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия проводятся в третьем и четвёртом семестре: 8 часов и 10 часов в 1 и 2 модуле третьего семестра, 10 часов и 4 часа в 3 и 4 модулях четвертого семестра. Студент заранее готовит теоретический материал к лабораторной работе, отвечает устно преподавателю, выполняет по пунктам алгоритма каждую лабораторную работу, самостоятельно выполняет все расчёты по итогам эксперимента, оформляет в специальной тетради для лабораторных работ. По каждой лабораторной работе студентом сдаётся отчёт, который защищается в виде устной беседы с преподавателем.

3.5. Методические указания к курсовой работе

Курсовая работа выполняется в третьем семестре, задание по курсовой работе студенты получают в начале третьего семестра, курсовая работа должна содержать эксперимент по фазовому определению минералов, оформлена письменно в виде научной работы, содержащей введение, главу с обзором литературных источников, оригинальную часть с экспериментом, анализом, расчетами, заключительную часть с выводами и библиографический список. Для выполнения курсовой работы студент обязан выполнить анализ имеющихся литературных источников, в том числе научных статей последних лет из журналов «Доклады Академии Наук», «Записки Всероссийского минералогического общества», «Известия ВУЗов. Геология и разведка», «Известия Академии Наук», «Минеральные ресурсы России. Экономика и управление», «Реферативный журнал. Геология», «Вестник Амурского государственного университета» и др.

Примерные темы курсовых работ:

1. Анализ явлений упорядоченности в полевых шпатах.
2. Исследование зависимости свойств от типа катионов в кристаллах цеолитов.
3. Рентгеноструктурный анализ глинистых минералов.
4. Исследование клиноптилолита и морденита из месторождений Амурской области.
5. Анализ структуры природных и искусственных цеолитов.
6. Определение дефектов структуры в кристаллах корунда.
7. Интерпретация ИК-спектров алюмосиликатов из месторождений Амурской области.
8. Исследование степени триклинности в кристаллах минералов из тройной системы «$KAlSi_3O_8$-$NaAlSi_3O_8$-$CaAl_2Si_2O_8$»/

9. Изучение структурных характеристик и моделирование структуры алюмосиликатов (определённого минерального вида для каждого студента).

10. Анализ особенностей структуры самородных металлов из ряда твердых растворов.

Законяенная курсовая работа имеет вид научного труда. Защита курсовой работы производится студентом в устной форме в виде презентации в конце третьего семестра.

3.6 Методические указания к контрольной работе

Контрольная работа выполняется в конце четвертого семестра по материалам 3 и 4 модулей**.** В контрольной работе содержится три задания: одно теоретическое и два практических на определение неизвестного минерала. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

3.7. Методические указания к самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента (СРС) представляет собой процесс целенаправленного активного приобретения студентом новых знаний и умений без непосредственного участия преподавателя.

Формами самостоятельной работы являются: изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям, выполнение отчётов по лабораторным работам, подготовка к контролирующему тесту по модулю, выполнение частей курсовой работы, подготовка к контрольной работе, подготовка к зачету, подготовка к экзамену. Время для самостоятельной работы целесообразно распределить так, как указано в таблицах разделов 4 и 6 данного УМКД.

Студенту рекомендуется подготовить конспекты по итогам самостоятельного изучения тем, перечень которых указан в подразделе 8.5 рабочей программы.

Студенту рекомендуется использовать в качестве основной литературы источники, приведенные в подразделе 9а рабочей программы, в качестве дополнительной литературы использовать источники, приведенные в подразделе 9б, программное обеспечение и интернет-ресурсы в подразделе 9в рабочей программы.

Студент выполняет четыре контролирующих теста – по одному по итогам изучения тем теоретического материала каждого модуля. Контролирующий тест проводится по темам соответствующих модулей. В каждом тесте 5 заданий. Тест выполняется в письменном виде на практическом занятии. Тест выявляет теоретические знания, практические умения и аналитические способности студентов.

Студенту рекомендуется для подготовки к лабораторной работе использовать литературные и интернет источники из подраздела 9 рабочей программы. Для успешного выполнения лабораторных работ студенту необходимо посещать лекционные и практические занятия.

При подготовке к контрольной работе в конце семестра студенту рекомендуется использовать конспекты практических занятий, учебники из рекомендованного списка литературы и конспекты лекций. Контрольная работа выполняется в конце четвертого семестра по всем пройденным модулям 4-го семестра**.**

IV. Контроль знаний

4.1. Текущий контроль знаний

Текущий контроль знаний выполняется с целью повышения качества усвоения теоретического материала и равномерного распределения нагрузки студента на освоение теоретического материала дисциплины и приобретения практических навыков.

Текущий контроль осуществляется преподавателем на лекционных занятиях, практических занятиях, тестировании по материалам каждого модуля, проведении лабораторныхабот, проверке контрольной работы. Студенту рекомендуется равномерно

распределять своё время для изучения материалов дисциплины «Кристаллография, минералогия», постепенно изучать модули дисциплины и оценивать результат усвоения по итогам контрольных точек проверки знаний, таким образом создаются условия для успешной сдачи зачета в конце семестра и приобретения прочных знаний по дисциплине.

При подготовке к тесту студент повторяет теоретический материал лекций, решение задач, предлагаемых на практических занятиях и для самостоятельного решения, при этом использует учебные пособия и интернет-ресурсы, указанные в разделе 9 рабочей программы.

Примерные образцы тестов выглядят следующим образом:

Тестовые задания (образец)

Тестовые задания по проверке остаточных знаний по дисциплине «Кристаллография, минералогия» для специальности 130301.65 – Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых 5 задания время тестирования – 25 минут

Инструкция:
все задания имеют одну и ту же форму – с выбором одного ответа из четырех предложенных, в каждом задании по 2 вопроса, номер правильного ответа нужно обвести в кружок

Вариант 1

Задание 1

1а) Элементы симметрии I рода связывают друг с другом фигуры …

1) конгруэнтные и энантиоморфные 2) энантиоморфные 3) конгруэнтные 4) любые

1б) Основной закон симметрии кристаллов гласит: «В кристаллах невозможны оси симметрии … порядков»

1) 5-го и выше 6-го 2) 6-го и ниже 5-го 3) 5-го 4) 6-го

Задание 2

2а) Ось L_3 является …

1) зеркальной осью
2) инверсионной осью симметрии третьего порядка
3) сложной осью симметрии третьего порядка
4) поворотной осью симметрии третьего порядка

2б) В кристаллографии существуют возможности распределения многообразия кристаллов с соответствующими элементарными ячейками в зависимости от линейных соотношений масштабных единиц измерений по координатным осям – *категории*, это …

…

1) высокая, низшая категории 2) высшая, средняя, низшая категории 3) средняя, низкая категории 4) высокая, низкая категории

Задание 3

3а) В вариантах ответа выберите обозначение группы симметрии в символике Германа-Могена

1) 4/mmm 2) $L_3 3P$ 3) O_h 4) L_2

3б) Точечную группу симметрии образует …

1 Совокупность операций макросимметрии
2) Совокупность операций I рода
3) Совокупность операций микросимметрии
4) Совокупность операций II рода

Задание4

4а) Количество точечных групп без единичных направлений …

1) 32 2) 5 3) 27 4) 230

4б) Примитивная ячейка Бравэ обозначается …

1) P 2) I 3) F 4) A

Задание5

5а) Точечная группа симметрии, относящаяся к тригональной сингонии, обозначается …

1) 32 2) 23 3) 422 4) mmm

5б) Гранецентрированная ячейка Бравэ обозначается …

1) B 2) I 3) F 4) A

При подготовке к контрольной работе студенту выдаются задачи для самостоятельного решения с предварительным подробным алгоритмом решения на практическом занятии с преподавателем. Задачи контрольной работы должны быть аналогичны тем, которые были рассмотрены на практических занятиях. После написания контрольной работы студентами, преподаватель обязан проверить каждую работу и выполнить обобщающий анализ усвоения материала студентами. По типичным ошибкам сделать анализ на практическом занятии.

Контрольная работа
(образец)

Вариант 1

Задание 1

Найдите матричное представление и порядок группы симметрии низкотемпературной модификации кварца SiO_2. Сведения, необходимые для выполнения задания: точечная группа симметрии низкотемпературной модификации кварца *32*.

Задание 2

Определите минерал и опишите по схеме: диагностические признаки, название, химическая формула, точечная и пространственная группа симметрии, основной структурный мотив, возможные генетичесие ассоциации, известные месторождения, особенности минерала.

Задание 3

Задание аналогично заданию 2, но минералы в заданиях 2 и 3 подбираются из разных классов минералов.

4.2. Итоговый контроль знаний

Целью итогового контроля знаний является комплексная оценка качества усвоения студентами теоретических знаний, уровня навыков и умений, приобретенных студентов в итоге изучения дисциплины «Кристаллография, минералогия».

В конце третьего семестра студенты обязаны сдать зачет по всему изученному материалу 1 и 2 модулей, в конце четвёртого семестра студенты обязаны сдать экзамен по изученному материалу 3 и 4 модулей в соответствии с утвержденной рабочей программой дисциплины.

Итоговый контроль в виде зачета проводится преподавателем в устной форме. Преподаватель имеет право задавать студенту дополнительные вопросы по всему объёму изученной дисциплины. Преподаватель учитывает как текущую успеваемость студента, так и его устные ответы на зачете.

Вопросы для подготовки к зачету преподаватель выдает студенту в начале третьего семестра на первой лекции или на первом практическом занятии. Вопросы к зачету и критерии оценки приведены в подразделе 8.7 рабочей программы.

Итоговый контроль в виде экзамена проводится преподавателем в устной форме в конце четвёртого семестра. Преподаватель имеет право задавать студенту дополнительные вопросы по всему объёму изученной дисциплины. Преподаватель учитывает как текущую успеваемость студента, так и его устные ответы на зачете.

Вопросы для подготовки к экзамену преподаватель выдает студенту в начале четвёртого семестра на первой лекции или на первом практическом занятии. Вопросы к экзамену и критерии оценки приведены в подразделе 8.8 рабочей программы.

V. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе

При изучении дисциплины «Кристаллография, минералогия» применяются следующие интерактивные технологии: метод заданий, метод дебатов, метод презентации информации.

Метод дебатов является методом публичного обсуждения. Дебаты – это специально подготовленный и организованный публичный спор на научную тему, в котором участвуют две или более стороны, отстаивающие свои позиции. Данная интерактивная форма применяется при изучении следующих тем: вывод точечных групп симметрии, описание простых форм кристаллов различных сингоний, парагенетические ассоциации минералов и их генетические признаки при разных условиях образования и др. Преподаватель заранее рекомендует студентам подготовиться к дебатам с помощью учебной и научной литературы, интернет-ресурсов, конспектов лекций.

Лекции проводятся с использованием мультимедийного оборудования. Каждая лекции сопровождается показом лекционных демонстраций (видеосюжетов), презентацией информации.

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы данных, справочных рентгеноструктурных характеристик минералов, информацию о которых можно найти в источниках, указанных в разделе 9 и 10 рабочей программы.