

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра геологии, минералогии  
и петрографии (ГМиП\_ПФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра геологии, минералогии и  
петрографии (ГМиП\_ПФ)

наименование кафедры

Леонтьев Сергей Иванович

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И  
МИНЕРАЛОГИЯ**

Дисциплина Б1.В.02 Кристаллография и минералогия

Направление подготовки /  
специальность 21.05.02 Прикладная геология  
специализация 21.05.02.02 Поиски и  
разведка подземных вод

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,  
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.02 Прикладная геология специализация

21.05.02.02 Поиски и разведка подземных вод

и инженерно-геологические изыскания

Программу  
составили

кан. геол.-мин. наук , профессор, Звягина Елена  
Александровна

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Основная цель преподавания дисциплины – дать систематические знания по морфологическим особенностям кристаллических многогранников и их симметрии, проследить взаимосвязь между химическим составом и свойствами минералов, научить студентов уверенно диагностировать главнейшие минералы в составе горных пород как в лабораторных, так и в полевых условиях, а также дать знания о минеральном веществе во всех аспектах его природы.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В соответствии с требованиями, изложенными в ФГОС ВО, задачей изучения дисциплины является формирование профессиональных и профессионально-специализированных компетенций, которыми должны обладать студенты для успешного применения минералогической информации в решении задач прикладной геологии, в практике будущей производственной, проектной, научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности. С целью последовательной реализации поставленных задач курс дисциплины разделен на три самостоятельных, но тесно взаимосвязанных между собой раздела, реализуемых в 1-3 семестрах:

Раздел 1 – Кристаллография

Раздел 2 – Минералогия

Раздел 3 – Генетическая минералогия.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-1: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</b>	
<b>ПК-12: способностью устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</b>	
Уровень 2	Знать элементы симметрии и их взаимодействия; виды симметрии, простые формы и их классификацию; строение и свойства кристаллического вещества;
Уровень 2	Уметь определять симметрию кристаллов и простые формы в комбинациях;

	выявлять взаимосвязь между симметрией кристаллов, их морфологией, структурой и свойствами
Уровень 2	Владеть методикой распределения видов симметрии и простых форм по сингониям и категориям; навыками определения симметрии и выделения простых форм кристаллов
<b>ПК-16: способностью подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</b>	
Уровень 1	Знать правила проектирования кристаллов; особенности установки кристаллов разных сингоний; кристаллографические символы; физические свойства минералов;
Уровень 1	Уметь строить стереографические проекции кристаллов; устанавливать кристаллы разных сингоний в соответствующих системах координат; вычислять символы граней
Уровень 1	Владеть методами проектирования кристаллов и анализа многогранников в различных системах координат; навыками описания морфологии минералов и их агрегатов; навыками определения и описания физических свойств минералов;
<b>ДПСК-4.2: способностью выполнять диагностику минералов, горных пород и руд с использованием современных методов исследований</b>	
Уровень 1	Знать методы исследования кристаллического вещества; особенности химического состава минералов; современную классификацию минералов; диагностические признаки, происхождение и применение минералов
Уровень 1	Уметь рассчитывать формулы минералов по их химическому составу; определять минералы по их диагностическим признакам
Уровень 1	Владеть кислородным методом пересчета химических анализов минералов на формулы; навыками макроскопической диагностики минералов
<b>ДПСК-4.4: способностью на основе собранных фактов делать выводы о происхождении и условиях формирования магматических, метаморфических и метасоматических горных пород, выявлять связи этих пород и полезных ископаемых</b>	
Уровень 1	Знать парагенетические ассоциации минералов эндогенного и экзогенного происхождения
Уровень 1	Уметь выделять парагенетические ассоциации в минеральных агрегатах; определять возрастные взаимоотношения минералов; устанавливать происхождение парагенетических минеральных ассоциаций
Уровень 1	Владеть навыками описания минеральных ассоциаций; навыками определения последовательности минералообразования

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВО) и учебным планом курс «Кристаллография и минералогия» включен в дисциплины специализации Б1.Б23 программ для специальности 21.05.02 «Прикладная геология» (уровень специалитета) для студентов специализаций 21.05.02.01 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых». При изучении курса «Кристаллография и минералогия» необходимы знания таких основополагающих дисциплин (предшествующие дисциплины), включенных в базовую часть учебного плана:

- Математика
- Неорганическая химия
- Общая геология
- Физика

В свою очередь, знания, полученные в процессе изучения данной дисциплины «Кристаллография и минералогия», являются основой при усвоении курсов

- Кристаллооптические методы исследований
- Кристаллохимия
- Оптическая минералогия
- Общая геохимия
- Петрография
- Геохимические методы поисков
- Основы учения о полезных ископаемых
- Шлиховой анализ
- Геология окolorудных метасоматитов
- Литология
- Опробование твердых полезных ископаемых
- Промышленные типы месторождений полезных ископаемых
- Геология и разведка месторождений золота
- Геология и разведка россыпей
- Лабораторные методы изучения минерального сырья
- Прогнозирование и поиски полезных ископаемых
- Основы технологии переработки руд
- Формационный анализ
- Основы горнопромышленной геологии
- Основы металлогении
- Рудничная геология

1.5 Особенности реализации дисциплины  
Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр		
		1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7 (252)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4,33 (156)</b>	<b>1,42 (51)</b>	<b>1,42 (51)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	1,94 (70)	0,47 (17)	0,47 (17)	1 (36)
занятия семинарского типа				
в том числе: семинары				
практические занятия				
практикумы				
лабораторные работы	2,39 (86)	0,94 (34)	0,94 (34)	0,5 (18)
другие виды контактной работы				
в том числе: групповые консультации				
индивидуальные консультации				
иная внеаудиторная контактная работа:				
групповые занятия				
индивидуальные занятия				
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,67 (60)</b>	<b>0,58 (21)</b>	<b>0,58 (21)</b>	<b>0,5 (18)</b>
изучение теоретического курса (ТО)				
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)				
реферат, эссе (Р)				
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>			<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Кристаллография	17	0	20	13	ДПСК-4.2 ПК-12 ПК-16
2	Минералогия	31	0	56	35	ДПСК-4.2 ПК-12 ПК-16
3	Генетическая минералогия	22	0	10	12	ДПСК-4.2 ДПСК-4.4 ПК-12 ПК-16
Всего		70	0	86	60	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>1 Кристаллография, ее содержание, место среди других наук. Современные направления развития науки. Аморфные и кристаллические тела. Понятие о пространственной решетке кристалла. Основные свойства кристаллического вещества: анизотропность, однородность, способность самоограняться, минимальная внутренняя энергия, статичность. Распространенность кристаллического вещества в природе.</p>	2	0	0
2	1	<p>2 Геометрическая кристаллография. Понятие симметрии кристаллов и симметрические операции. Элементы симметрии. Теоремы взаимодействия элементов симметрии. Проектирование кристаллов. Гномостереографические проекции. Сетка Вульфа. Понятие о сферических координатах. Понятие категории, сингонии и их признаки. Закон постоянства граничных углов (Стено-Ломоносова-Ромэ де Лиля). Распределение видов симметрии по сингониям и категориям.</p>	2	0	0



3	1	3 Виды симметрии. Единичные направления в кристаллах. Представление о выводе 32 видов симметрии для кристаллов с единичным направлением и симметрично-равными направлениями. Символика Германа-Могена.	2	0	0
4	1	4 Простые формы. Представление о выводе простых форм и распределении их по сингониям. Кристаллографические символы. Закон Гаюи – закон рациональности соотношений параметров (закон целых чисел). Символы граней. Понятие о единичных отрезках и гранях. Символы граней и простых форм.	2	0	0
5	1	5 Координатные системы в кристаллографии. Установка кристаллов в прямоугольной, косоугольной и четырехосевой системе координат. Символы ребер и закон поясов Вейса.	2	0	0

6	1	<p>6 Основы кристаллохимии. Кристаллохимия как наука, ее задачи. Строение кристаллического вещества, анионы и катионы, типы химической связи в минералах, определение степени ковалентности в ионно-ковалентных связях. Главнейшие типы кристаллических структур и их связь с химическим составом веществ и кристаллохимическими особенностями (выделение элементарной ячейки, типы решеток Бравэ). Атомные и ионные радиусы. Плотнейшие упаковки атомов (ионов). Координационные числа и координационные полиэдры. Способы изображения структур минералов с помощью шаровых, шариковых моделей и координационных многогранников. Подсчет числа формульных единиц в элементарной ячейке. Мотивы структур.</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

7	1	<p>7 Основы теории образования и роста кристаллов.  Морфология реальных кристаллов. Зарождение кристаллов, гомогенное и гетерогенное.  Механизмы роста кристаллов:  молекулярно-кинетическая теория, теория несовершенного роста кристаллов.  Факторы, влияющие на облик кристаллов.  Скорости роста граней.  Закон Бравэ.  Особенности среды кристаллизации: ее симметрия, состав, степень насыщения, температура.  Концентрационные потоки. Неравновесный рост кристаллов: скелетный, мозаичный дендритный рост.  Закономерные сростания: параллельные сростки.  Двойники. Эпитаксия.  Морфология индивидов (облик, габитус, скульптура граней) и агрегатов. Зернистые агрегаты, друзы (щетки), секреции, конкреции, псевдоморфозы, натечные формы, коллоидные, тонкодисперсные образования.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

8	1	<p>8 Кристаллофизика. Зависимость физических свойств от внутренней структуры вещества. Механические свойства: спайность, излом, деформация, отдельность, твердость, плотность. Оптические свойства кристаллов: показатель преломления, двупреломление, прозрачность. астеризм, эффект «кошачьего глаза», дисперсионные эффекты, цвет черты, блеск, люминесценция и ее природа. Прочие свойства: теплопроводность, электрические свойства (пиро- и пьезоэлектричество), магнитность, радиоактивность, растворимость, запах, вкус</p>	2	0	0
9	1	<p>9 Методы выращивания кристаллов. Главнейшие особенности роста кристаллов в природных, лабораторных и заводских условиях. Основные промышленные методы получения искусственных кристаллов</p>	1	0	0

10	2	<p>10 Введение. Предмет и содержание минералогии, современные определения объекта минералогии – минерала. Место минералогии среди других геологических дисциплин. Краткая история развития минералогии. Развитие минералогии в России. Значение минералогии в народном хозяйстве и задачи, стоящие перед ней (выявление новых видов минерального сырья, развитие поисковой и генетической минералогии). Основные разделы современной минералогии: кристаллография, кристаллохимия, физика минералов, систематическая минералогия (классификация минеральных видов), генетическая минералогия. Экспериментальная минералогия, поисковая, технологическая, техническая минералогия, наноминералогия.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

11	2	11 Морфология минералов. Морфология минеральных индивидов. Искаженные формы кристаллов. Закономерные срастания. Морфология минеральных агрегатов. Физические свойства минералов. Оптические свойства минералов. Механические свойства. Прочие свойства.	2	0	0
12	2	12 Химический состав минералов. Главные компоненты и примеси. Типы воды в минералах. Формулы минералов и методы расчета формул минералов. Пересчет химических анализов минералов на кристаллохимические формулы кислородным и катионным методами. Методы расчета минералов и графическое изображение минерального состава минералов.	2	0	0
13	2	13 Изоморфизм. Виды (изовалентный, гетеровалентный, совершенный, ограниченный, аномальный, компенсационный, направленный). Факторы изоморфизма. Аддитивность свойств изоморфных смесей. Полиморфизм и политипия. Явления разрушения кристаллических структур (метамиктный распад и метамиктные минералы, импактные процессы).	2	0	0

14	2	<p>14 Современная кристаллохимическая классификация минералов. Ее принципы и классификационные единицы. Понятие минерального вида и минеральной разновидности. Распространенность в земной коре типов и классов минералов. Общая характеристика типа Простые вещества (самородные элементы). Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства и генетические признаки, принципы систематики.</p> <p>Класс металлы – группы меди (медь, золото, серебро, электрум), железа, платины (платина, осмистый иридий, невьянскит, сысертскит).</p> <p>Класс полуметаллы – мышьяк, висмут.</p> <p>Класс неметаллов – группа углерода (алмаз, графит), группа серы.</p>	2	0	0
----	---	---	---	---	---

15	2	<p>15 Тип халькогениды (сернистые соединения и их аналоги). Общая характеристика, особенности состава. Формы выделения, физические свойства, принципы систематики. Генезис.</p> <p>Класс собственно сульфидов и их аналогов – группы халькозина, галенита, сфалерита, пирротина, борнита, аргентита, реальгара, киновари, стибнита, ковеллина, аурипигмента, молибденита.</p>	2	0	0
16	2	<p>16 Класс Дисульфиды. Особенности их кристаллохимии и свойств. Группы пирита, арсенопирита, скуттерудита, спериллит.</p> <p>Класс Сульфосоли. Особенности их состава и структуры. Группы блеклых руд, прустита, буланжерита.</p> <p>Тип Галогениды. Химический состав, структура, формы выделения, физические свойства и генетические признаки, принципы систематики. Класс Фториды. Флюорит. Класс Хлориды. Галит, сильвин, карналлит.</p>	2	0	0



17	2	<p>17 Тип Кислородные соединения. Общая характеристика минералов. Подтип оксидов и гидроксидов. Химические и структурные особенности минералов, их морфология, физические свойства, генетические признаки. Их происхождение и применение.</p> <p>Класс Простые оксиды. Группа куприта, корунда, рутила, кварца, опал.</p> <p>Класс Сложные оксиды: хризоберилл, группы шпинели, ильменита, перовскита, пироклора, колумбита-танталита, эшинита.</p> <p>Класс Гидроксиды - диаспор, бёмит, гиббсит, брусит, гётит, манганит, псиломелан. Сложные минеральные смеси: лимониты, бокситы, вады.</p>	2	0	0
18	2	<p>18 Подтип соли кислородных кислот. Кристаллохимические особенности, типы связи в комплексном анионном радикале и между анионом и катионом.</p> <p>Классификация. Принципы выделения классов.</p> <p>Класс карбонаты. Общая характеристика. Особенности структуры и химического состава. Физические свойства. Генезис и применение. Группы кальцита, доломита, арагонита, малахита.</p>	1	0	0

19	2	<p>19 Класс фосфаты и их аналоги (арсенаты, ванадаты). Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Физические свойства. Генезис и применение. Группы монацита, апатита, вивианита, скородита, урановых слюдок, бирюза.</p> <p>Класс сульфаты. Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Физические свойства. Генезис и применение. Островные сульфаты: ангидрит, барит, целестин, англезит, тенардит, группа алуниита. Слоистые сульфаты – гипс. Водные сульфаты: мирабилит, эпсомит, мелантерит, халькантит, полигалит.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

20	2	<p>20 Класс хроматы: Крокоит. Класс вольфраматы, молибдаты. Различие в геохимии молибдена и вольфрама в земной коре. Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Физические свойства. Генезис и применение. Группы шеелита, вольфрамит, ферримолибдита. Класс бораты. Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Физические свойства. Генезис и применение.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

21	2	<p>21 Класс силикаты, алюмосиликаты и их аналоги. Общая характеристика и распространенность в земной коре. Развитие представлений о конституции силикатов. Современные представления о химическом составе и структуре силикатов. Принципы классификации. Зависимость морфологии и физических свойств силикатов и алюмосиликатов от их структурных мотивов. Генезис и применение. Подкласс островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами. Группы граната, оливина, циркона, кианита, ставролита, топаза, клиногумита, титанита, фенакита, монтичеллит, эпидота, везувиана, гемиморфита, хлоритоида.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

22	2	<p>22 Подкласс островные кольцевые силикаты. Особенности структуры. физические свойства. Группа берилла, турмалина, аксинита, эвдиалита. Подклассы цепочечные и ленточные силикаты. Кристаллохимические особенности, связанная с ними морфология минеральных индивидов.и физические свойства. Общие и отличительные признаки. Группа пироксенов (ромбические и моноклинные пироксены), пироксенодов, амфиболов (ромбические и моноклинные), астрофиллит, силлиманит.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

23	2	<p>23 Подкласс слоистых силикатов и алюмосиликаты. Особенности состава и структуры (двухслойные и трехслойные, смешаннослойные, симметричные и несимметричные пакеты, диоктаэрические и триоктаэдрические). Отличительные черты морфологии и физических свойств. Генезис и практическое значение. Группы талька-пиррофиллита, серпентина, каолинита, слюд, гидрослюд, монтмориллонита, хлоритов, хризоколла, даголит.</p> <p>Подкласс каркасных алюмосиликатов. Особенности структуры, закономерности распределения алюминия в тетраэдрах. Распространенность. Степень упорядоченности полевых шпатов и ее значение в минералогической термобарометрии. Морфология и физические свойства.</p>	2	0	0
----	---	---	---	---	---

24	2	<p>24 Группа полевых шпатов. Подгруппы плагиоклазов и щелочных полевых шпатов. Их общие и отличительные признаки. Особенности изоморфизма. Классификация плагиоклазов. Фельдшпатоиды: группы лейцита, нефелина, канкринита, содалита. Цеолиты. Особенности структуры, физические свойства, практическое применение.</p>	2	0	0
25	2	<p>25 Методы исследования минералов. Методы изучения минералов при проведении полевых работ; порядок описания естественных и искусственных обнажений, штуфных образцов, шлихов, протолочек. Лабораторные методы исследования: оптические, рентгено-структурные, термический, люминесцентный (термолюминесцентный), электронно-микроскопические. Методы исследования изучения химического состава: химический, спектральный, рентгено-спектральный анализ и др.</p>	2	0	0

26	3	<p>26 Понятие генезиса, парагенезиса, генерации, онтогении минералов. О критериях возрастных соотношений минералов. Признаки, позволяющие установить генезис минералов. Типоморфизм. Типоморфные минералы и типоморфные признаки.</p>	2	0	0
27	3	<p>27 Онтогения минералов (зарождение, рост минералов. Генезис минеральных индивидов и агрегатов. Практическое и научное значение онтогении минералов.</p>	2	0	0



28	3	<p>28 Классификация процессов минералообразования. Магматические процессы и их минеральные ассоциации. Понятие о магме, ее химический состав, термодинамические условия. Особенности кристаллизации магмы и общие закономерности в изменении минеральных ассоциаций с понижением температуры. Кристаллизационная дифференциация, ликвация.</p> <p>Концентрация рудных минералов при магматическом процессе. Типичные минеральные ассоциации, связанные с ультраосновными и основными типами: месторождения алмаза, связанные с кимберлитами; месторождения хромита и платины с дунитами, сульфидные медно-никелевые месторождения – с ультраосновными и основными породами. Нефелин-апатитовые месторождения, связанные с ультраосновными и средними щелочными породами. Карбонатиты.</p>	3	0	0
----	---	---	---	---	---

29	3	<p>29 Пегматиты. Понятие «пегматит». Три точки зрения в учении о генезисе пегматитов (А.Е. Ферсмана, А.Н. Заварицкого, Н.Г. Судовикова). Развитие пегматитового процесса по Ферсману-Власову, его стадийность, зональность. Роль летучих компонентов и метасоматических процессов при образовании пегматитов. Классификация пегматитов по геологическим условиям их нахождения и, соответственно, термодинамическим условиям образования (по А.И. Гинзбургу, Г.Г. Родионову) на пегматиты малых глубин (хрусталеносные), умеренных глубин (редкометальные), больших глубин (слюдоносные), весьма больших глубин (графические). Их минеральные ассоциации и практическое значение. Негранитные пегматиты.</p>	3	0	0
----	---	--	---	---	---

30	3	<p>30 Минеральные ассоциации контактово-метасоматических процессов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Типы метасоматоза по механизму замещения: инфильтрационный, диффузионный, биметасоматический и по физико-химическим условиям: фенитизация, альбитизация, грейзенизация, скарнообразование. Роль геологической среды, а также летучих компонентов и гидротермальных растворов для формирования различных типов минеральных образований при метасоматических процессах. Зональность контактово-метасоматических минеральных ассоциаций. Типичные ассоциации минералов для фенитов, альбититов, грейзенов и скарнов и их практическое значение</p>	3	0	0
----	---	---	---	---	---

31	3	<p>31 Гидротермальные процессы. Минеральные ассоциации гидротермальных процессов. Источники гидротермальных растворов. Термодинамические параметры процесса. Химический состав гидротермальных растворов. Возможные способы отложения вещества гидротермальных образований. Классификация процессов по температуре образования и генетической связи с магматическим очагом (плутоногенные, вулканогенные и телетермальные). Типичные минеральные ассоциации. Гидротермальные изменения вмещающих пород. Минеральные ассоциации вулканических эксгаляций (возгоны). Возгоны, образующиеся при вулканической и поствулканической деятельности. Их химический состав. Особенности морфологии минералов вулканического происхождения. Типичные минеральные ассоциации возгонов. Их значение.</p>	3	0	0
----	---	--	---	---	---

32	3	<p>32 Минеральные ассоциации метаморфических образований. Физико-химические параметры метаморфизма. Типы метаморфизма. Региональный (динамотермальный) и контактовый (термальный) метаморфизм. Фации метаморфизма. Парагенетические ассоциации минералов в различных по исходному составу метаморфических породах. Метаморфогенные месторождения (метаморфические: мраморы, кварциты и метаморфизованные: железистые кварциты, силлиманит-кианитовые породы, месторождения наждака, графита). Минеральные парагенезисы жил альпийского типа.</p>	2	0	0
----	---	--	---	---	---

33	3	33 Генетические типы экзогенных процессов минералообразования. Общая характеристика и систематика экзогенных процессов. Процессы выветривания. Минеральные ассоциации кор выветривания, зон окисления по сульфидным рудам. Типы кор выветривания. Зоны вторичного сульфидного обогащения. Примеры минеральных парагенезисов зоны окисления медных, свинцово-цинковых, молибденовых сульфидных месторождений.	2	0	0
34	3	34 Процессы осадконакопления и биогенеза. Механические осадки и минеральный состав россыпей. Инфильтрационные образования. Химические осадки морских и озерных бассейнов (соленосных и пресноводных). Типичные минеральные ассоциации. Биогенные осадки и их ассоциации.	2	0	0
Всего			70	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	1 Геометрическая кристаллография. Элементы симметрии – оси, плоскости симметрии, центр инверсии. Теоремы взаимодействия элементов симметрии. Графическое изображение элементов симметрии. Работа с моделями кристаллов.	2	0	0
2	1	2 Проектирование кристаллов (гномо стереографические проекции). Изображение в проекциях элементов симметрии, граней кристаллов. Работа с моделями кристаллов.	2	0	0
3	1	3 Сингонии, категории сингоний и их признаки. Виды симметрии. Самостоятельная работа с моделями кристаллов. Решение задач на взаимодействие элементов симметрии.	2	0	0
4	1	4 Простые формы и их комбинации (открытые и закрытые, частные и общие). Простые формы и комбинации низшей и средней категории.	2	0	0
5	1	5 Определение простых форм низшей и средней категории в комбинациях с применением проектирования.	2	0	0

6	1	6 Работа по определению простых форм в кристаллах кубической сингонии. Кристаллографические символы. Координатные системы в кристаллографии. Установка кристаллов в прямоугольной системе координат (кубическая, тетрагональная, ромбическая сингонии). Определение символов граней и простых форм.	2	0	0
7	1	7 Работа по определению простых форм в кристаллах всех категорий (3 модели кристаллов, 3 проекции – по одной из каждой категории).	2	0	0
8	1	8 Установка кристаллов в косоугольной (моноклинная и триклинная сингонии) и четырехосевой системе координат (тригональная и гексагональная сингонии). Определение символов граней. Работа с моделями кристаллов.	2	0	0
9	1	9 Сетка Вульфа. Сферические координаты граней. Решение задач с использованием сетки Вульфа.	2	0	0
10	1	10 Контрольная работа №1 по определению символов граней в кристаллах всех категорий (3 модели кристаллов разных категорий с применением проектирования).	2	0	0



11	2	12 Морфология минералов. Морфология минеральных индивидов (кристаллов и кристаллических зерен). Определение облика и габитуса кристаллов. Закономерные срастания кристаллов (двойники, эпитаксические и параллельные срастания). Морфология агрегатов (секреции, жеоды, конкреции, дендриты, псевдоморфозы и т.д.), их генезис.	2	0	0
12	2	13 Физические свойства минералов. Оптические – окраска минералов, цвет черты, блеск, прозрачность, люминесценция. Механические – твердость, спайность, отдельность, упругость, магнитные свойства, плотность и прочие Тест №1	2	0	0
13	2	14 Тип Простые вещества (самородные элементы). Класс Металлы – медь, серебро, золото, электрум, платина, поликсен, осмистый иридий (невьянскит, сыссерскит), железо. Класс Полуметаллы –мышьяк, висмут. Класс Неметаллы – алмаз, графит, сера. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ. Контрольная работа №2 "Морфология минералов"	2	0	0

14	2	15 Тип халькогениды. Класс Собственно сульфиды и их аналоги – хплькозин, пирротин, пентландит, сфалерит, галенит, борнит, халькопирит, станин, аргентит, реальгар, киноварь, стибнит, висмутин, ковеллин, аурипигмент, молибденит Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ. Тест №2 "Самородные элементы"	2	0	0
15	2	16 Работа по определению сульфидов. Дисульфиды – пирит, марказит, кобальтин, арсенопирит, группа скуттерудита (шмальтин, хлоантит), сперрилит. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
16	2	17 Работа по определению дисульфидов. Сульфосоли – группа блеклых руд (тетраэдрит, теннантит), прустит, пираргирит, буланжерит, джемсонит. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
17	2	Повторение пройденного материала. Защита лабораторных работ. Собеседование.	2	0	0

18	2	<p>18 Тип галогениды: галит, сильвин, карналлит, флюорит.</p> <p>Тип кислородные соединения. Подтип оксиды и гидроксиды.</p> <p>Простые оксиды – корунд, гематит, уранинит, рутил, анатаз, касситерит, пиролюзит, куприт, кварц (халцедон), опал, тридимит, кристобалит. Работа с учебными коллекциями.</p> <p>Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0
19	2	<p>19 Работа по определению простых оксидов.</p> <p>Сложные оксиды – магнетит, хромит, шпинель, ильменит, хризоберилл (александрит), перовскит, лопарит, пирохлор - микролит, колумбит – танталит, самарскит, эшинит. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0
20	2	<p>20 Работа по определению простых сложных оксидов.</p> <p>Гидроксиды – брусит, гиббсит, диаспор, бёмит, гётит,</p> <p>Манганит, группа псиломелана. Сложные минеральные смеси – лимониты, бокситы, вады.</p> <p>Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0
21	2	<p>21 Работа по определению оксидов и гидроксидов.</p> <p>Класс карбонаты – кальцит, магнезит, сидерит, родохрозит, доломит, анкерит, арагонит, церуссит, стронцианит, витерит, малахит, азурит. Работа с учебными коллекциями.</p> <p>Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0

22	2	22 Работа по определению карбонатов. Класс фосфаты, арсенаты, ванадаты – монацит. Апатит, пироморфит. вивианит (керчинит), эритрин, аннабергит, группа урановых слюдок, скородит, бирюза. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
23	2	23 Класс сульфаты: барит, целестин, ангидрит, англезит, гипс, эпсомит, мелантерит, халькантит, тенардит, мирабилит, полигалит, алунит, ярозит. Повторение минералов класса карбонатов. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
24	2	24 Класс молибдаты вольфраматы: вольфрамит (гюбнерит, ферберит), шеелит, повелит, вульфенит, ферримолибдит. Класс хроматы: крокоит. Бораты: иньоит, ашарит, колеманит, пандермит, гидроборацит, улексит, людвицит, сассолин. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
25	2	25 Работа по определению минералов классов карбонаты, сульфаты, фосфаты, вольфраматы-молибдаты и минералов типа галогениды.	2	0	0

26	2	<p>26 Класс силикаты. Подкласс островных силикатов (с изолированными тетраэдрами: фенакит, форстерит, оливин, фаялит, группа гранатов: альмандин, спессартин, пироп, андрадит, гроссуляр, уваровит; циркон, кианит, андалузит, ставролит, топаз, титанит, клиногумит, хлоритоид. Повторение минералов типа сернистые соединения. Класс простые сульфиды. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0
27	2	<p>27 Контрольная работа по определению сульфидов и их аналогов, оксидов и гидроксидов, карбонатов, фосфатов, сульфатов и хроматов.</p>	2	0	0
28	2	<p>28 Класс силикаты. Подкласс островных силикатов (со сдвоенными тетраэдрами): гемиморфит, эпидот, цоизит, алланит, везувиан. Подкласс кольцевые силикаты: берилл, кордиерит, турмалин, аксинит, эвдиалит. Повторение минералов классов дисульфидов и сульфосолей. Повторение минералов типа сернистые соединения. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.</p>	2	0	0

29	2	29 Работа по определению минералов подкласса островных силикатов и класса сульфидов. Подкласс цепочечные силикаты. Группа пироксенов: энстатит, бронзит, гиперстен, диопсид, геденбергит, авгит, эгирин, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
30	2	30 Подкласс ленточные силикаты. Группа амфиболов: антофиллит, тремолит, актинолит, роговая обманка, рибекит, глаукофан, арфведсонит. Астрофиллит, силлиманит. Повторение минералов класса простые оксиды.	2	0	0
31	2	31 Формулы минералов и методы расчета формул минералов на примере минералов группы граната. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
32	2	32 Подкласс слоистые силикаты: тальк, пирофиллит, серпентин, палыгорскит, мусковит, флогопит, биотит, лепидолит, гидромусковит (иллит), вермикулит, глауконит. Повторение минералов класса сложные оксиды. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0

33	2	33 Подкласс слоистые силикаты: хрупкие слюды – Маргарит; пренит, датолит, группа хлорита: пеннин, клинохлор, тюрингит, шамозит; каолинит, монтмориллонит, хризоколла. Повторение минералов класса гидроксидов. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
34	2	34 Работа по определению минералов подклассов цепочечные, ленточные, слоистые силикаты, классов оксиды и гидроксиды.	2	0	0
35	2	35 Подкласс каркасные алюмосиликаты. Группа полевых шпатов. Плагиноклазы. Классификация плагиноклазов. Щелочные полевые шпаты: санидин, ортоклаз, микроклин (амазонит). Признаки отличия плагиноклазов от щелочных полевых шпатов. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
36	2	36 Подкласс каркасные алюмосиликаты. Семейство фельдшпатоидов: лейцит, поллуцит, нефелин, канкринит, содалит, лазурит; скаполит, минералы семейства цеолитов: натролит, стильбит, гейландит, анальцим. Работа с учебными коллекциями. Посещение геологического музея СФУ.	2	0	0
37	2	37 Работа по минералам класса силикаты, 10 образцов	2	0	0
38	2	38 Контрольная работа №4 по всем минералам, 10 образцов	2	0	0

39	3	<p>39 Онтогенез минеральных индивидов. Признаки различных видов зарождения (гомогенное, гетерогенное) и роста минералов. Усложненные формы кристаллов (расщепленные, нитевидные, скелетные, метакристаллы). Онтогенез минеральных агрегатов. Установление стадийности процесса рудоотложения, зональности. Составление схем последовательности минералообразования по образцам учебной коллекции. Работа с учебными коллекциями. – 1 час.</p>	2	0	0
40	3	<p>40 Классификация процессов минералообразования. Магматические процессы и их минеральные ассоциации. Минеральные ассоциации рудных месторождений, связанных с ультраосновными и основными породами, месторождения алмаза, связанные с кимберлитами; месторождения хромита и платины с дунитами, сульфидные медно-никелевые месторождения – с ультраосновными и основными породами. Нефелин-апатитовые месторождения, связанные с ультраосновными и средними щелочными породами. Карбонатиты.</p>	2	0	0



41	3	<p>41 Пегматиты.          Минеральные ассоциации пегматитов кислой и щелочной магм. Гранитные пегматиты: хрусталеносные, редкометальные, слюдоносные. Щелочные пегматиты: пироклоровая ассоциация в пегматитах нефелиновых сиенитов, эвдиалитовая, связанная с пегматитами ультраосновных – щелочных пород.          Минеральные ассоциации контактово-метасоматических процессов: грейзены, известковые скарны, магнезиальные скарны.          Минеральные ассоциации гидротермальных процессов (касситеритовые, касситерит-вольфрамитовые, молибденитовые жилы, кобальт-никель-мышьяковистые жилы, полиметаллические и свинцово-цинковые жилы медно-порфировые руды с молибденитом, сурмяно-ртутные месторождения).</p>	2	0	0
----	---	---	---	---	---

42	3	<p>42 Минеральные ассоциации метаморфических образований. Ассоциации динамо-термального метаморфизма (фашия зеленых сланцев, эпидот-амфиболитовая и амфиболитовая фашии – кристаллические сланцы, гнейсы, мраморы, амфиболиты, гранулитовая фашия – гранулиты, гейсы; фашии высоких давлений – эклогитовая фашия).</p> <p>Метаморфогенные месторождения (железистые кварциты, графитовые месторождения).</p> <p>Контактовый метаморфизм. Роговики.</p> <p>Минеральные ассоциации экзогенного происхождения. Бокситы, каолиниты, гидрогетит, лимониты, минеральные ассоциации зон окисления медных, свинцово-цинковых, молибденовых сульфидных руд.</p>	2	0	0
43	3	<p>43 Осадочные образования соленосных отложений. Химические отложения пресных вод (коллоидные осадки) – железорудные месторождения. Ассоциации месторождений марганцевых руд и фосфоритов. Органогенные известняки, мел, диатомиты, яшмы.</p> <p>Контрольная работа №5 по минеральным ассоциациям различного происхождения</p>	2	0	0
Всего			86	0	0

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Костененко Л. П., Ананьев С. А.	Классификация минералов и их природные ассоциации: методические указания к лабораторным работам по курсу "Минералогия" для студентов всех форм обучения специальности 08.01 "Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений"	Красноярск: Красноярский институт цветных металлов им. М.И. Калинина (КИЦМ), 1991
Л1.2	Костененко Л. П., Ананьев С. А.	Классификация минералов и их природные ассоциации: методические указания к лабораторным работам по курсу "Минералогия" для студентов всех форм обучения специальностей 080100 "Геологическая съемка и поиски", 080200 "Геология и разведка месторождений полезных ископаемых"	Красноярск: Красноярская академия цветных металлов и золота [ГАЦМиЗ], 1996
Л1.3	Костененко Л. П., Звягина Е. А.	Простые формы и комбинации кристаллов низшей и средней категории: метод. указ. к лаб. работам по геометрической кристаллографии для студентов спец. 080100 "Съемка, поиски и разведка месторождений" и 080600 "Прикладная геохимия, петрология, минералогия" очной и заоч. форм обуч.	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2005

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учебник для технических вузов	Москва: Высшая школа, 1976
Л1.2	Попов Г. М., Шафрановский И. И.	Кристаллография: учебник для геологических институтов и факультетов	Москва: Высшая школа, 1964

Л1.3	Булах А. Г., Кривовичев В. Г., Золотарев А. А.	Общая минералогия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология"	Москва: Академия, 2008
Л1.4	Бетехтин А. Г., Пирогов Б. И., Шкурский Б. Б.	Курс минералогии: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. 130300 "Приклад. геология"	Москва: Университет, 2008
Л1.5	Егоров-Тисменко Ю. К.	Кристаллография и кристаллохимия: учебник для вузов по спец. "Геология"	Москва: КДУ, 2010
Л1.6	Костененко Л. П., Вульф М. В., Звягина Е. А.	Кристаллография, минералогия: Ч. 2. Минералогия: в 2 частях : лабораторный практикум	Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ], 2011
Л1.7	Булах А. Г.	Минералогия: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Геология"	Москва: Академия, 2011
Л1.8	Звягина Е. А., Костененко Л. П., Вульф М. В., Окладникова Л. Г., Кропанина М. П., Красов Л. А., Прокатень Е. В., Стрепеткова С. В.	Кристаллография, минералогия: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Франк- Каменецкий В. А.	Кристаллография и кристаллохимия: Выпуск 5	Ленинград: Ленинградский университет [ЛГУ], 1985
Л2.2	Барабанов В. Ф.	Генетическая минералогия: монография	Ленинград: Недра, 1977
Л2.3	Годовиков А. А.	Минералогия	Москва: Недра, 1975
Л2.4	Бетехтин А. Г.	Курс минералогии: учебник для геологоразведочных институтов и факультетов	Москва: Госгеолтехиздат [Государственно е научно- техническое издательство литературы по геологии и охране недр], 1961
Л2.5	Лазаренко Е. К.	Курс минералогии: учебник	Москва: Высшая школа, 1971

Л2.6	Бетехтин А. Г.	Минералогия	Москва: Государственное издательство геологической литературы [Госгеолиздат], 1950
Л2.7	Бетехтин А. Г.	Курс минералогии: учебное пособие для университетов и геолого-разведочных факультетов вузов: допущено Министерством высшего образования СССР?	Москва: Государственное издательство геологической литературы [Госгеолиздат], 1951
Л2.8	Батти Х., Принг А.	Минералогия для студентов = Mineralogy for Students	Москва: Мир, 2001
Л2.9	Смольянинов Н.А., Карский Б. Е.	Практическое руководство по минералогии: учебное пособие для студентов геологических специальностей вузов	Москва: Недра, 1972
Л2.10	Булах А. Г.	Общая минералогия: учебник для студентов ун-тов по направлению "Геология"	Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1999
Л2.11	Булах А. Г.	Минералогия с основами кристаллографии: учебник для вузов	Москва: Недра, 1989
Л2.12	Булах А. Г., Золотарев А. А., Кривовичев В. Г.	Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов: [монография]	Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственног о университета, 2014
Л2.13	Лазаренко Е. К.	Основы генетической минералогии	Львов: Издательство Львовского университета, 1963
Л2.14	Годовиков А. А.	Минералогия	Москва: Недра, 1983
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Костененко Л. П., Ананьев С. А.	Классификация минералов и их природные ассоциации: методические указания к лабораторным работам по курсу "Минералогия" для студентов всех форм обучения специальности 08.01 "Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений"	Красноярск: Красноярский институт цветных металлов им. М.И. Калинина (КИЦМ), 1991
ЛЗ.2	Костененко Л. П., Ананьев С. А.	Классификация минералов и их природные ассоциации: методические указания к лабораторным работам по курсу "Минералогия" для студентов всех форм обучения специальностей 080100 "Геологическая съемка и поиски", 080200 "Геология и разведка месторождений полезных ископаемых"	Красноярск: Красноярская академия цветных металлов и золота [ГАЦМиЗ], 1996
ЛЗ.3	Костененко Л. П., Звягина Е. А.	Простые формы и комбинации кристаллов низшей и средней категории: метод. указ. к лаб. работам по геометрической кристаллографии для студентов спец. 080100 "Съемка, поиски и разведка месторождений" и 080600 "Прикладная геохимия, петрология, минералогия" очной и заоч. форм обуч.	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2005

### 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Кристаллография и минералогия	<a href="http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u54/i-545219.pdf">http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u54/i-545219.pdf</a>
Э2	Кристаллография и минералогия	<a href="http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/UMKD/i-356965.zip">http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/UMKD/i-356965.zip</a>
Э3	Кристаллография и минералогия. Шаскольская М. П. Кристаллография, учебник для технических вузов, Москва: Высшая школа, 1976. 391 с.	<a href="http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/i-381064.pdf">http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/i-381064.pdf</a>
Э4	Кристаллография и минералогия	<a href="http://www.ggd.nsu.ru/Crystal">http://www.ggd.nsu.ru/Crystal</a>
Э5		

### 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общий объем курса составляет 252 час. (7 ЗЕ), из них 68 час. - лекции, 85 час. – лабораторные работы, 63 час. - самостоятельная работа студентов. Изучение дисциплины базируется как на традиционном изложении фундаментальных основ дисциплины, так и на применении интерактивных методов обучения: в виде лекций, которые проводятся в форме лекций с заранее запланированными ошибками, лекция-информация с элементами визуализации (на основе

применения информационных технологий). Лекции нацелены на освещение наиболее трудных для понимания вопросов. В связи с этим студенты должны предварительно готовиться к восприятию нового лекционного материала, проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой. Лабораторные работы предусматривают знакомство с коллекциями минералов, включая посещение Минералогического музея СФУ.

В процессе освоения раздела 1 «Кристаллография» предусмотрена самостоятельная работа студентов с моделями кристаллических многогранников и моделями кристаллических структур минералов, а также изучение теоретического материала – 0.25 (9 час.).

Модели кристаллических многогранников и модели кристаллических структур выдаются преподавателем. Работа с ними проводится (под руководством преподавателя) в ауд. 316у. В процессе самостоятельной работы студенты должны закрепить навыки, полученные при выполнении лабораторных работ № 1-7, 9 и научиться определять элементы симметрии, выделять простые формы в комбинациях, освоить установку кристаллов различных сингоний с определением символов граней и простых форм. Для этого необходимо изучить следующие темы.

1 Кристаллография, ее содержание, история развития – 1 час.

2 Задание №1 (см. ниже).

3 Закрепление навыков, полученных при выполнении лабораторной работы № 2, определять элементы симметрии и проектировать грани и элементы симметрии кристаллов – 1 час.

4 Закрепление навыков, полученных при выполнении лабораторной работы № 3, определять элементы симметрии, сингонии, категории сингоний, виды симметрии и проектировать грани и элементы симметрии кристаллов - 1 час.

5 Закрепление навыков, полученных при выполнении лабораторной работы № 4, определять элементы симметрии, сингонии, категории сингоний, виды симметрии и проектировать грани и элементы симметрии кристаллов, определять простые формы низшей и средней категории - 1 час.

6 Закрепление навыков, полученных при выполнении лабораторной работы № 6, определять элементы симметрии, сингонии, категории сингоний, виды симметрии и проектировать грани и элементы симметрии кристаллов, определять простые формы высшей категории - 1 час.

7 Подготовка по темам лабораторных работ 1-5 - 1 час.

8 Закрепление навыков, полученных при выполнении лабораторной работы № 7, определять элементы симметрии, сингонии,

категории, виды симметрии и проектировать грани и элементы симметрии кристаллов, определять простые формы высшей категории. Установка кристаллов в прямоугольной системе координат (кубическая, тетрагональная, ромбическая сингонии). Определение символов граней и простых форм - 1 час.

9 При изучении моделей кристаллических многогранников необходимо закрепить навыки, полученные при выполнении лабораторной работы № 9, освоить установку кристаллов в косоугольной (моноклинная и триклинная сингонии) и четырехосевой системе координат (тригональная и гексагональная сингонии). Определение символов граней - 1 час.

10 Задание №2: решение типовых задач с использованием сетки Вульфа (см. ниже).

11 Работа над ошибками в контрольной работе по определению символов граней в кристаллах всех категорий (3 модели кристаллов разных категорий с применением проектирования) - 1 час.

В макетах кристаллических структур студенты должны научиться определять координационные числа, координационные полиэдры, тип плотнейшей упаковки, выделять элементарную ячейку и определять число формульных единиц в ней.

В процессе изучения раздела 2 «Минералогия» предусмотрена самостоятельная работа студентов с учебными коллекциями минералов и литературой - 1,1 (40), в том числе (без учета РГЗ)

1 семестр – 0,22 (8), 2 семестр – 0,47 (17), 3 семестр – 0,31 (11).

Для успешного освоения курса в 1 семестре необходимо проработать самостоятельно следующие темы раздела 2 «Минералогия».

12 Изучение морфологии минералов по литературным данным и коллекциям минералов – 2 час.

13 Изучение физических свойств минералов по литературным данным и коллекциям минералов – 1 час.

14 Изучение минералов типа "Простые вещества" по литературным данным и коллекциям минералов. Составление определителя минералов - 2 час.

15 Изучение минералов типа "Халькогениды" по литературным данным и коллекциям минералов. Составление определителя минералов - 3 час.

Во 2 семестре самостоятельно изучаются следующие темы раздела 2 «Минералогия».

16 Общая характеристика минералов типа галогениды, подтипа оксидов и гидр оксидов. Заполнение определителя минералов - 2 час.

17 Подтип соли кислородных кислот. Кристаллохимические



особенности, типы связи в комплексном анионном радикале и между анионом и катионом. Классификация. Принципы выделения классов - 2 час.

18 Класс фосфаты, арсенаты, ванадаты. Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Заполнение определителя минералов - 2 час.

19 Класс вольфраматы, молибдаты. Различия в геохимии молибдена и вольфрама в земной коре. Общая характеристика, структурные и химические особенности минералов. Заполнение определителя минералов - 2 час.

20 Класс силикаты, алюмосиликаты и их аналоги. Общая характеристика и распространенность в земной коре. Развитие представлений о конституции силикатов. Современные представления о химическом составе и структуре силикатов. Принципы классификации. Заполнение определителя минералов - 1 час.

21 Подкласс островных силикатов с изолированными тетраэдрами. Заполнение определителя минералов - 2 час.

22 Подкласс силикатов со сдвоенными тетраэдрами и кольцевые силикаты. Особенности структуры, физические свойства. Заполнение определителя минералов - 1 час.

23 Подкласс цепочечных и ленточных силикатов. Заполнение определителя минералов - 1 час.

24 Расчетно-графическое задание №3 «Расчет формул и минералов гранатов по результатам химического анализа». Условия задания (индивидуальный вариант для расчета – результаты химического анализа образцов гранатов) студент получает у преподавателя одновременно с выдачей задания к лабораторной работе 32 - 4 час.

25 Подкласс слоистых силикатов и алюмосиликаты. Особенности состава и структуры (двухслойные и трехслойные, смешаннослойные, симметричные и несимметричные пакеты, диоктаэдрические и триоктаэдрические). Отличительные черты морфологии и физических свойств. Генезис и практическое значение. Заполнение определителя минералов - 2 час.

26 Каркасные алюмосиликаты. Их общие и отличительные признаки. Особенности изоморфизма. Заполнение определителя минералов - 2 час.

В 3 семестре по разделу 2 «Минералогия» самостоятельно изучаются следующие темы.

27 Повторение минералов класса силикаты. Работа с коллекциями и литературой. Заполнение определителя минералов - 2 час.

28 Повторение минералов (подготовка к итоговой контрольной

работе. Работа с коллекциями и литературой - 4 час.

Учебные коллекции минералов находятся в ауд. 316у. Ключ от аудитории и шкафов с коллекциями студенты получают в лаборантской (ауд. 230а) под залог студенческого билета. Там же студенты получают шкалу Мооса и при необходимости – раствор 10% HCl в капельнице и компас, а также комплекты методических указаний.

При работе с учебными коллекциями минералов студенты должны определять физические свойства минералов с целью диагностики последних. Перед началом работы с коллекциями студенты должны выписать свойства каждого из изучаемых минералов из учебника в табличной форме в специальной тетради-определителе. Табличный определитель должен содержать следующие графы:

1. Номер п/п
2. Название минерала, формула, разновидности
3. Сингония
4. Морфология кристаллов и агрегатов
5. Цвет
6. Цвет черты
7. Блеск
8. Спайность, излом
9. Твердость
10. Плотность (удельный вес)
11. Диагностические признаки
12. Происхождение и минералы-спутники
13. Применение

Определитель регулярно заполняется по мере изучения минералов, предусмотренных программой. При самостоятельной работе с учебными коллекциями минералов и заполнении таблиц определителя студенты используют учебники и методические указания, которые даны в списке основной литературы в разделе учебно-методические материалы по дисциплине. На каждом лабораторном занятии преподаватель проверяет правильность и своевременность заполнения таблиц определителя.

По каждой теме теоретического курса и после выполнения каждой лабораторной работы студенты должны выучить химические формулы всех минералов, изучение которых предусмотрено программой курса. Контроль производится в форме устного опроса или тестирования.

В процессе изучения раздела 3 «Генетическая минералогия» также предусмотрена самостоятельная работа студентов с учебными коллекциями минеральных ассоциаций и литературой - 0,42 (15).

29 Понятие генезиса, парагенезиса, генерации минералов. Типоморфные минералы и типоморфные признаки – 2 час.

Предлагается самостоятельное изучение следующих тем раздела 3 «Генетическая минералогия».

30 Классификация процессов минералообразования. Магматические процесс и их минеральные ассоциации. Изучение учебных коллекций и музейной экспозиции по теме – 2 час.

31 Понятие «пегматит». Три точки зрения в учении о генезисе пегматитов (А.Е. Ферсмана, А.Н. Заварицкого, Н.Г. Судовикова). Изучение учебных коллекций по теме – 2 час.

32 Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования – 2 час.

33 Гидротермальные процессы. Минеральные ассоциации гидротермальных процессов. Источники гидротермальных растворов. Термодинамические параметры процесса. Химический состав гидротермальных растворов – 2 час.

34 Минеральные ассоциации метаморфических образований. Региональный (динамотермальный) и контактовый (термальный) метаморфизм. Фации метаморфизма – 2 час.

35 Генетические типы экзогенных процессов минералообразования. Общая характеристика и систематика экзогенных процессов – 2 час.

36 Процессы осадконакопления и биогенеза – 1 час.

Учебные коллекции минеральных ассоциаций находятся в ауд. 316б. Ключ от аудитории и шкафов с коллекциями студенты могут получить в лаборантской (ауд. 230а) под залог студенческого билета. Там же студенты получают шкалу Мооса и при необходимости – раствор 10% HCl в капельнице и компас, а также комплекты методических указаний.

При работе с учебными коллекциями минеральных ассоциаций студенты должны научиться определять и запомнить наиболее характерные парагенетические ассоциации минералов для различных процессов, а также закрепить полученные в ходе выполнения лабораторных работ навыки описания образцов. При описании каждого образца должен быть отражен его минеральный состав с количественным соотношением минералов в процентах и кратко охарактеризованы свойства и типоморфизм минералов. Обязательно описывается характер взаимоотношений минеральных индивидов (структура) и минеральных агрегатов (текстура). На основании изучения взаимоотношений минералов студенты должны составить схему последовательности выделения минералов. На основании изучения образцов студенты должны научиться устанавливать генетический тип процесса, примерную температуру, окислительно-

восстановительную обстановку, в которой образовался тот или иной комплекс минералов и т.д. Значение парагенетических ассоциаций позволяет по легко определяющимся минералам диагностировать либо целенаправленно искать возможные в образцах минералы.

В процессе освоения раздела 1 студенты должны самостоятельно выполнить 2 задания - 0,11 (4 час).

Задание №1: решение 5 задач на взаимодействие элементов симметрии – 0,055 (2 час). Условия задач (индивидуальный вариант) студент получает у преподавателя одновременно с выдачей задания к лабораторной работе 2 (2-я неделя) и должен выполнить задание к концу 3-ей недели.

Задание №2: решение типовых задач с использованием сетки Вульфа – 0,055 (2 час). Условия задач (индивидуальный вариант) студент получает у преподавателя одновременно с выдачей задания к лабораторной работе 10 (10-я неделя) и должен выполнить задание к концу 11-ой недели.

В процессе освоения раздела 2 (1 - 3 семестр) студенты должны самостоятельно выполнить расчетное задание №3 «Расчет формул и минералов гранатов по результатам химического анализа» - 0,11 (4 час). Условия задания (индивидуальный вариант для расчета – результаты химического анализа 5 образцов гранатов) студент получает у преподавателя одновременно с выполнением лабораторной работы 31. Расчетное задание выполняется на листах писчей бумаги формата А4. Расчеты производятся в соответствии с методическими указаниями «Пересчеты химических анализов минералов и пород» (сост. Л.П. Костененко, А.М. Сазонов). Красноярск: КИЦМ, 1993. – 40 с. Их можно получить в лаборантской (ауд. 230а) под залог студенческого билета. Расчеты сопровождаются таблицами расчета формул (стр. 3-5), расчета минералов граната по кристаллохимической формуле (стр. 16-17), по молекулярным количествам (стр. 18-19) и графическим изображением состава гранатов в трехкомпонентной системе (стр.19-20). В заключении приводятся выводы об условиях образования гранатов, для которых выполнялся расчет. Работа должна содержать титульный лист, оформленный согласно действующим СТО, на котором должны быть указаны название института, название кафедры, название дисциплины, название работы, номер группы, ФИО студента, должность и ФИО преподавателя, год выполнения работы. Оформленная работа сдается на проверку преподавателю через 2 недели после выдачи.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Комплект офисных приложений MS OFFICE
9.1.2	Средства просмотра Web – страниц.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Научная библиотека Сибирского федерального университета. Режим доступа: <a href="mailto:bik@sfu-kras.ru">bik@sfu-kras.ru</a>
9.2.2	Научная электронная библиотека: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Коллекция моделей кристаллов

Модели плотнейших упаковок шаров (МУ)

Модели кристаллических решеток минералов (МР)

Коллекция природных двойников и кристаллов с идеальной огранкой, соответствующей моделям кристаллов (КК)

Плакат: Таблица 32 видов симметрии

Плакат: Распределение простых форм по сингониям

Плакат: Пространственная решетка и ее геометрические константы

Плакат: Полиэдрические модели структур

Комплект электронных презентаций (Power Point) по теоретическому (лекционному) курсу - 8 презентаций (УМКД). Составитель Е.А. Звягина

Интерактивная система обучения «Кристалл» находится в свободном доступе в Интернете: <http://www.ggd.nsu.ru/Crystal> .

Люминоскоп

Горный компас

Коллекции минералов шкалы Мооса

Химические реактивы: раствор 10% HCl

Учебные коллекции минералов, подобранные для изучения физических свойств и морфологии минеральных индивидов и агрегатов

Учебные коллекции минералов, подобранные в соответствии с программой курса

Коллекция минералов учебном геологическом музее СФУ

Макеты структур минералов: алмаза, графита, меди, кальцита, сфалерита, вюртцита, флюорита, куприта, перовскита, пироксенов, полевых шпатов и т.д.

Плакат: Морфология минеральных агрегатов

Плакат: Островные мотивы структуры

Плакат: Цепочечные и ленточные мотивы структур

Плакат: Листовые (слоистые) мотивы структуры

Плакат: Каркасный мотив структуры

Плакат: Схема трехслойных пачек слоистых силикатов

Плакат: Трехслойные пачки слюд

Плакат: Структуры распада твердого раствора

Учебная коллекция минеральных ассоциаций

Коллекция минералов и минеральных ассоциаций в учебном геологическом музее СФУ

Плакат: Зональность скарнов на одном из месторождений Средней Азии

Плакат: Схема геологического залегания скарнов

Плакат: Схема геологического залегания грейзенов

Плакат: Типоморфизм (изменение габитуса кристаллов циркона и касситерита в зависимости от условий образования)

Комплект электронных презентаций (Power Point) по теоретическому (лекционному) курсу - 9 презентаций (УМКД). Составитель Е.А. Звягина

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются аудитории (302а, у.к) с наборами демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер, доска маркерная белая), обеспечивающими тематические иллюстрации и презентации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

Помещения для лабораторных работ (316, у.к.) оснащены коллекциями минералов и демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер, доска маркерная белая).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (305а, у.к., (302а, у.к)) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.