



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра полезных ископаемых



Рабочая программа дисциплины

Наименования дисциплины: *Б1.В.ДВ.1.2 Рост и морфология кристаллов*

Направление подготовки: *05.03.01 Геология*

Тип образовательной программы: *академический бакалавриат*

Профиль: *«Геология»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

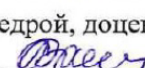
Согласовано с УМК геологического
факультета

Протокол № 5 от «29» 04 2020 г.

Председатель,
доцент  А.Ф. Летникова

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6
От «17» 03 2020 г.

Зав. кафедрой, доцент,
к.г.-м.н.  С.А. Сасим

Иркутск 2020 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины	6
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	6
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с последующими дисциплинами	7
5.3 Разделы и темы дисциплины и виды занятий	8
6. Перечень лабораторных занятий, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
6.1 План самостоятельной работы студентов	
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	9
а) основная литература;	9
б) дополнительная литература;	9
в) программное обеспечение;	10
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	10
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
9. Образовательные технологии	11
10. Оценочные средства	12
10.1 Оценочные средства для входящего контроля	12
10.2 Оценочные средства текущего контроля	13
10.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации	14

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: научить студентов анализировать связь между конституционными свойствами минералов и морфологией кристаллов, сформировать представления о росте кристаллов из различных сред.

Задачи курса: изучить проявления кристаллической сущности минералов и вытекающих из этого особенностей их физических и физико-химических свойств; обучить студентов навыкам определения и описания морфологии кристаллов; определение в моделях идеальных кристаллов элементов симметрии, уметь уверенно отличать их принадлежность к видам симметрии, сингониям и категориям; обеспечить необходимую терминологическую базу для понимания специальной литературы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана по направлению подготовки 05.03.01 Геология профиля «Геология».

Для освоения дисциплины «Рост и морфология кристаллов» студенты должны знать основы:

- Математики
- Химии (типы химической связи; периодическая система химических элементов; эффективные радиусы атомов и ионов)
- Физики (фазовые состояния вещества; оптика; плавление; растворение; кристаллизация)
- Кристаллографии.

Дисциплина формирует представления о процессах зарождения и росте кристаллов и их морфологии, при этом дисциплина является основой для изучения дисциплин «Минералогии», «Петрографии», «Литологии», «Геохимии», поэтому в учебном плане он представлен на 2 курсе в 4 семестре.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-5);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, влияющие на зарождение и рост кристаллов;
- возможные факторы, участвующие в процессе роста кристаллов в разных средах;
- основные закономерности, характеризующие внешнее и внутреннее строение кристаллов, кристаллогенезис.

Уметь:

- определить элементы симметрии кристалла, записывать формулу симметрии в разных систематиках;
- установить кристалл в системе координат, вычислить кристаллографические символы единичной грани, назвать простые формы и их комбинации;

Владеть:

приёмами описания габитуса кристаллов;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		1
Аудиторные занятия (всего)	59	59
В том числе:		

Лекции		28
Лабораторные работы (ЛР)		28
Самостоятельная работа (всего)	49	49
В том числе:		
Работа над вопросами для самоподготовки по дисциплине по литературе		49
КСР	1	1
Вид промежуточной аттестации		зачёт
Общая трудоемкость, часы	108	108
зачетные единицы	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ

Понятие о ближнем и дальнем порядке в твёрдом теле. Кристалл и кристаллическое вещество. Общие свойства кристаллов: однородность, анизотропия, симметричность, способность самоограняться. Поликристаллы и монокристаллы. Распространенность кристаллов в природе.

ТЕМА 2. КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС

Причины и условия образования кристаллов. Процессы зарождения, роста и разрушения кристаллов в газовой, жидкой и твёрдой фазах. Быстрорастущие и медленно растущие грани. Правило «естественного отбора» при росте граней. РВС-цепочки, их виды. Понятие о стабильном, равновесном, метастабильном состоянии кристаллов и кристаллообразующей среды. Гомогенные и гетерогенные процессы зарождения кристаллов. Факторы, влияющие на самопроизвольное зарождение кристаллов в природе. Метасоматоз.

ТЕМА 3. КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ

Кристалл, его грани, ребра и вершины. Морфология. Гониометрия. Связь внешней формы и внутреннего строения кристаллов. Форма кристаллов. Закон постоянства двугранных углов. Простые и комбинационные формы граней, ребер и вершин. Внешние формы и анатомия кристаллов. Скелетные формы кристаллов. Кристаллические двойники.

ТЕМА 4. ОПИСАНИЕ СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ

Элементы симметрии кристаллов: центр, плоскости и оси (поворотные и инверсионные) симметрии. Виды симметрии, сингонии, категории и их классификация. 32 кристаллографические группы. Формула симметрии кристалла, Правила составления формулы симметрии. Символика Шенфлиса, международная символика, символика формулы симметрии. Пространственные группы симметрии. Обозначение пространственных групп симметрии.

ТЕМА 5. СИМВОЛЫ ГРАНЕЙ И РЕБЕР КРИСТАЛЛОВ

Понятие «символ грани кристалла». Способы определения символов граней кристаллов. Четвертый индекс в символах граней кристаллов гексагональной сингонии. Параметры граней. Закон Гаюи – закон рациональных параметров. Единичная грань. Символы рёбер кристаллов, их определение.

ТЕМА 6. ПРОСТЫЕ ФОРМЫ КРИСТАЛЛОВ

Понятие "простая форма кристаллов". Общая и частные простые формы кристаллов различных классов. Полиэдр как совокупность простых форм. Открытые и закрытые простые формы. Простые формы низших, средних и высшей сингоний.

ТЕМА 7. ОПИСАНИЕ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ

Структура кристаллов. Структурные единицы. Координационные числа и координационные многогранники. Число формульных единиц. Геометрические пределы устойчивости ионных структур Структурные мотивы: координационный, островной, цепочечный, слоистый и каркасный. Пространственная кристаллическая решетка и её элементы: узлы, ряды, плоские сетки и элементарные ячейки. Угловые и линейные параметры кристаллических решеток. Типы кристаллических решеток Бравэ. Теория плотнейших упаковок и её использование при описании структур минералов. Гексагональная плотнейшая упаковка. Кубическая плотнейшая упаковка. Плотность упаковки кристаллической структуры.

ТЕМА 7. КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛОВ

Полиморфизм. Особенности полиморфных переходов. Полиморфные модификации. Политипизм. Изоморфизм. Виды и типы изоморфизма, условия его проявления. Практическое значение изоморфизма. Морфотропия. Закономерности морфотропии и их кристаллохимическая природа. Особенности структуры силикатов. Определение типа и формулы кремнекислородного мотива в структурах силикатов. Модификации SiO₂. Классификация силикатов по их кремнекислородным мотивам. Энергия кристаллической решётки минерала – как характеристика его устойчивости.

ТЕМА 8. СПОСОБЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.

Факторы и условия, определяющие рост кристаллов. Выращивание кристаллов в «домашних» условиях: материалы, вещества. Зависимость морфологии кристаллов от факторов внешней среды, характера насыщенности раствора. Современные методы и способы выращивания кристаллов в лабораторных условиях.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Минералогия	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.	Петрография	x				x		x	x	x
3.	Литология	x				x			x	
4.	Геохимия	x	x					x	x	x

5.3. Темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лекции	Лаб. занятия	СРС	Всего
1.	Введение. Основные свойства кристаллов	2	2	4	8
2.	Кристаллогенезис	4	2	4	10
3.	Кристалломорфология	4	2	4	10
4.	Описание симметрии кристаллов	4	2	4	10
5.	Простые формы кристаллов	4	4	4	12
6.	Символы граней и рёбер кристаллов	2	2	9	13
7.	Описание внутреннего строения кристаллов	2		4	6
8.	Кристаллохимические особенности структуры минералов	2	2	4	8
9	Способы выращивания кристаллов в искусственных условиях	4	10	12	26

6. Перечень лабораторных занятий

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства*	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1,2	Основные свойства кристаллического вещества. Работа с сеткой Вульфа.	2	ПЗ	ОК-7, ПК-5
2.	3-4	Определение симметрии кристаллов	4	ПЗ, УО	ОК-7, ПК-5
3	6	Работа с определением и характеристикой простые форм низшей, средней и высшей категории.	6	ПЗ, УО	
4.	7	Установка кристаллов на кристаллографические оси. Символы граней.	2	ПЗ	ОК-7, ПК-5

5.	8-9	Процессы роста кристаллов. Критерии выбора веществ для выращивания кристаллов.	2	УО	ОК-7, ПК-5
6	9	Подготовка оборудования для выращивания кристаллов. Создание насыщенного раствора. Выращивание кристаллов с еженедельным обновлением раствора и очисткой и устранением механических дефектов на гранях кристаллов. Методы коррекции недоразвитых или искаженных граней кристаллов	10	ПЗ, УО	ОК-7, ПК-5

* ПЗ-проверка задания; УО – устный опрос .

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Геология" / Ю. К. Егоров-Тисменко. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Университет, 2010. - 589 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
2. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций [Текст] : учеб. пособие / В. А. Буланов ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2006. - 176 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с.149 . (40 экз.)

б) дополнительная литература

1. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов [Текст] / А. Г. Булах ; Санкт-Петербург. гос. ун-т. - СПб. : Изд-во СПбГУ, 2014. - 132 с. ; 29 см. - (Минералогия). - Библиогр.: с. 128-130. (1 экз.)
2. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент / М. Д. Любалин. - СПб. : Наука, 2008. - 390 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 378-390. (1 экз.)
3. Кристаллографическая геометрия [Текст] / Р. В. Галиулин ; Отв. ред. Д. К. Фаддеев. - 2-е изд., стер. - М. : КомКнига, 2005. - 136 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 131-135. (1 экз.)
4. Кристаллография, минералогия и геология камнесамоцветного сырья / В. А. Ермолов, В. А. Дунаев, В. В. Мосейкин ; ред. В. А. Ермолаев ; Московский гос. горный ун-т. - 2009. - 407 с. (1 экз.)
5. Кристаллография и кристаллохимия [Текст] : учебник / Ю. К. Егоров-Тисменко ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геолог. фак. - 2-е изд. - М. : Университет, 2010. - 587 с. : ил. ; 20 см. - Предм. указ.: с. 559-582. - Библиогр.: с. 583-585. (1 экз.)

6. Основы кристаллографии [Текст] : учебник / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит, 2006. - 500 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 499-500. (1 экз.)

в) программное обеспечение:

имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения;

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. American mineralogist crystal structure database (Американская минералогическая база данных кристаллических структур). - <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Entry.html>
2. Научная библиотека Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина – www.gybkin.ru
3. Информационный ресурс «Минералы. Горные породы. Шлифы. - <http://petrographica.ru/minerals-list.html>
4. Научная библиотека МГУ – www.lib.msm.su
5. Электронная библиотека Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МГУЭСИИ) – www.ibc.mesi.ru
6. Библиотека Санкт-Петербургского университета – www.unilib.neva.ru
7. Научно-техническая библиотека СибГТУ – www.lib.sibstru.kts.ru
8. Российская Государственная библиотека – www.rsl.ru
9. Государственная публичная научно-техническая библиотека – www.gpntb.ru
10. Библиотека естественных наук РАН – www.ben.irex.ru
11. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы – www.libfl.ru
12. Библиотека Академии наук – www.spb.org.ru/ban
13. Национальная электронная библиотека – www.nel.ru
14. Библиотека ВНИИОЭНГ - www.vniioeng.mcn.ru
15. Всероссийский институт научной информации по техническим наукам (ВИНИТИ) – www.fuji.viniti.msk.su
16. Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург – www.nlr.ru
17. Smorf: crystal models (Визуализация и 3-D моделирование кристаллических многогранников и база данных 3-D комбинаций простых форм распространенных минералов) - <http://smorf.nl>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Подобранные по разделам тестовые задания. Систематические кристалломорфологические коллекции и раздаточные коллекции моделей идеальных кристаллов. Образцы моно- и поликристаллов, выросших в природных условиях (учебный геологический музей факультета), кристаллизаторы, пластиковые воронки, алюмокалиевые квасцы, пищевая соль, медный купорос, фильтровальная бумага, марля, салфетки, пинцет, пластиковая бутылка.

9. Образовательные технологии:

Программа дисциплины «Рост и морфология кристаллов» предусматривает лекционное изложение основных теоретических положений, лабораторные аудиторные занятия, а также самостоятельные занятия студентов с моделями кристаллов и пространственных кристаллических решеток с привлечением коллекционного материала из экспозиций учебного геологического музея факультета, а также цикл лабораторных занятий, посвященных выращиванию кристаллов из водных растворов.

10. Оценочные средства (ОС):

10.1. Оценочные средства для входящего контроля

1. Какие агрегатные состояния вещества Вы знаете?
2. Поясните понятия «ближний порядок», «дальний порядок» в организации вещества?
3. Какой порядок взаимного расположения частиц существует в газах?
4. Какой порядок взаимного расположения частиц существует в жидкостях?
5. Какой порядок взаимного расположения частиц существует в твердом аморфном веществе?
6. Что общего в организации вещества между жидкостями и аморфными телами?
7. В чем заключается максимальная упорядоченность взаимного расположения частиц в кристаллах?
8. Что понимается под термином «кристаллическая решетка»?
9. Назовите элементы строения кристаллической решетки?
10. Что такое «ретикулярная плотность» плоской сетки кристаллической решетки?
11. Перечислите особые свойства кристаллов, отличающие их от аморфных тел?
12. Поясните тезис: «Кристаллы однородны, но анизотропны» ?
13. Что такое «анизотропия» и в чем она проявляется в кристаллах?
14. Что следует понимать под «однородностью внутреннего строения» в кристаллах?
15. Как связана огранка кристаллов с анизотропией их свойств?

10.2. Оценочные средства текущего контроля

Темы рефератов:

1. Скалярные и векторные свойства кристаллов.
2. Экспериментальные свидетельства существования кристаллической решетки
3. Кристаллогенезис – возникновение, рост и разрушение кристаллов.
4. Современные методы выращивания кристаллов.
5. Симметрия физических свойств кристалла.
6. Реальные и идеальные кристаллы.
7. Кристаллография драгоценных камней.
8. Установка кристаллов по кристаллографическим осям для различных видов сингоний.
9. Стереографическая проекция кристаллов.
10. Гномостереографическая проекция и сетка Вульфа.
11. Принцип плотнейшей упаковки для кристаллов.
12. Простые формы кристаллов.
13. Виды симметрии триклинной и моноклинной сингоний. Примеры минералов.
14. Виды симметрии ромбической сингонии. Примеры минералов.
15. Кристаллографические проекции.
16. Виды симметрии тригональной сингонии. Примеры минералов.
17. Виды симметрии тетрагональной сингонии. Примеры минералов.
18. Виды симметрии гексагональной сингонии. Примеры минералов.
19. Виды симметрии кубической сингонии. Примеры минералов.
20. Индексы грани. Символ грани.
21. Полногранные (голоэдрические) и неполногранные кристаллографические формы
22. Природная огранка кристаллов.
23. Решетки Бравэ.
24. Основные черты строения силикатов.
25. Классификация силикатов.
26. Полиморфизм.
27. Изоморфизм.
28. Радиусы химических элементов в кристаллах с различными типами связи: ионной, ковалентной, металлической.

Задания для самоподготовки студентов:

1. Понятие о кристалле и кристаллических веществах.
2. Основные свойства кристаллов.
3. Рост кристаллов из газовой, жидкой и твёрдой фазы.
4. Симметрия кристаллов, виды симметрии, сингонии, категории.
5. Пространственная кристаллическая решетка, ее элементы и параметры.
6. Понятие о простых и комбинационных формах, принципы их названия.
7. Установка кристаллов. Правила выбора осей и единичной грани. Индексы и символы граней и простых форм.
8. Закон рациональности отношений параметров закон Гаюи
9. Правила установки кубических и тетрагональных кристаллов.
10. Правила установки тригональных и гексагональных кристаллов.
11. Правила установки кристаллов низшей категории.
12. Закон постоянства углов.
13. Типы плотнейших шаровых упаковок.
14. Пространственная кристаллическая решетка, ее элементы и параметры.
15. Основные типы кристаллических решеток и типы решеток Браве.
16. Изоморфизм, типы изоморфизма по степени совершенства и характеру замещения.
17. Полиморфизм и политипизм.

10.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета)

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	собеседование	Основные свойства кристаллического тела	ОК-7, ПК-5
2	собеседование	Симметрия кристаллов.	ОК-7, ПК-5
3	собеседование	Простые формы и их комбинации	ОК-7, ПК-5
4	собеседование	Факторы и условия роста кристаллов.	ОК-7, ПК-5

1. К какому веку относят становление кристаллографии как науки?
2. Что является предметом изучения кристаллографии?
3. Дайте определение кристаллической структуре.
4. Следствием чего является внешняя форма кристалла?
5. Как называют кристаллы, имеющие размеры порядка 0,001-10 мкм, сцепленные друг с другом межмолекулярными силами?
6. Как называется совокупность граней, рёбер, вершин кристалла?
7. Как называется учение о внешней форме кристаллов?
8. К какому выводу пришёл датский учёный Н.Стенон, изучив кристаллы кварца?
9. Какой метод использовали и используют для получения информации о морфологии кристаллов?
10. Какие грани называют соответственными?
11. Назовите две наиболее важные характеристики внешней формы кристаллов.
12. Могут ли кристаллы одного и того же минерала иметь разный облик?
13. До какой степени точности выдерживается постоянство углов для данного кристаллического вещества при стабильных термодинамических условиях?
14. Какого значение закона постоянства углов?

15. В чём заключается «естественный отбор» происходящий в процессе роста граней кристалла?
16. Из какого закона вытекает существование трёхмерной периодичной кристаллической решётки?
17. Что из себя представляет единичная грань?
18. Согласны ли Вы с утверждением, что разные физические и химические свойства могут наблюдаться у кристаллов одинакового состава? Почему?
19. Как влияет на постоянство углов данного минерального вида отклонение от стехиометрии?
20. Можно ли отличить разные кристаллические вещества по углам между гранями, образуемых ими многогранников?
21. Какие быстрорастущие или медленно растущие грани формируют в конечном итоге внешний облик кристалла?
22. Меняются ли физические и химические свойства кристалла при изменении его состава?
23. В каком направлении развиваются при росте кристалла важнейшие габитусные грани?
24. Что меняется при изменении структуры кристалла?
25. Какие величины в кристаллографии называют единичными параметрами?
26. Какой из приведённых ниже оксидов будет самым устойчивым, если энергии кристаллической решётки составляют:

1. MgO	3938 кДж/моль
2. CaO	3566 кДж/моль
3. SrO	3369 кДж/моль
4. BaO	3202 кДж/моль
27. Какой катион в этих оксидах самый маленький по размеру?
28. Что такое сингония?
29. Что такое формула симметрии кристалла? По каким правилам её составляют?
30. Единственным элементом симметрии голубых кристаллов пентагидрата сульфата меди является центр инверсии. К какой кристаллографической системе и к какой категории они принадлежат?
31. Кристаллы сахарозы имеют ось 2-го порядка в качестве единственного элемента симметрии. К какой кристаллографической системе они принадлежат?
32. При внешнем изучении обнаружено, что кристаллы каменной соли имеют 3 оси 4-го порядка, 4 оси 3-го порядка, шесть осей 2-го порядка, 3 плоскости симметрии и центр инверсии. Напишите формулу симметрии для кристаллов хлорида натрия и определите к какой системе и к какому классу симметрии принадлежат такие кристаллы.
33. Какая из приведённых ниже формул симметрии принадлежит кубической сингонии:

1. L_6L_27PC
2. $3L_23PC$
3. $3L_4L_36P$.

Почему?
34. В чём заключается отличие кристаллических веществ от аморфных?
35. Что такое икосаэдр?
36. По каким признакам кристалл относят к низшей, средней или высшей сингонии?
37. Сколько всего существует типов элементарных ячеек? Кто первым из исследователей их описал?
38. Какие существуют 4 типа центровки элементарных ячеек?
39. Сколько существует кристаллографических видов симметрии кристаллов?
40. Что такое простая форма?

41. Как выглядит моноэдр?
42. Как выглядит пинакоид?
43. Как выглядит диэдр осевой?
44. Сколько простых форм существует в низших сингониях?
45. Сколько простых форм существует в средних сингониях?
46. Сколько простых форм существует в кубической сингонии?
47. Какая особенность простых форм в кубической сингонии?
48. Сколько всего имеется различных простых форм кристаллов?
49. Каких 2 вида простых форм бывает?
50. Что представляют собой грани гексагональной пирамиды?
51. Охарактеризуйте отношения координатных осей и углов в кристаллах различных сингоний.
52. Что означают символы граней: (100), (111), (110)? Изобразите их расположение на координатных осях.
53. Что такое пространственная решётка?
54. В чём разница между плотными упаковками гексагональной и кубической?
55. Каких пустот больше тетраэдрических или октаэдрических в кубической плотнейшей упаковке?
56. Дайте определение понятию «плотность упаковки».
57. Между минералами магнезитом $MgCO_3$ и сидеритом $FeCO_3$ в природе имеются все промежуточные разновидности. Какие химические формулы отражают постепенный переход из магнезита в сидерит путём изоморфного замещения. Какова схема изоморфного замещения? Каков тип изоморфизма по валентности, числу атомов, совершенству?
58. Какое условие должно выполняться для образования непрерывного ряда твёрдых растворов?
59. Оксид титана имеет 3 полиморфные модификации – анатаз, брукит, рутил. Как Вы считаете, будут ли они отличаться друг от друга по температурам плавления и испарения?
60. Приведите примеры изоструктурных соединений.

РАЗРАБОТЧИК:


(подпись)

Доцент
(занимаемая должность)

А.А. Петушкова
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых

«17» марта 2020 г.

Протокол №6

Зав. кафедрой, к.г.-м.н.,  С.А. Сасим

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.