

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профес-
сионального образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет

«Утверждаю»

декан Геологического факультета

академик Д.Ю. Пущаровский

«_____» _____ 2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Синтез драгоценных камней»

Авторы-составители:

профессор Леонюк Н.И.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:

«Геохимия»

Магистерская программа

Геммология (ИМ)

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. № 1674.

Год приема на обучение – 2018.

Цели и задачи освоения дисциплины

Цели «Синтез драгоценных камней» состоит в подготовке студентов-геомологов в области получения искусственных драгоценных минералов, их имитаций облагораживания полудрагоценных камней

Задачи дисциплины

- изложение элементов теории зарождения, механизма и кинетики роста кристаллов;
- преподавание представлений о теоретически возможных, равновесных и реализующихся в процессе роста формах кристаллов и влиянии условий кристаллизации на их габитус, микро- и макроморфологию граней и внутреннюю однородность;
- приобретение студентами знаний о кристаллогенезисе в минералообразующих системах на основе экспериментальных исследований и теоретических концепций;
- освоение студентами основных методик синтеза минералов, облагораживания полудрагоценных камней и ознакомление с критериями их выбора при практическом использовании;

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО - вариативная часть, обязательные профессиональные дисциплины, курс I, семестр 1, 2

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: до начала освоения данной дисциплины необходимо освоение дисциплин «Физика», «Химия», «Кристаллография», «Кристаллохимия», «Рентгеноструктурный анализ», «Минералогия»

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины (модуля):

ПК-3.М Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований

СПК-1.М Способность проводить диагностику и оценку драгоценных камней с использованием современных неразрушающих аналитических методов для решения научных и практических задач

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основы теории зарождения и роста кристаллов, иметь представления об особенностях генезиса в природных системах благородных минералов и методах синтеза их драгоценных разновидностей в лабораторных и заводских условиях

Уметь: использовать углубленные специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения научных фундаментальных и прикладных исследований, работать с аппаратурой для синтеза минералов и их первичной паспортизации

Владеть: современными методами обработки результатов эксперимента, а также свободно и творчески пользоваться ими для решения научных и практических задач.

4. Формат обучения: - лекционные, лабораторные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **6** зачетных единиц, в том числе 94 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**27** часов – занятия лекционного типа, **40** часа лабораторных работ, **27** часа – занятия семинарского типа, **122** часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виду учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация)

8. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Вначале вкратце освещены физико-химические предпосылки зародышеобразования, рассмотрена движущая сила кристаллизации, условия нормального и послыного роста, влияние примесей на процессы кристаллизации. Далее показаны особенности отдельных методов выращивания кристаллов, широко применяемых в лабораторной практике и промышленности. Обсуждаются особенности формирования в природных системах основных типов драгоценных камней. Обсуждается специфика синтеза алмаза, рубина, сапфира, изумруда, александрита, аметиста, цитрина, шпинели, граната и других минералов, а также особенности облагораживания природных и искусственных кристаллов, имитирующих драгоценные и полудрагоценные камни

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Вводная часть. Основы теории роста кристаллов		6	10	6	22	Устный опрос, защита и обсуждение рефератов и домашних заданий на семинарах/коллоквиумах
Методы синтеза минералов		7	10	7	24	Устный опрос, защита и обсуждение рефератов и домашних заданий на семинарах/коллоквиумах
Кристаллогенезис в природе		7	10	7	24	Устный опрос, защита и обсуждение рефератов и домашних заданий на семинарах/коллоквиумах
Имитация и облагораживание минералов-самоцветов		7	10	7	24	Устный опрос, защита и обсуждение рефератов и домашних заданий на семинарах/коллоквиумах
Промежуточная аттестация по итогам курса						Зачет – 1-й семестр Экзамен – 2-й семестр
Итого	216				94	122

Содержание дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

Физико-химические понятия и терминология

Типы вещества

- *Условия стабильности агрегатных состояний*
- *Газы*
- *Жидкости*
- *Кристаллические среды*
- *Промежуточные разновидности*

Фазовые соотношения

- *Равновесие фаз*

- *Диаграммы состояния*

Раздел I ОСНОВЫ ТЕОРИИ РОСТА КРИСТАЛЛОВ

Кристаллизация как фазовый переход

Фазовые превращения

Поверхностная энергия

Движущая сила кристаллизации и способы ее выражения

Формирование кристаллических зародышей

Гомогенные среды

- *Работа зародышеобразования и энергия активации*
- *Флуктуационная природа и скорость нуклеации*
- *Геометрическая модель построения зародышей*
- *Особенности возникновения твердых фаз в парах и жидкостях*

Гетерогенные системы

- *Образование новых центров роста*
- *Двумерные зародыши*
- *Эпитаксиальные явления*

Рост совершенных кристаллов

Анизотропия поверхностной энергии

Типы граней кристаллов

Структура межфазной границы

Нормальный и послойный рост

Анизотропия скоростей кристаллизации

Теоретическая форма кристаллических фаз

Правило Бравэ

Поправки Доннея-Харкера и Ниггли

Концепция ПЦС Хартмана-Пердока

Другие подходы

- *Работы Вульфа-Делоне*
- *Электронная плотность и огранка кристаллов*

Равновесная форма кристаллов

Правило Гиббса-Кюри-Вульфа

Соотношение Гиббса-Томсона-Херинга

Метод средних работ отрыва Странского-Каишева

Рост реальных кристаллов

Классификация дефектов

Равновесное и неравновесное распределение примесей

Секториальное и зонарное строение кристаллов

Дислокации как источники/центры послойного роста

Двойники, дефекты упаковки, границы блоков, гетерогенные включения

Диффузионные и поверхностные процессы

Раздел II МЕТОДЫ СИНТЕЗА МИНЕРАЛОВ

Принципы классификация

Кристаллизация из расплава

Физико-химические предпосылки
Метод Вернейля
Метод Чохральского
Метод Киропулоса
Метод Бриджмена-Стокбаргера
Зонная плавка
Горизонтальная направленная кристаллизация

Выращивание кристаллов из растворов

Типы растворов
Раствор-расплавная кристаллизация
Гидротермальный синтез
Рост кристаллов из низкотемпературных растворов

Кристаллизация из газовой фазы

Основные приемы
Физическая конденсация
Кристаллизация при химических реакциях

Критерии выбора метода

Раздел III КРИСТАЛЛОГЕНЕЗИС В ПРИРОДЕ

Особенности минералообразования

Движущая сила кристаллизации
Эпитаксиальные явления и геометрический отбор

Эндогенные процессы

Первичная магматическая кристаллизация
Рост кристаллов в пегматитах
Пневматолитовые и гидротермальные системы

Экзогенные формирования

Метаморфические преобразования

Генезис основных типов минералов-самоцветов

Алмаз
Окрашенные разновидности корунда
- *Рубин*
- *Сапфир*
Цветной кварц
- *Аметист*
- *Цитрин*
Группа берилла
- *Александрит*
- *Аквамарин*
Хризоберилл
Шпинель
Гранаты
Другие минералы

Раздел IV ИМИТАЦИЯ И ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ МИНЕРАЛОВ-САМОЦВЕТОВ

Представления о способах имитации драгоценных и полудрагоценных камней

Специфика синтеза благородных минералов

Алмаз
Рубин и сапфир
Изумруд
Александрит
Группа кварца
- Аметист, цитрин, аметрин
- Синий, зеленый и розовый кварц
- Авантюрин
Синтетические «гранаты»
Шпинель
Циркон
Фианиты

Способы облагораживания минералов и искусственных кристаллов

Радиационное облучение
Термическое воздействие
Гидротермальная обработка

Практические примеры получения и облагораживания

Малахит
Бирюза
Агат

Сопоставление свойств благородных минералов и их синтетических аналогов

Рекомендуемые образовательные технологии

Предусматривается использование активных и интерактивных форм занятий. По результатам внеаудиторной работы с литературными источниками, ресурсами Интернета, базами данных студенты под руководством преподавателя выполняют домашние задания по дисциплине и защищают их на семинарах и коллоквиумах. Материал отдельных разделов курса закрепляется посредством самостоятельного составления рефератов, обсуждаемых на семинарских занятиях

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных домашних работ. Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ:

1. Разновидности кристаллических веществ. Идеальные и реальные кристаллы
2. Фазовые равновесия и переходы в минералообразующих системах.
3. Движущая сила кристаллизации.
4. Зарождение кристаллов в гомогенных средах.
5. Поверхностная энергия.
6. Работа и скорость формирования кристаллических зародышей.
7. Зарождение кристаллов в гетерогенных системах.
8. Анизотропия поверхностной энергии и типы граней кристаллов.

9. Механизм роста совершенных кристаллов.
10. Формирование дефектов в реальных кристаллах.

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов

Темы рефератов:

1. Сравнительная характеристика методов выращивания объемных малоразмерных нелинейно-оптических и лазерных кристаллов.
2. Жидкофазная эпитаксия.
3. Методы получения однослойных и многослойных монокристаллических пленок.
4. Наноминералы.
5. Нитевидные кристаллы.
6. Стеклокристаллические композиты.

7.2. Вопросы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

1. Роль внешних факторов на рост кристаллов.
2. Диффузионные и поверхностные процессы.
3. Теоретические и эмпирические подходы к изучению генезиса минералов.
4. Классификация методов синтеза минералов.
5. Выращивание монокристаллов из расплава.
6. Методы синтеза минералов в гидротермальных условиях.
7. Выращивание монокристаллов рубина и сапфира.
8. Синтез алмаза.
9. Искусственные гранаты.
10. Выращивание монокристаллов цветного кварца: аметист, цитрин, синий кварц.
11. Специфика синтеза фианитов.
12. Технология получения малахита.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основы теории зарождения и роста кристаллов, иметь представления об особенностях генезиса в природных системах благородных минералов и методах синтеза их драгоценных разновидностей в лабораторных и заводских условиях	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать углубленные специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения научных фундаментальных и прикладных	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, студент допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение пользоваться работой с аппаратурой для синтеза минералов и их первичной паспортиза-

исследований, работать с аппаратурой для синтеза минералов и их первичной паспортизации				ции
Владения: современными методами обработки результатов эксперимента, а также свободно и творчески пользоваться ими для решения научных и практических задач	Навыки отсутствуют	Фрагментарное владение современными методами обработки результатов эксперимента	В целом, владеет современными методами обработки результатов эксперимента	Успешное владение современными методами обработки результатов эксперимента, а также свободно и творчески пользоваться ими для решения научных и практических задач

8. Ресурсное обеспечение:

а) Перечень основной и дополнительной литературы:

- основная литература

1. *Н.И. Леонюк., В.И. Лютин, В.В. Мальцев.* Выращивание монокристаллов и моделирование процессов минералообразования. Учебное пособие. М: Изд. МГУ, 2005, 103 с.
2. *Н.И. Леонюк, Е.В. Копорулина, Е.А. Волкова, В.В. Мальцев.* Зарождение, рост и морфология кристаллов. Учебное пособие. М: Изд. «МАКС Прес», 2010, 143 с.

- дополнительная литература:

1. *Современная кристаллография.* Т.3. Образование кристаллов. М.: Изд. «Наука», 1980, 430 с.
2. *Синтез минералов.* В 3-х томах. Александров: Изд. ВНИИСИМС, 2000.
3. *Н.И. Краснова, Т.Г. Петров.* Генезис минеральных индивидов и агрегатов. С.-Петербург: Невский курьер, 1997, 228 с.
4. *Д. Элуэлл.* Искусственные драгоценные камни. М: Изд. «Мир», 1986, 160 с. л.
5. *В.С. Балицкий, Е.Е. Лисицына.* Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М: Изд. «Недра» 1981, 158 с.

в) перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

<http://database.iem.ac.ru/mincryst/> - база данных кристаллических структур МИНКРИСТ;

<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php> - база данных кристаллических структур

American Mineralogist.

<http://www.mindat.org/> база данных минералов

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://www.shapesoftware.com/> - программное обеспечение для визуализации кристаллов и кристаллических структур;

д) материально-техническое обеспечение дисциплины

При чтении лекций, презентаций рефератов и домашних заданий используется LCD проектор. Для самостоятельной работы магистрантов имеется научная библиотека геологического факультета МГУ, компьютерный класс с выходом в Интернет, программное обеспечение для визуализации кристаллических форм и структур, образцы природных и синтетических кристаллов из коллекции кафедры кристаллографии и кристаллохимии

9. Язык преподавания - русский

10. Преподаватели – профессор Леонюк Н.И., доц. Копорулина Е.В.,

11. Авторы-составители (разработчики программы, в том числе из вузовского сообщества и представителей работодателей) профессор Леонюк Н.И