

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан Геологического факультета  
академик**

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пушаровский/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О КРИСТАЛЛОГРАФИИ**

Авторы-составители: Н.Н.Еремин

М.В. Мальцев

Л.В.Шванская

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**ГЕОХИМИЯ**

**Магистерская программа**  
**Кристаллография и кристаллохимия (ИМ)**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20\_\_

---

***На обратной стороне титула:***

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 (годы) приема на обучение – 2018.

## **Цель и задачи дисциплины**

Цели дисциплины «История и развитие учения о кристаллографии»:

- углубление и структурирование знаний об истории развития научных представлений о кристаллическом веществе; о выдающихся ученых, их идеях и теориях, способствующих формированию кристаллографии;

- получение представлений о современном состоянии научных исследований в области кристаллографии и смежных ей наук;

- расширение научного кругозора и стимулирование интереса к научным исследованиям

Задачи дисциплины «История и развитие учения о кристаллографии»:

- систематизировать знания, полученные студентами в процессе изучения фундаментальных основ кристаллографии на базе исторических сведений ее развития;

- развить способность анализировать и систематизировать поток современной научной информации в области кристаллографических и смежных знаний, навыки самостоятельного научного творчества;

**1.** Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплины по выбору, курс – II, семестр – 3. **2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:**

Курс ориентирован на студентов, освоивших в полном объеме программу бакалавриата

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

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

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки

## **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**знать:**

Знать: историю кристаллографии и кристаллохимии, закономерности взаимодействия с другими естественными и точными науками, особенности современного состояния кристаллографических исследований, вклад зарубежных и российских ученых в развитие науки.

Уметь: конструктивно анализировать и оценивать условия, определяющие ход развития кристаллографии, как науки на различных исторических этапах, применить знания об истории кристаллографии в педагогической практике.

Владеть: логикой развития кристаллографических знаний, навыками применения и оценки современных научных разработок в ходе собственных экспериментальных и теоретических исследований.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа, 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

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

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Основные периоды развития кристаллографии: описательный, эмпирический, экспериментальный. Развитие теоретических основ и практики получения синтетических кристаллических материалов. Хронология исторических событий, биографии, идеи, работы и теории великих ученых, внесших вклад в развитие науки, в том числе сотрудников кафедры кристаллографии и кристаллохимии. Современное состояние кристаллографии и ее связь с другими естественными науками и искусством. Новые технологии в методах исследования кристаллического вещества и новые объекты исследования. 2014 год – Международный год кристаллографии: события, люди, значение. Нобелевские лауреаты и их открытия в области кристаллографии и смежных наук.



Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					Всего	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	Занятия лабораторного	Семинарского	Семинарского	иного		
Вводная часть		1		2			5 Краткие сообщения по темам семинаров, собеседование на каждом занятии	
Основные периоды в истории развития кристаллографии		1		3			5	
Связь кристаллографии с родственными дисциплинами.		1		3			7 Краткие сообщения по темам семинаров, собеседование на каждом занятии	
Вклад ученых кафедры в развитие кристаллографии		1		2			5	
Провозглашение 2014 года – Международным годом кристаллографии, мероприятия в рамках этого события.		1		3			7 Краткие сообщения по темам семинаров, собеседование на каждом занятии	
Нобелевские премии в области кристаллографии и их лауреаты.		1		3			12 Краткие сообщения по темам семинаров, собеседование на каждом занятии. Написание реферата по предложенной теме всего курса, сообщение по теме реферата	
Формирование теории роста кристаллов начиная с 19 века н.э. и начало экспериментов по выращиванию синтетических кристаллов		1		2			1	
Состояние и перспективы промышленного синтеза кристаллов		1	6	2			2	
Промежуточная аттестация							<b>зачет</b>	
<b>Итого</b>	<b>36</b>			<b>28</b>			<b>44</b>	



## **Содержание разделов дисциплины:**

### **Лекции**

Зарождение кристаллохимических идей в трудах древних ученых: от Демокрита и Эпикура до М.В. Ломоносова. Основные периоды в истории развития химической и геометрической кристаллографии до начала XX века. Развитие кристаллохимии в XX веке. Становление кристаллографии и кристаллохимии как самостоятельных наук благодаря открытиям в физике. Вклад в развитие кристаллографии, как отдельной науки ученых: В. М. Гольдшмидта, Л. Полинга, А. Ферсмана, Н.В. Белова, Д. Берналу, А.И. Китайгородского, А.В. Шубникова, Б.Н. Делоне, Г.Б. Бокия, Урусова В.С.

Связь кристаллохимии с родственными дисциплинами. Основная проблема кристаллохимии – выявление закономерностей состав-структура-свойства кристаллических материалов. Ее решение в современной мировой науке.

Основные задачи и основные области кристаллохимических исследований в XXI веке. Совершенствование теории рентгеноструктурных исследований. Последние достижения в эволюции приборов для монокристалльных и порошковых дифракционных исследований..

Великие даты современности в истории кристаллографических знаний:

2012 год – 100 летие открытия дифракции рентгеновских лучей; 2014 год – Международный год кристаллографии.

Вклад ученых кафедры в развитие кристаллографии. Минералы, открытые сотрудниками кафедры и/или названные в их честь.

23 Нобелевские премии в области кристаллографии и их лауреаты.

Первые эксперименты по выращиванию синтетических кристаллов, 19 век. Методы получения синтетических аналогов минералов, их совершенствование, первая половина 20 века; опыт СССР и зарубежных стран. Технологии промышленного выращивания кристаллов в годы Второй Мировой войны. Развитие методов синтеза новых технологически значимых аналогов минеральных фаз во второй половине 20 века. Состояние и перспективы промышленного синтеза кристаллов с конца 20 века и в настоящее время.

### **Семинары**

Визуализация кристаллических структур, расшифрованных сотрудниками кафедры кристаллографии и кристаллохимии, 20-век. Обсуждение кристаллохимических особенностей.

Визуализация кристаллических структур, расшифрованных сотрудниками кафедры кристаллографии и кристаллохимии, 21-век. Обсуждение кристаллохимических особенностей

Кристаллохимический аспект кристаллических структур, названных в честь заведующих кафедрой.

Основные задачи и основные области кристаллохимических исследований в современное время. Дискуссия. Обсуждение целей, примеры и анализ текущих личных научно-исследовательских работ, их место в современной мировой науке.

Заслушивание индивидуальных сообщений о Нобелевских премиях в области кристаллографии, их лауреатах. Обсуждение.

Круглый стол «Выдающийся кристаллограф: биография, становление как ученого, труды и вклад в развитие науки». Заслушивание сообщений, обсуждение.

Осмотр коллекции синтетических монокристаллов для получения представления о технологии их выращивания, демонстрация документального фильма о промышленном росте. Дискуссия, ответы на вопросы.

Обсуждение современного состояния технологий лабораторного и промышленного синтеза технически важных кристаллических материалов, перспектив их развития.

Обсуждение тем индивидуальных сообщений для следующего семинара с учетом

пройденного и самостоятельно изученного материала.

Заслушивание, разбор индивидуальных сообщений по темам предыдущего семинара.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

При освоении дисциплины «История и развитие учения о кристаллографии» активно используется образовательная **технология педагогических мастерских** - преподаватель создаёт атмосферу открытости, доброжелательности, сотворчества в общении, равен ученику в поиске знания, не торопится давать ответы на поставленные вопросы. Исключает официальное оценивание работы учащегося, но через социализацию, афиширование работ даёт возможность появления самооценки учащегося, её изменения, самокоррекции.

В курсе предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий. По результатам внеаудиторной работы студенты готовят краткие сообщения по одному из разделов лекционного курса и представляют их на семинарах.

— **При чтении лекций** используются *интерактивные лекции-визуализации*

## **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 лабораторных/практических/расчетных работ (при наличии).

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы/опросы.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы конт рольных работ :***

Основные периоды в истории развития кристаллографии.

Зарождение кристаллохимических идей в трудах древних ученых: от Демокрита и Эпикура до М.В. Ломоносова.

Первые законы кристаллографии в трудах датского естествоиспытателя Н. Стенона и французских ученых Ж.Б. Роме-де-Лиля и Р.Ж. Гаюи.

Открытие изоморфизма и полиморфизма Митчерлихом, дальнейшее развитие этих понятий в трудах И. Гесселя, Т. Шерера, Л. Пастера и др.

Вклад Д.И. Менделеева в развитие законов химической кристаллографии.

Развитие геометрической кристаллографии в трудах О. Браве, А. Шенфлиса и Е.С. Федорова.

Итоги развития теоретической кристаллографии к началу XX-ого века.

Работы В.И. Вернадского и его видение кристаллографии как науки.

Развитие кристаллохимии в XX веке. Становление кристаллографии и кристаллохимии как самостоятельных наук благодаря открытиям в физике.

Открытие В.К. Рентгеном X-лучей.

Открытие М. Лауэ дифракции рентгеновских лучей на кристаллах.

Экспериментальные и теоретические работы У. Г. и У.Л. Бреггов и Вульфа, как зарождение рентгеноструктурного анализа.

Разработка концепции ионных радиусов.

Идеи В. М. Гольдшмидта и Л. Полинга в становлении кристаллохимии.

Энергетический подход к структуре и свойствам кристаллов в трудах А. Ферсмана.

Вклад Н.В. Белова в развитие структурной кристаллохимии.

Развитие органической кристаллохимии в работах Д. Берналу и А.И. Китайгородского.

Развитие геометрической кристаллографии в трудах А.В. Шубникова, Б.Н. Делоне и Н.В.Белова.

Выдающиеся ученые в области рентгеноструктурного анализа 20-ого века: Д.Ходжкин, К.Лонсдейл, Б.Вайнштен, Д.Шехтман и др.

Роль Г.Б. Бокия в развитие неорганической кристаллохимии в СССР.

Развитие энергетической кристаллохимии в трудах Урусова В.С.

### *Расчетные домашние задания:*

## **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

### *Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:*

Кристаллография и родственные дисциплины, связи их объединяющие.

Что позволяет кристаллохимии сохранить свою самостоятельность, свой предмет и свои методы?

Основные структурные типы, встречающиеся в минералогии, изученные в 20-ом веке.

Основная проблема кристаллохимии, ее решение в современной науке.

Основные задачи и основные области современных кристаллохимических исследований.

Основные свойства синхротронного излучения, позволяющие проводить исследования, которые принципиально невозможно реализовать на дифрактометрах с традиционными источниками излучения.

Источники синхротронного излучения: принцип действия, возможности.

Современные детекторы рентгеновского излучения.

Современные дифракционные методы (кроме рентгенографии), используемые для определения структуры кристаллов. Их преимущества и недостатки.

Нобелевские лауреаты в области физики, давшие старт прорывных открытий в кристаллографии.

Открытия Г. Мозли. Закон Мозли.

Нобелевская премия за открытие структуры ДНК. Ее лауреаты.

Нобелевская премия за исследование структуры глобулярных белков, ее лауреаты.

Какие достижения Х. А. Хауптмана и Д. Карле стали достойны присуждения им нобелевской премии в области химии?

Ученые био-химики и заслуженные ими нобелевские премии.

Нобелевская премия за открытие квазикристаллов, лауреаты.

Нобелевские премии в области химии и физики, присужденные за открытия, осуществленные с помощью применения рентгеновского излучения.

Женщины-ученые в кристаллографии, их вклад в развитие науки.

Основные события 2014 года, Международного года кристаллографии.

Первые эксперименты по выращиванию синтетических кристаллов.

Кристаллизация из водных растворов как наиболее простой метод выращивания кристаллов

Метод Киропулоса – история, развитие, практическое применение.

Я. Чохральский – создатель наиболее известного метода промышленной роста (история развития метода)

Развитие выращивания монокристаллов из водных растворов при высоких давлениях.

Направленная кристаллизация – развитие метода от истоков до современного состояния.

Технологические особенности и применения метода Вернейля .

Кристаллизация из высокотемпературных растворов-расплавов – ее сущность и область применения.

Кристаллизация из газовой фазы – основные вехи развития.

Твердофазный синтез как основа для создания современных поликристаллических материалов.

Приоритетные направления синтеза новых технически важных минералов во второй половине 20 века

Промышленное выращивание кристаллических материалов годы ВМВ в СССР и других странах.

Основной минерал для современной электронной техники – кварц: становление методов промышленного синтеза в СССР.

Другие технически важные кристаллические материалы .

Состояние и перспективы промышленного синтеза кристаллов в настоящее время.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Основных периодов истории развития знаний кристаллографии и кристаллохимии от древности до современного состояния; вклада ученых разных эпох в формирование сегодняшних представлений о строении вещества; основных проблем кристаллохимии и их решение в современной науке	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: конструктивно анализировать и оценивать условия, определяющие ход развития кристаллографии, как науки на различных исторических этапах, применять знания об истории кристаллографии в педагогической практике	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использования знания об истории развития кристаллохимических знаний в педагогической практике и исследовательской работе	Успешное умение анализировать и оценивать условия, определяющие ход развития кристаллографии, как науки на различных исторических этапах, способность применять знания об истории кристаллографии в педагогической практике
Умения: использовать программы для визуализации кристаллических структур	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное умение использовать программы

с целью анализа кристаллохимических особенностей природных и синтетических неорганических фаз		ое умение, допускает неточности непринципиального характера	пробелы умения использования программ для визуализации структур	визуализации структур с целью их кристаллохимического анализа.
Владения: логикой развития кристаллографических знаний, навыками применения и оценки современных научных разработок в ходе собственных экспериментальных и теоретических исследований.	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки владения логикой развития кристаллографических знаний, применения и оценки современных научных разработок в ходе собственных экспериментальных и теоретических исследований.	Владение логикой развития кристаллографических знаний, применения и оценки современных научных разработок в ходе собственных экспериментальных и теоретических исследований.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

а) основная литература

*Шубников А. В. У истоков кристаллографии. М., 1972.-52 с.*

*Шафрановский И. И. История кристаллографии в России. М.- Л.,1962.-416 с.*

б) дополнительная литература

Шафрановский И. И. История кристаллографии (с древнейших времен до начала XIX столетия). Л., «Наука»,1978.-297 с.

Шафрановский И. И. Кристаллография в СССР: 1917—1991 / Отв. ред. Н. П. Юшкин. - СПб., 1996.

Фетисов Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. — Физматлит Москва, 2007.

Handbook of crystal growth. Second edition. Vol.1, part A. Elsevier, 2015.

Синтез минералов. В трех томах. Издание второе. Александров, ВНИИСИМС, 2000.

Н.А. Волкова. О кварце и других минералах. – М.: Недра, 1989. 231с.: ил.

М.С. Шкабардня. Приборостроение. XX век. – М.: Совершенно секретно, 2004. – 767с.

А.А. Блистанов. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. – М.: МИСИС, 2000. – 432 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных 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.

<https://www.mindat.org/>- база данных минералов American Mineralogist.

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

<http://cryst.geol.msu.ru/courses/crchem/index2.php> - официальная страница курса;

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

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

<http://www.iucr.org/>

<http://www.cdvandt.org/>

Д) Материально-технического обеспечение: - Для проведения занятий: интерактивных лекций-визуализаций, презентаций рефератов на семинарах – используется LCD проектор. Для самостоятельной работы студентов используется компьютерный класс с выходом в Интернет, библиотека геологического факультета МГУ и минибиблиотека кафедры кристаллографии и кристаллохимии. Для интерактивной самоподготовки используется компьютер с выходом в Интернет

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Н.Н.Еремин, В.В. Мальцев Л.В. Л.В. Шванская

11. Автор (авторы) программы – О Н.Н.Еремин, В.В. Мальцев Л.В. Л.В. Шванская