

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет  
Кафедра неорганической химии

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа*  
«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллохимия

название учебной дисциплины

Направление подготовки:	04.03.01 Химия
Профиль подготовки:	—
Образовательная программа:	Бакалавриат
Квалификация:	академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый



« 16 » апреля 2020 г.

Программа учебной дисциплины «Кристаллохимия» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 454 от «20» апреля 2016 г.; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.03.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры неорганической химии, к.х.н. \_\_\_\_\_ Яблочкова Н.В.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии  
Протокол № 8 от "18" марта 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Игнатов А.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от "15" апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии химического факультета

\_\_\_\_\_ Яблочкова Н.В.

# 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Кристаллохимия» относится к вариативной части профессионального блока. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами – математика, физика, информатика, неорганическая химия, физическая химия. Освоив курс Кристаллохимии, студенты переходят к изучению Химии твердого тела, рентгенофазового анализа.

## 1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	04.03.01 Химия	
Профиль	-	
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Профессиональный блок, вариативная часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	
Год подготовки	3	
Семестр	5	
Количество часов	72	
- лекционных	18	
- практических, семинарских	-	
- лабораторных	18	
- самостоятельной работы	36	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов,	4	
в т.ч. аудиторных	2	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи.

**Цель** - научить студентов устанавливать взаимосвязь между химическим составом, кристаллической структурой веществ и их свойствами. От кристаллической структуры вещества зависят ее физико-химические, электро-физические и другие свойства, которые определяют области их практического использования. Овладение кристаллохимией необходимо для профессиональной деятельности специалиста-химика.

**Задачи** – усвоение теоретических основ кристаллохимии, которые позволили бы овладеть основными законами и понятиями, освоение студентами знаний и умений по геометрии и симметрии внешних форм кристаллов, кристаллической решетки, кристаллической структуры.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

#### а) общекультурных (ОК):

- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);
- знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская деятельность:**

- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7);

**производственно-технологическая деятельность:**

- способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8);
- владением навыками расчета основных технических показателей технологического процесса (ПК-9);
- способностью анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению (ПК-10);

**организационно-управленческая деятельность:**

- владением навыками планирования и организации работы структурного подразделения (ПК-11);
- способностью принимать решения в стандартных ситуациях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий (ПК-12);

**педагогическая деятельность:**

- способностью планировать, организовывать и анализировать результаты своей педагогической деятельности (ПК-13);

- владением различными методиками преподавания химии для достижения наибольшей эффективности усвоения знаний учащимися с разным уровнем базовой подготовки (ПК-14).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен.**

***Знать:***

- основные свойства кристаллов;
- симметрию и геометрию кристаллических полиэдров;
- методы описания кристаллической структуры при помощи кристаллической решетки, теории плотнейших шаровых упаковок и координационных полиэдров;
- основные структурные типы простых веществ, бинарных и некоторых тернарных соединений;
- как связана кристаллическая структура с составом, химической связью и свойствами простых веществ.

***Уметь:***

- находить элементы симметрии в кристаллических многогранниках;
- определять сингонию и категорию вида симметрии;
- находить в кристаллической решетке элементарную ячейку, определять ее симметрию, тип ячейки Браве, кратность;
- давать характеристику конкретной кристаллической структуры с помощью кристаллической решетки, теории плотнейших шаровых упаковок, координационных полиэдров;
- определять координационные числа структурных единиц и их координационные многогранники;
- рассчитывать плотность или молекулярную массу вещества по известной кристаллической структуре.

***Владеть:***

- навыками полного кристаллографического анализа структуры;
- навыками построения стереографической проекции кристаллов;
- приемами осуществления химического эксперимента для изучения структуры;
- возможностями поиска необходимой информации в научной и справочной литературе;
- приемами оформления результатов эксперимента и расшифровки их.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Курс дисциплины "Кристаллохимия" предусматривает следующие формы организации учебного процесса:

- лекции,
- лабораторные занятия,
- самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием словесных, объяснительно-иллюстративных, эвристических, проблемных и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации, а также раздаточные материалы. Во время лабораторных занятий создаются проблемные ситуации, рассматриваются задачи максимально приближенные к практике, для самостоятельной работы предлагаются творческие задания. Вместе со студентами рассматриваются модели полиэдров, простых форм, кристаллических структур и элементарных ячеек Браве.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (демонстрации химических реакций, разбор закономерностей протекания химических процессов, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное

обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение. Использование в учебном процессе наглядного материала по данному курсу; рассмотрение различных типов теоретических и практических задач, наглядно демонстрирующих связь химии с жизнью, химического эксперимента, тестов и контрольных работ. На кафедре неорганической химии разработан пакет программ для обучения и контроля знаний по кристаллохимии, который используется в учебном процессе.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы. Студенты самостоятельно дорабатывают некоторые темы, которые изучались в курсе кристаллохимии: простые и сложные элементы симметрии, простые формы, кристаллическая решетка, полиморфизм и изоморфизм и др. Проводят изучение приборов и оборудования, проводят эксперимент, обрабатывают полученные результаты, анализируют полученные результаты.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i><b>Содержательный модуль 1 Основы кристаллографии</b></i>	
<b>Тема 1.</b> Предмет кристаллохимии и кристаллографии	Предмет кристаллохимии и кристаллографии. Кристаллическое, газообразное и жидкое состояние вещества. Аморфные вещества и стекла. Поликристаллы и монокристаллы. Применение и методы выращивания монокристаллов.
<b>Тема 2.</b> Основные свойства кристаллов	Основные свойства кристаллов. Однородность, анизотропность, способность самоограничаться, постоянство температур плавления. Закон постоянства двугранных углов. Методы их измерения. Стереографическая проекция.
<b>Тема 3.</b> Симметрия внешних форм кристаллов	Симметрия внешних форм кристаллов. Ее определение. Эквивалентные точки. Плоскость, ось и центр симметрии. Действие ими на геометрические образы и нахождение их в плоских и трехмерных фигурах. Инверсионные и зеркально-поворотные оси. Действие ими на точку, геометрия и симметрия полученных систем точек. Теоремы сложения и следствия. Вид симметрии. Система вывода 32-х видов симметрии. Категории и сингонии, их общие и отличительные признаки.
<b>Тема 4.</b> Простые формы многогранников	Простые формы многогранников. Открытые, закрытые, общие, частные. Их основные характеристики. Комбинации простых форм. Простые формы низшей, средней и высшей категории
<i><b>Содержательный модуль 2 Кристаллическая структура</b></i>	
<b>Тема 5.</b> Кристаллическая решетка	Кристаллическая решетка. Узлы, ряды, плоские сетки и ячейки. Трансляция, скользящая плоскость и винтовые оси симметрии. Варианты петель плоских сеток. Примитивные и сложные ячейки. Их кратность. Ячейки Браве. Их выбор. Пространственные группы.
<b>Тема 6.</b> Кристаллическая структура	Кристаллическая структура. Место ячейки в ее описании. Число формульных единиц в ячейке. Координаты атомов, межатомные расстояния. Координационное число и координационный полиэдр. Структурный тип. Теория плотнейших шаровых упаковок. Описание структуры с помощью полиэдров.
<b>Тема 7.</b> Методы исследования структуры	Методы исследования структуры. Уравнение Вульфа - Бреггов. Метод Лауэ, метод вращения, метод порошка. Определение сингонии, параметров ячеек, типа ячейки Браве, пространственной группы, координат атомов. Рентгенофазовый анализ.
<b>Тема 8.</b> Химическая связь в кристаллах	Химическая связь в кристаллах. Гомо- и гетеродесмические структуры. Классификация структур по геометрическим признакам и химической связи. Зонная структура Li, Be, C. Структурные типы металлов: $\alpha$ -Fe, Cu, Mg, $\gamma$ -Mn, In, Hg, $\alpha$ -U, Po; интерметаллидов: семейства меди (CuAu, Cu <sub>3</sub> Au), $\alpha$ -Fe (CuZn, Cr <sub>2</sub> Al, Fe <sub>3</sub> Al), магния.
<b>Тема 9.</b>	Структуры простых веществ – неметаллов. Правило Юм - Розери. Изменение

Структуры простых веществ – неметаллов.	структур и характера химической связи по группам периодической системы. Структуры алмаза и графита.
<b>Тема 10.</b> Структуры бинарных неорганических соединений	Структуры бинарных неорганических соединений. Структуры соединений непереходных металлов состава АВ (типа NaCl, CsCl, ZnS, BN), АВ <sub>2</sub> (типа SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , CaF <sub>2</sub> ), А <sub>2</sub> В (типа Na <sub>2</sub> O). Изменение структур и характера связи в группах периодической системы. Структуры соединений переходных металлов состава АВ (тип NiAs), А <sub>2</sub> В (тип рутила и CdI <sub>2</sub> ), А <sub>2</sub> В (типа Cu <sub>2</sub> O), АВ <sub>3</sub> (ReO <sub>3</sub> ).
<b>Тема 11.</b> Структуры тройных неорганических соединений	Структуры тройных неорганических соединений. Структуры соединений с комплексными ионами. Формы комплексных ионов. Структуры, производные от NaCl (NaNO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , NaClO <sub>4</sub> ), CsCl (AgClO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ). Структуры, производные от бинарных соединений (CaWO <sub>4</sub> ). Структуры без комплексных ионов: производные от NaCl (LiFeO <sub>2</sub> ), от ReO <sub>3</sub> (CaTiO <sub>3</sub> , вольфрамовые бронзы); структура MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . Практическое значение соединений структурных типов перовскита, шпинели, шеелита.
<b>Тема 12.</b> Факторы, которые определяют структуру кристаллов	Факторы, которые определяют структуру кристаллов. Понятие о структуре силикатов, высокотемпературных сверхпроводников и органических соединениях. Определение радиусов ионов и атомов. Методы Ландэ, Гольдшмидта, Поллинга. Радиусы ионов по Шеннону. Влияние соотношения радиусов ионов и поляризации на структуру.
<b>Тема 13.</b> Полиморфизм и изоморфизм	Полиморфизм. Классификации полиморфных переходов. Морфотропия. Изоморфизм. Этапы его развития. Условия досконального изоморфизма. Твердые растворы. Факторы, которые влияют на растворимость. Классификации изоморфизма. Химическая связь в кристаллах. Гомо- и гетеродесмические структуры. Классификация структур по геометрическим признакам и химической связи.

### Тематический план

	Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Предмет кристаллохимии и кристаллографии	8	2	-	2	4	-						
Тема 2. Основные свойства кристаллов	8	2	-	2	4	-						
Тема 3. Симметрия внешних форм кристаллов	8	2	-	2	4	-						
Тема 4. Простые формы многогранников	8	2	-	2	4	-						
Итого по 1 содержательному модулю	32	8	-	8	16	-						

Содержательный модуль 2												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 5. Кристаллическая решетка	8	1	-	1	6	-						
Тема 6. Кристаллическая структура	4	1	-	1	2	-						
Тема 7. Методы исследования структуры	6	2	-	2	2	-						
Тема 8. Химическая связь в кристаллах	4	1	-	1	2	-						

<b>Тема 9.</b> Структуры простых веществ – неметаллов.	4	1	-	1	2	-						
<b>Тема 10.</b> Структуры бинарных неорганических соединений	4	1	-	1	2	-						
<b>Тема 11.</b> Структуры тройных неорганических соединений	3	1	-	1	1	-						
<b>Тема 12.</b> Факторы, которые определяют структуру кристаллов	3	1	-	1	1	-						
<b>Тема 13.</b> Полиморфизм и изоморфизм	4	1	-	1	2	-						
<b>Итого по 2 содержательному модулю</b>	40	10	-	10	20	-						
<b>Всего часов по дисциплине</b>	72	18	-	18	36	-	72	4	-	6	62	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лабораторных занятий

№	Название темы	Кол-во часов
1	Симметрия внешних форм кристаллов.	4
2	Простые формы кристаллов.	4
3	Построение стереографических проекций.	4
4	Кристаллическая решетка.	4
5	Кристаллическая структура.	4
6	Элементарные решетки Браве.	4
7	Методы исследования структуры кристаллов. Расчет параметров.	4
8	Структуры простых веществ.	4
9	Структуры бинарных и тернарных соединений	4
Всего часов		36

### Самостоятельная работа

1. Проработка теоретических основ прослушанного лекционного материала.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Изучение вопросов, которые вынесены на самостоятельную проработку.
4. Систематика изученного материала перед модульным контролем.
5. Самостоятельная работы с моделями внешних форм кристаллов, кристаллических структур и компьютерными обучающими программами.

## 6. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химический

Направление подготовки: **04.03.01 Химия**

Профиль: \_\_\_\_\_

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр \_\_\_\_\_

**5**

Учебная дисциплина **Кристаллохимия**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Дать определение оси симметрии.
2. Дать определение эквивалентной точки.
3. Дать определение инверсионной оси симметрии.
4. Построить систему точек действием инверсионной оси 4-го порядка на точку. Выделить эквивалентные точки.
5. Какие простые элементы симметрии имеет полученная система точек?
6. Вторая теорема сложения элементов симметрии.
7. Признаки видов симметрии высшей категории.
8. Признаки каждой сингонии низшей категории.
9. Какие элементы симметрии имеет тригональная призма?

10. Какие элементы симметрии имеет пирамида?

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
<b>Всего</b>	<b>20</b>

### 7. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Содержание дисциплины «Кристаллохимия» состоит из двух зачетных модулей. Каждый зачетный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объеме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

<b>Зачетные модули</b>	<b>Форма контроля</b>	<b>Баллы</b>
Смысловой модуль 2	Индивидуальная работа по решению задач	20
	Защита лабораторных работ	10
	Модульная работа	20
Смысловой модуль 2	Индивидуальная работа по решению задач	20
	Защита лабораторных работ	10
	Модульная работа	20
Общий итог		100

### Шкала соответствия баллов национальной шкале

<b>Оценка по шкале ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачет)</b>
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено

<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Средства самостоятельной работы и диагностики знаний на лабораторных работах

1. Модели внешних форм кристаллов
2. Модели кристаллических решеток и кристаллических структур
3. Компьютерные программы для контроля знаний и обучения по темам:
  - простые формы кристаллических многогранников;
  - элементарные ячейки Браве;
  - структуры простых веществ и бинарных неорганических соединений
4. Конспект лекций по кристаллохимии;
5. Компьютерный учебник по кристаллохимии;
6. Пакет тестовых программ для контроля знаний с элементами обучения по кристаллохимии.

Лекционные занятия проводятся в аудитории на группу, оборудованной доской, мультимедийным проектором и экраном.

Лабораторные занятия по данному курсу проводятся в компьютерном классе, оснащенном необходимым оборудованием: моделями внешних форм кристаллов, кристаллических решеток и кристаллических структур. Компьютерные программы для контроля знаний и обучения.

Дополнительное обеспечение: Wi-Fi доступ в корпусах университета, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

## 9. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b><i>Основная литература</i></b>			
1.	Основы кристаллохимии неорганических соединений : учебно-методическое пособие для студентов III курса химического факультета ОП Бакалавр / [сост.: А. И. Игнатов, Н. В. Яблочкова, А. О. Жегайло] ; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Химический факультет, Кафедра неорганической химии. - Донецк : ГОУ ВПО "ДонНУ", 2018. - 66 с <a href="http://library.donnu.ru/catalog/scripts/wek2.exe/">http://library.donnu.ru/catalog/scripts/wek2.exe/</a>	1	+
2.	Теория плотнейших шаровых упаковок: устаревший геометрический подход или инструмент современной кристаллохимии / Н. Н. Ерёмин. - VIII Всероссийская молодежная научная конференция «Минералы: строение, свойства, методы исследования». 2016. – с 54 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=32329530">https://elibrary.ru/item.asp?id=32329530</a>	-	+
3.	Урусов В.С. Правила четности и дисторсии	-	+

	координационных полиэдров в неорганической кристаллохимии. – Журн. структ. химии. – Т. 55. – 2014. – с. S94-S110. <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=28808836">https://elibrary.ru/item.asp?id=28808836</a>		
<i>Дополнительная литература</i>			
4.	Кристаллохимия флюоритоподобных клатратов $AB_3F_{10}$ . – Журнал неорганической химии, 2014, том 59, № 3, с. 355–360 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=21194855">https://elibrary.ru/item.asp?id=21194855</a>	-	+
5.	Нестехиометрия, кристаллохимия и электропроводность щелочных бронз и оксидов молибдена / Т. И. Дробашева, С. Б. Расторопов. – Известия РАН. серия физическая, 2015, том 79, № 6, с. 779–782 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=23662921">https://elibrary.ru/item.asp?id=23662921</a>	-	+
6.	Кржижановская М.Г., Бубнова Р.С., Филатов С.К. Кристаллография и высокотемпературная кристаллохимия безводных боросиликатов щелочных и щелочноземельных металлов. – Журн. структ. химии. – Т. 55. – 2014. – с. S163-S167. <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=28808840">https://elibrary.ru/item.asp?id=28808840</a>	-	+
7.	А.А. Бакибаев, К.Т. Рустембеков, А.Т. Дюсекеева Кристаллохимия и строение двойных селенатов натрия. – Известия Томского политехнического ун-та. – Т. 321. – 2012. – с. 73-76 <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=18249805">https://elibrary.ru/item.asp?id=18249805</a>		

## 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека
2. <http://library.donnu.ru/> - электронно-библиотечная система Донецкого национального университета

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании \_\_\_\_\_ с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_