

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет
Кафедра неорганической химии



УТВЕРЖДАЮ
проректор

Машаров

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КРИСТАЛЛОХИМИЯ

Укрупненная группа направлений
подготовки

04.00.00 Химия

Программа высшего образования

Программа специалитета

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная
химия

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

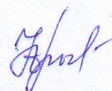
Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

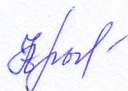
доцент кафедры неорганической химии,
канд. хим. наук, доцент



Н.В. Яблочкова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры неорганической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14

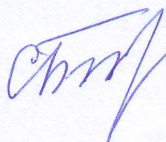
Заведующий кафедрой



Н.В. Яблочкова

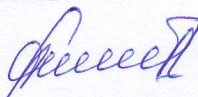
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



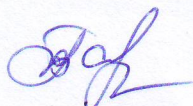
С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
канд. хим. наук, доц.
28.03.2024 г.



О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы специалитета: Математика, Неорганическая химия, Физическая химия, Физические методы исследования.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Строение вещества, Стереохимия, производственная практика: технологическая.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (программа специалитета)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.3 Кристаллохимия
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц/ всего часов	3 / 108

2.2.Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	4	7	26	26		56	108	Зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

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.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1.Компетенции

ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

4.3. Результаты обучения

ОПК-1.1.1. Знает 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.

ОПК-1.1.2. Умеет 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.

ОПК-1.1.3. Владеет навыками полного кристаллографического анализа структуры; 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.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Предмет кристаллохимии и кристаллографии	1.1.Предмет кристаллохимии и кристаллографии. 1.2.Кристаллическое, газообразное и жидкое состояние вещества. 1.3.Аморфные вещества и стекла. 1.4.Поликристаллы и монокристаллы. 1.5.Применение и методы выращивания монокристаллов.
2. Основные свойства кристаллов	2.1.Основные свойства кристаллов. 2.2.Закон постоянства двугранных углов. 2.3.Методы измерения углов. 2.4.Стереографическая проекция.
3. Симметрия внешних форм кристаллов	3.1.Определение симметрии внешних форм кристаллов. 3.2.Эквивалентные точки. 3.3.Плоскость, ось и центр симметрии. 3.4.Инверсионные и зеркально-поворотные оси. 3.5.Теоремы сложения и следствия. 3.6.Вид симметрии. 3.7.Категории и сингонии, их общие и отличительные признаки.
4. Простые формы многогранников	4.1.Простые формы многогранников. Открытые, закрытые, общие, частные. Их основные характеристики. 4.2.Комбинации простых форм. 4.3.Простые формы низшей, средней и высшей категории

5. Кристаллическая решетка	<p>5.1.Кристаллическая решетка.</p> <p>5.2.Узлы, ряды, плоские сетки и ячейки.</p> <p>5.3.Трансляция, скользящая плоскость и винтовые оси симметрии.</p> <p>5.4.Варианты петель плоских сеток.</p> <p>5.5.Примитивные и сложные ячейки.</p> <p>5.6.Их кратность.</p> <p>5.7.Ячейки Браве. Их выбор.</p> <p>5.8.Пространственные группы.</p>
6. Кристаллическая структура	<p>6.1.Кристаллическая структура.</p> <p>6.2.Место ячейки в ее описании.</p> <p>6.3.Число формульных единиц в ячейке.</p> <p>6.4.Координаты атомов, межатомные расстояния.</p> <p>6.5.Координационное число и координационный полиэдр.</p> <p>6.6.Структурный тип.</p> <p>6.7.Теория плотнейших шаровых упаковок.</p> <p>6.8.Описание структуры с помощью полиэдров.</p>
7. Методы исследования структуры	<p>7.1.Методы исследования структуры.</p> <p>7.2.Уравнение Вульфа - Бреггов.</p> <p>7.3.Метод Лауэ, метод вращения, метод порошка.</p> <p>7.4.Определение сингонии, параметров ячеек, типа ячейки Браве, пространственной группы, координат атомов.</p> <p>7.5.Рентгенофазовый анализ.</p>
8. Химическая связь в кристаллах	<p>8.1.Химическая связь в кристаллах.</p> <p>8.2.Гомо- и гетеродесмические структуры.</p> <p>8.3.Классификация структур по геометрическим признакам и химической связи.</p> <p>8.4.Зонная структура Li, Be, C.</p> <p>8.5.Структурные типы металлов.</p> <p>Интерметаллиды: семейства меди, магния.</p>
9. Структуры простых веществ – неметаллов.	<p>9.1.Структуры простых веществ – неметаллов.</p> <p>9.2.Правило Юм - Розери.</p> <p>9.3.Изменение структур и характера химической связи по группам периодической системы.</p> <p>9.4.Структуры алмаза и графита.</p>
10. Структуры бинарных неорганических соединений	<p>10.1. Структуры бинарных неорганических соединений.</p> <p>10.2. Структуры соединений непереходных металлов состава AB (типа NaCl, CsCl, ZnS, BN), AB₂ (типа SiO₂, TiO₂, CaF₂), A₂B (типа Na₂O).</p> <p>10.3. Изменение структур и характера связи в группах периодической системы.</p> <p>10.4. Структуры соединений переходных металлов состава AB (тип NiAs), A₂B (тип</p>

	рутила и CdI_2), A_2B (типа Cu_2O), AB_3 (ReO_3).
11. Структуры тройных неорганических соединений	11.1. Структуры тройных неорганических соединений. 11.2. Структуры соединений с комплексными ионами. 11.3. Формы комплексных ионов. 11.4. Структуры, производные от NaCl (NaNO_2 , CaCO_3 , NaClO_4), CsCl (AgClO_2 , NH_4NO_3). 11.5. Структуры, производные от бинарных соединений (CaWO_4). 11.6. Структуры без комплексных ионов: производные от NaCl (LiFeO_2), от ReO_3 (CaTiO_3 , вольфрамовые бронзы); структура MgAl_2O_4 . 11.7. Практическое значение соединений структурных типов перовскита, шпинели, шеелита.
12. Факторы, которые определяют структуру кристаллов	12.1. Факторы, которые определяют структуру кристаллов. 12.2. Понятие о структуре силикатов, высокотемпературных сверхпроводников и органических соединениях. 12.3. Определение радиусов ионов и атомов. Методы Ландэ, Гольдшмидта, Поллинга. 12.4. Радиусы ионов по Шеннону. 12.5. Влияние соотношения радиусов ионов и поляризации на структуру.
13. Полиморфизм и изоморфизм	13.1. Полиморфизм. 13.2. Классификации полиморфных переходов. 13.3. Морфотропия. 13.4. Изоморфизм. Этапы его развития. 13.5. Условия совершенного изоморфизма. 13.6. Твердые растворы. 13.7. Факторы, которые влияют на растворимость. 13.8. Классификации изоморфизма. 13.9. Химическая связь в кристаллах. 13.10. Гомо- и гетеродесмические структуры. 13.11. Классификация структур по геометрическим признакам и химической связи.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Предмет кристаллохимии и	2	2	-	4	8

кристаллографии					
Раздел 2. Основные свойства кристаллов	2	2	-	4	8
Раздел 3. Симметрия внешних форм кристаллов	2	2	-	4	8
Раздел 4. Простые формы многогранников	2	2	-	4	8
Раздел 5. Кристаллическая решетка	2	2	-	4	8
Раздел 6. Кристаллическая структура	2	2	-	4	8
Раздел 7. Методы исследования структуры	2	2	-	4	8
Раздел 8. Химическая связь в кристаллах	2	2	-	4	8
Раздел 9. Структуры простых веществ – неметаллов.	2	2	-	4	8
Раздел 10. Структуры бинарных неорганических соединений	2	2	-	5	9
Раздел 11. Структуры тройных неорганических соединений	2	2	-	5	9
Раздел 12. Факторы, которые определяют структуру кристаллов	2	2	-	5	9
Раздел 13. Полиморфизм и изоморфизм	2	2	-	5	9
ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР	34	34	-	76	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Перечислите основные задачи кристаллохимии.
2. Что изучает геометрическая кристаллография.
3. Что изучает физическая кристаллохимия.
4. Что такое кристалл, поликристалл, монокристалл.
5. Вещества молекулярного и немолькулярного строения.
6. Строение идеальных и реальных кристаллов.
7. Твердое, жидкое и газообразное состояние вещества.
8. Ближний и дальний порядок.
9. Типы кристаллических решеток.
10. Индивидуальные вещества и смеси.
11. Перечислите основные задачи кристаллохимии.
12. Чем отличаются монокристалл и поликристалл?
13. Нарисуйте основные многоугольники и многогранники, которые используются для описания фигур в кристаллохимии, приведите их названия.
14. Что такое координационное число, координационный многогранник?
15. Дайте определение кристаллической структуре.
16. Дайте определение правильной системе точек.
17. Что такое структурный тип, какие соединения называются изоструктурными?
18. Применение и методы выращивания кристаллов.

Раздел 2

1. Постройте стереографическую проекцию: а) тетрагональной пирамиды, б) тетрагональной призмы, в) гексаэдра.
2. Сформулируйте закон постоянства углов.
3. Опишите известные вам методы измерения кристаллов.
4. Что представляет собой прикладной гониометр?
5. Принцип работы отражающего гониометра.

6. Преимущества двукружного гониометра.
7. Алгоритм построения стереографической проекции кристалла.
8. Постройте стереографическую проекцию каждой из простых форм средней и высшей категории.
9. Определите, в каких видах симметрии возможны указанные комбинации, и изобразите их на стереографической проекции: 1 – ромбическая призма и пинакоид; 2 – пинакоид и ромбический тетраэдр; 3 – ромбическая призма и ромбическая пирамида; 4 – ромбическая пирамида и диэдр; 5 – ромбическая дипирамида и пинакоид; 6 – тетрагональная призма и моноэдр; 7 – тетрагональная призма и тетрагональный тетраэдр; 8 – дитетрагональная призма и тетрагональный трапецоэдр; 9 – дитетрагональная призма и дитетрагональная пирамида; 10 – дитетрагональная призма и тетрагональный тетраэдр; 11 – дитетрагональная дипирамида и тетрагональная призма; 12 – тетрагональный скаленоэдр и пинакоид; 13 – дитетрагональная пирамида и моноэдр; 14 – тригональная призма и моноэдр; 15 – тригональная пирамида и дитригональная призма; 16 – ромбоэдр и тригональная дипирамида; 17 – тригональный трапецоэдр и тригональная призма; 18 – дитригональный скаленоэдр и ромбоэдр; 19 – дитригональная пирамида и моноэдр; 20 – гексагональная пирамида и моноэдр; 21 – гексагональный трапецоэдр и пинакоид; 22 – дигексагональная пирамида и гексагональная призма; 23 – дигексагональная призма и моноэдр; 24 – дитригональная дипирамида и пинакоид; 26 – гексагональная дипирамида и тригональная призма.
9. Расшифруйте стереографические проекции кристаллов: назовите простую форму или многогранник, зарисуйте расшифрованные фигуры.

Раздел 3

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.
- Виделить 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?
 11. Дайте определение симметрии.
 12. Какие элементы симметрии относятся к простым? Дайте определение каждому из них.
 13. Какие элементы симметрии относятся к сложным? Дайте определение каждому из них.
 14. Что такое ось симметрии, порядок оси, элементарный угол?
 15. Поясните формулу $3L_44L_36L_29PC$ и назовите вид симметрии, сингонию, категорию.
 16. Почему в кристаллах не может быть осей симметрии 5-го и 7-го порядков?
 17. Что такое класс симметрии? Сколько их существует?
 18. Что отличает ромбическую и гексагональную сингонии?
 19. В кристаллах какой сингонии отсутствует центр симметрии?
 20. Дайте формулировку теорем сложения элементов симметрии, обратных теорем и следствий из них.
 21. Объясните классификацию видов симметрии.
 22. Пользуясь теоремой Эйлера, определите, под каким углом пересекаются две оси 2-го порядка, если их равнодействующей будет ось 3-го порядка.

23. Определите все оси симметрии в кубе (гексаэдре).
 24. Вид симметрии. Схема вывода 32-х видов симметрии. Категории и сингонии, их общие и отличительные признаки.

Раздел 4

1. Что такое простая форма и комбинация?
2. К какой категории относятся гексагональная призма, гексагональная пирамида, ромбоэдр, тригональный трапецоэдр?
3. Какие простые формы называются открытыми, а какие – закрытыми?
4. Сколько граней имеют ромбододекаэдр, тетрагонтриоктаэдр, гексаэдр?
5. Что представляет собой кристалл в виде спичечного коробка: простую форму или комбинацию?
6. Опишите, из скольких граней состоит трапецоэдр, как они расположены.
7. В чем заключаются отличия реальных и идеальных кристаллов?
8. Определите число граней пинакоида, тригональной призмы, тригональной пирамиды.
9. Какие простые формы принадлежат кристаллам средних сингоний?
10. Назовите простые формы кубической сингонии.

Раздел 5

1. Назовите элементы пространственной решетки.
2. Дайте определение плоской сетки.
3. Дайте определение элементарной петли плоской сетки.
4. Дайте определение элементарной ячейки.
5. Сформулируйте правила выбора элементарной ячейки.
6. Как называется тип ячейки Браве, в которой частицы расположены в вершинах и центрах всех граней?
7. Объясните, почему в тетрагональной сингонии нет базо- и гранецентрированных ячеек.
8. Может ли существовать базоцентрированная кубическая ячейка? Обоснуйте ответ.
9. Почему в триклинной сингонии лишь одна решетка Браве?
10. Какой тип решетки Браве образуется при деформации кубической гранецентрированной решетки вдоль одной из осей 4-го порядка?
11. Классификация пространственных решеток по числу материальных частиц и по форме.
12. КЧ и методика его вычисления в различных структурах (состоящих из атомов одного сорта, из различных атомов).
13. Проанализируйте структуру хлорида цезия по такому плану:
 - зарисуйте элементарную ячейку и определите ее сингонию;
 - определите число материальных частиц (атомов или молекул) в элементарной ячейке;
 - охарактеризуйте тип элементарной ячейки Браве;
 - определите КЧ.
14. Напишите соотношение параметров (a , b , c , α , β , γ) для ячеек кубической, гексагональной и триклинной симметрии.
15. Какие ячейки Браве возможны в кубической пространственной решетке? Почему не существуют кубические ячейки другого типа?
16. Символика пространственных групп.
17. Теоретическая или рентгеновская плотность, расчет, физический смысл величины, решение задач.

Раздел 6

1. Дайте определение плотнейшей упаковке.
2. Опишите модели двух плотнейших упаковок.
3. Что такое коэффициент плотности упаковки? Приведите пример его расчета.
4. Опишите с геометрической точки зрения пустоты, которые образуются между шарами в плотнейших упаковках.
5. Какие КЧ характерны для двух видов плотнейших упаковок?
6. Приведите пример металла, структура которого представляет собой двухслойную ПШУ. Как располагаются атомы в элементарной ячейке этого металла? Какова координация атомов?
7. Что такое КП?
8. Перечислите наиболее часто встречающиеся КЧ при построении структуры минералов, а также КП, соответствующие им.
9. Опишите структуру ReO_3 , NaCl , CsCl , используя модель КП.
10. Расчет кратности структур, построенных с использованием КП.

Раздел 7

1. Для каких целей используется рентгенофазовый анализ?
2. Опишите принцип метода РФА.
3. Напишите уравнение Вульфа-Брегга; расшифруйте значение входящих в него символов.
4. Метод Лауэ, метод вращения, метод порошка.
5. Определение сингонии, параметров ячеек, типа ячейки Бравэ, пространственной группы, координат атомов. Рентгенофазовый анализ.
6. Базис ячейки. Расчет межатомных расстояний.
7. Индексы Миллера, правила погасания рефлексов.
8. Картотеки ASDM, JCPDS и др.
9. Нахождение пространственной группы.
10. Определение фазового состава.
- 11.

Раздел 8

1. Химическая связь в кристаллах. Гомо- и гетеродесмические структуры.
2. Классификация структур по геометрическим признакам и характеру химической связи.
3. Зонная структура Li, Be, C.
4. Опишите строение аллотропных модификаций углерода. Как объяснить их электропроводность/диэлектрические свойства с точки зрения зонной теории?

Раздел 9

1. Структурные типы металлов: α -Fe, Cu, Mg, γ -Mn, In, Hg, α -U, Po; интерметаллидов: семейства меди (CuAu , Cu_3Au), α -Fe (CuZn , Cr_2Al , Fe_3Al), магния.
2. Структуры простых веществ - неметаллов. Правило Юм - Розери. Изменение структур и характера химической связи по группам периодической системы. Структуры алмаза и графита.

Раздел 10

1. Структуры бинарных неорганических соединений. Структуры соединений непереходных металлов состава AB (типа NaCl , CsCl , ZnS , BN), AB_2 (типа SiO_2 , TiO_2 , CaF_2), A_2B (типа Na_2O).

2. Изменение структур и характера связи в группах периодической системы. Структуры соединений переходных металлов состава AB (тип $NiAs$), A_2B (тип рутила и CdI_2), A_2B (тип Cu_2O), AB_3 (ReO_3).

Раздел 11

1. Структуры тройных неорганических соединений.
2. Структуры соединений с комплексными ионами. Формы комплексных ионов. Структуры, производные от $NaCl$ ($NaNO_2$, $CaCO_3$, $NaClO_4$), $CsCl$ ($AgClO_2$, NH_4NO_3).
3. Структуры, не производные от бинарных соединений ($CaWO_4$). Структуры без комплексных ионов: производные от $NaCl$ ($LiFeO_2$), от ReO_3 ($CaTiO_3$, вольфрамовые бронзы); структура $MgAl_2O_4$. Практическое значение соединений структурных типов перовскита, шпинели, шеелита.
4. Понятие о структуре силикатов, высокотемпературных сверхпроводников и органических соединений.

Раздел 12

1. Факторы, определяющие структуру кристаллов.
2. Определение радиусов ионов и атомов. Методы Ланде, Гольдшмидта, Поллинга. Радиусы тонов Р. Шеннона. Влияние соотношения радиусов ионов и поляризации на структуру.

Раздел 13

1. Полиморфизм. Классификации полиморфных переходов.
2. Морфотропия. Изоморфизм. Этапы его развития. Условия досконального изоморфизму.
3. Твердые растворы. Факторы, влияющие на растворимость.
4. Классификации изоморфизма. Химическая связь в кристаллах.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием контрольных вопросов, подобных указанным выше. Тестовые задания открытого и закрытого типа.

Коллективные и самостоятельные работы по решению задач, расшифровки и описания кристаллических структур, нахождения элементов симметрии и комбинаций простых форм в моделях многогранников.

7.3. Темы лабораторных занятий

1. Симметрия внешних форм кристаллов.
2. Простые формы кристаллов.
3. Построение стереографических проекций.
4. Кристаллическая решетка.
5. Кристаллическая структура.
6. Элементарные решетки Браве.
7. Методы исследования структуры кристаллов. Расчет параметров.
8. Структуры простых веществ.
9. Структуры бинарных и тернарных соединений.

7.4. 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 работа с моделями внешних форм кристаллов, кристаллических структур и компьютерными обучающими программами.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.). Подготовка, выполнение и защита лабораторных работ, соблюдение техники безопасности, правильная интерпретация результатов эксперимента.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-7	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Индивидуальная работа по решению задач	10
	Контрольные работы	10
	Защита лабораторных работ	20
8-13	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Индивидуальная работа по решению задач	10
	Контрольные работы	10
	Защита лабораторных работ	20
ИТОГО		100
Общий итог за семестр (зачет)		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории на группу, оборудованной меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном – химический факультет ДонГУ (г. Донецк, ул Щорса 17а).

Лабораторные занятия по данному курсу проводятся в химических лабораториях кафедры неорганической химии, оснащенных необходимым оборудованием, компьютерном классе.

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

Дополнительное оборудование:

- Модели внешних форм кристаллов;
- Модели кристаллических решеток и кристаллических структур;
- Компьютерные программы для контроля знаний и обучения по темам:
- простые формы кристаллических многогранников;
- элементарные ячейки Браве;
- структуры простых веществ и бинарных неорганических соединений

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

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.
2. Бокий Г.Б., Кристаллохимия. - М., Наука, 2011. – 400 с
3. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фадеев М.А. Основы кристаллографии М.: Физматлит, 2004. — 501 с.
4. Урусов В.С., Еремин Н.Н. Кристаллохимия. Краткий курс. Часть 2 Учебное пособие. – М.: Изд-во Московского университета, 2005. – 125 с.
5. Зоркий П.М., Задачник по кристаллохимии и кристаллографии. - М., МГУ, 2007.

11.2. Дополнительная литература

1. 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.
2. Урусов В.С. Правила четности и дисторсии координационных полиэдров в неорганической кристаллохимии. – Журн. структ. химии. – Т. 55. – 2014. – с. S94-S110.
3. Солодовников С.Ф. Задачи и методические указания по структурной кристаллографии и кристаллохимии Учебно-метод. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2013. — 85 с.
4. Арисова В. Н. Элементы структурной кристаллографии: учеб.пособие / В. Н. Арисова, О. В. Слаутин. – Волгоград: ВолгГТУ, 2007. – 94 с.
5. Буланов В. А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций: учеб.пособие / В. А. Буланов, М. А. Юденко. – Иркутск: Иркут.гос. ун-т, 2006. – 175 с.
6. Кузьмичева Г. М. Основные кристаллохимические понятия / Г. М. Кузьмичева. – М.: МИТХТ, 2000. – 22 с.
7. Левицкий И. А. Кристаллография, минералогия и петрография. Практикум: учеб.пособие для студентов специальности «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» / И. А. Левицкий. – Минск: БГТУ, 2008. – 198 с.
8. Солодовников С. Ф. Основные термины и понятия структурной кристаллографии и кристаллохимии (словарь-пособие) / С.Ф. Солодовников. – Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2005. – 113 с.
9. Шаскольская М.П. Кристаллография: учеб.пособие для вузов / М. П. Шаскольская. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1984. – 376 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. ЭБС Юрайт: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. Электронно-библиотечная система ДонГУ: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронный каталог Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. Электронный архив ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. MicrosoftOffice (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, AdobeAcrobatReader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).