

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт химии и биологии**  
**Кафедра неорганической и физической химии**

**СОГЛАСОВАНО**  
**Руководитель ОПОП**  
\_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Директор ИХиБ**  
\_\_\_\_\_ Хараев А.М.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.04.03 «Кристаллохимия»**

по направлению  
04.03.01 ХИМИЯ

Профили подготовки – Неорганическая химия и химия координационных  
соединений. Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника  
«бакалавр»

Форма обучения  
Очная

Нальчик -2020

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия»

Составитель / Лигидова М.Н. – Нальчик: КБГУ 2020, 20 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины части формируемой участниками образовательных отношений студентам очной формы обучения по направлению подготовки 04.03.01 Химия в 7 семестре 4 курса.

Рабочая программа составлена в соответствии с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 04.03.01 Химия и профилю подготовки «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 17.07.2017 N 671 (Зарегистрировано в Минюсте России 02.08.2017 N 47644)

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО .....	4
3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины .....	5
4. Содержание и структура дисциплины. ....	6
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	15
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности: .....	32
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	35
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	48

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является освоение общих принципов описания кристаллических структур, теории важнейших кристаллохимических явлений и обобщенной кристаллохимии, рассматривающей многообразие конденсированных фаз с различной структурой, изучение физико-химических методов исследования кристаллов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение истории развития кристаллохимии;
- получение современных представлений о свойствах атомов и основных факторах, определяющих структуру кристалла;
- связь структуры с физико-химическими свойствами кристаллов;
- изучение важнейших кристаллохимических явлений (морфотропии, полиморфизма и изоморфизма).
- получение знаний о кристаллохимии важнейших пороодообразующих минералов; кристаллохимическая интерпретация минералообразующих и геохимических процессов.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Модуль "Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела и изучается в 7 семестре студентами направленность 04.03.01. Химия (Профили подготовки – Неорганическая химия и химия координационных соединений. Физическая химия).

Дисциплина «Кристаллохимия» содержательно взаимосвязана с дисциплинами «Высшая математика», «Физика», «Строение вещества» и профессионального цикла «Квантовая химия», «Неорганическая химия».

Изучение данной дисциплины направлено на освоение обобщенных трудовых функций.

До изучения дисциплины «Кристаллохимия», студенты должны получать знания по основным разделам математики и физики, а также других химических дисциплины, которые изучаются на 1-2 курсах.

Знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины «Кристаллохимия» необходимы для глубокого освоения других химических дисциплин, а также дисциплины математического и естественнонаучного цикла.

### **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В соответствии с ПС результате освоение дисциплины обучающийся должен:

*обладать профессиональными компетенциями:*

**ПКС-3.1.** Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры неорганических соединений;

**ПКС-4.1.** Способен осуществлять направленный синтез неорганических и органических соединений по заданию специалиста более высокой квалификации.

В результате изучения дисциплины студент должен:

-ЗНАТЬ основные экспериментальные методы применяемые для определения структуры неорганических соединений; характеристики влияющие на реакционную способность химических соединений; технология производства неорганических соединений; оборудование лаборатории и правила его эксплуатации;

-УМЕТЬ Калибровать приборы для проведения лабораторного анализа проб (образцов) сырья и полуфабрикатов; строить калибровочные кривые; Проводить градуировку средств измерений; строить градуировочные кривые (таблицы); подготавливать исходное сырье, основные и вспомогательные материалы с учетом требований охраны труда;

-ВЛАДЕТЬ навыками работы на лабораторном оборудовании для установления структуры неорганических материалов; использования компьютерных программ и экспериментальных методов для построения химических и стереохимических формул соединений и других видов иллюстративного материала; технологиями оценки научно-практической значимости выбранного метода синтеза неорганических соединений.

#### 4. Содержание и структура дисциплины.

**Таблица 1.** Содержание дисциплины «Кристаллохимия» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций (ПКС-3.1, ПКС-4.1).

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3		4
1	Введение. Рентгеноструктурный анализ – основной экспериментальный метод кристаллохимии	Предмет и задачи кристаллохимии. Очерки истории кристаллохимии. Кристаллохимия среди других наук о веществе. Основные аспекты кристаллохимии	ПКС-3.1; ПКС-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
2	Законы геометрической кристаллографии. Симметрия молекул.	Понятие симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Семейства точечных групп симметрии. Международная символика и символика Шенфлиса.	ПКС-3.1; ПКС-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
3	Пространственная решетка и кристаллографические системы	Пространственная решетка. Группы трансляции. Символы граней и ребер кристаллов. Трансляционные группы Бравэ. Основные свойства кристаллов вытекающие из решетчатого строения. Макроскопические характеристики кристаллов.	ПКС-3.1; ПКС-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.

4	Симметрия кристаллов	Основы теории групп. Типы групп симметрии. Классификация точечных групп. Открытые операции и элементы симметрии. Сингонии. Зависимость физических свойств кристаллов от их симметрии	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
5	Основы рентгеноструктурного анализа	Дифракция рентгеновских лучей. Методы регистрации. Условия Лауэ. Индексы серий узловых сеток и межплоскостные расстояния. Уравнения Брэгга-Вульфа. Рентгенофазовый анализ. Основные этапы анализа структуры кристалла. Определение решетки и симметрии кристаллической структуры	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
6	Описание и систематика кристаллических структур	Стереометрическая классификация структур, координационное число, координационный полиэдр. Структурные единицы кристалла. Мотив структуры. Структурный тип. Полиэдрический метод изображения структур. Описание структур в терминах шаровых упаковок и кладок.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
7	Химическая связь в кристаллах. Кристаллохимические радиусы.	Общий взгляд на природу химической связи в кристаллах. Систематика кристаллических структур по типу связи.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
8	Ионная модель и теория решетки. Энергия кристаллических структур. Ионные радиусы	Структурные типы кристаллических решеток с ионной связью. Энергия ионной решетки. Уравнение Борна-Ланде. Цикл Борна-Габера. Уравнение Капустинского. Классификация: изодесмические,	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.

		анизодесмические и мезодесмические структуры. Вода в структурах ионных кристаллов. Ионные радиусы. Правила Магнуса. Физические свойства ионных кристаллов.		
9	Ковалентная связь в кристаллах. Теория направленных валентностей. Ковалентные радиусы.	Объяснение природы ковалентной связи на основе теории ВСУ и МОЛКАО. Направленность ковалентной связи и форма молекул. Возможности предсказания геометрической формы молекул по Гиллеспи. Ковалентные радиусы. Физические свойства кристаллических структур с ковалентной связью. Связи, промежуточные между ионными и ковалентными. Степень ионности связи	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
10	Металлическая связь. Зонная энергетическая структура кристалла. Интерметаллические соединения. Металлические радиусы	Структурные типы. Принцип плотнейшей упаковки. Энергия металлических структур. Типы взаимодействия металлов друг с другом. Металлические радиусы. Переход от металлической к ковалентной связи.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
11	Изоморфизм. Типы твердых растворов.	Эмпирические правила изоморфизма. Классификация изоморфизма. Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма. Твердые растворы. Предел изоморфной замещаемости и морфотропия.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
12	Полиморфизм и политипизм	Классификация полиморфизма. Фазовые переходы. Связь термодинамических свойств со структурами полиморфных модификаций. Политипизм.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные



				занятия, экзамен.
13	Реальные кристаллы. Дислокация	Возникновение и рост кристаллов. Способы образования кристаллов. Дефекты строения кристаллов. Дислокации.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
14	Кристаллохимические закономерности в периодической системе Д.И.Менделеева	Кристаллохимические структуры металлов (медь, магний, $\alpha$ -железо). Структуры бинарных соединений (AB). Кластеры	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
	Важнейшие структурные типы тернарных соединений	Структурный тип. Перовскита, шпинели. Ферриты.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
	Кристаллохимия силикатов	Строение силикатов. Классификация структур силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их строения. Природные и синтетические цеолиты	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.
	Органическая кристаллохимия. Структура жидких кристаллов	Стереохимия органических молекул. Длина валентных связей. Пространственная конфигурация, двойной и тройной связей. Валентные углы. Симметрия молекул. Правило Китайгородского. Структурные классы. Зависимость потенциальной энергии органического кристалла от структурных параметров.	ПК-3.1; ПК-4.1	Коллоквиум, тестирование, фронтальный опрос, практические и лабораторные занятия, экзамен.

**Структура дисциплины:**

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов)**

<b>Вид работы</b>	<b>Трудоемкость, часов, Номер семестра № 8</b>
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	56
Лекции (Л)	14
Практические занятия (ПЗ)	14
Семинарские занятия (СЗ)	0
Лабораторные работы (ЛР)	28
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	25
Контрольная работа (К)	12
Самоподготовка	13
<b>Курсовая работа</b>	0
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>

## Лекционные занятия

Таблица 3. Лекционные занятия

№	Тема	Содержание
1	2	3
1	Введение. Рентгеноструктурный анализ – основной экспериментальный метод кристаллохимии	Предмет и задачи кристаллохимии. Очерки истории кристаллохимии. Кристаллохимия среди других наук о веществе. Основные аспекты кристаллохимии
2	Законы геометрической кристаллографии. Симметрия молекул.	Понятие симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Семейства точечных групп симметрии. Международная символика и символика Шенфлиса.
3.	Пространственная решетка и кристаллографические системы	Пространственная решетка. Группы трансляции. Символы граней и ребер кристаллов. Трансляционные группы Бравэ. Основные свойства кристаллов вытекающие из решетчатого строения. Макроскопические характеристики кристаллов.
4	Симметрия кристаллов	Основы теории групп. Типы групп симметрии. Классификация точечных групп. Открытые операции и элементы симметрии. Сингонии. Зависимость физических свойств кристаллов от их симметрии
5	Основы рентгеноструктурного анализа	Дифракция рентгеновских лучей. Методы регистрации. Условия Лауэ. Индексы серий узловых сеток и межплоскостные расстояния. Уравнения Брэгга-Вульфа. Рентгенофазовый анализ. Основные этапы анализа структуры кристалла. Определение решетки и симметрии кристаллической структуры
6	Описание и систематика кристаллических структур	Стереометрическая классификация структур, координационное число, координационный полиэдр. Структурные единицы кристалла. Мотив структуры. Структурный тип. Полиэдрический метод изображения структур. Описание структур в терминах шаровых упаковок и кладок.
7	Химическая связь в кристаллах. Кристаллохимические радиусы.	Общий взгляд на природу химической связи в кристаллах. Систематика кристаллических структур по типу связи.
8	Ионная модель и теория решетки. Энергия кристаллических структур. Ионные радиусы	Структурные типы кристаллических решеток с ионной связью. Энергия ионной решетки. Уравнение Борна-Ланде. Цикл Борна-Габер. Уравнение Капустинского. Классификация: изодесмические, анизодесмические и мезодесмические структуры. Вода в структурах ионных кристаллов. Ионные радиусы. Правила Магнуса. Физические свойства ионных кристаллов.

9	Ковалентная связь в кристаллах. Теория направленных валентностей. Ковалентные радиусы.	Объяснение природы ковалентной связи на основе теории ВСУ и МОЛКАО. Направленность ковалентной связи и форма молекул. Возможности предсказания геометрической формы молекул по Гиллеспи. Ковалентные радиусы. Физические свойства кристаллических структур с ковалентной связью. Связи, промежуточные между ионными и ковалентными. Степень ионности связи
10	Металлическая связь. Зонная энергетическая структура кристалла. Интерметаллические соединения. Металлические радиусы	Структурные типы. Принцип плотнейшей упаковки. Энергия металлических структур. Типы взаимодействия металлов друг с другом. Металлические радиусы. Переход от металлической к ковалентной связи.
11	Изоморфизм. Типы твердых растворов.	Эмпирические правила изоморфизма. Классификация изоморфизма. Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма. Твердые растворы. Предел изоморфной замещаемости и морфотропия.
12	Полиморфизм и политипизм	Классификация полиморфизма. Фазовые переходы. Связь термодинамических свойств со структурами полиморфных модификаций. Политипизм.
13	Реальные кристаллы. Дислокация	Возникновение и рост кристаллов. Способы образования кристаллов. Дефекты строения кристаллов. Дислокации.
14	Кристаллохимические закономерности в периодической системе Д.И.Менделеева	Кристаллохимические структуры металлов (медь, магний, $\alpha$ -железо). Структуры бинарных соединений (AB). Кластеры
15	Важнейшие структурные типы тернарных соединений	Структурный тип. Перовскита, шпинели. Ферриты.
16	Кристаллохимия силикатов	Строение силикатов. Классификация структур силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их строения. Природные и синтетические цеолиты
17	Органическая кристаллохимия. Структура жидких кристаллов	Стереохимия органических молекул. Длина валентных связей. Пространственная конфигурация, двойной и тройной связей. Валентные углы. Симметрия молекул. Правило Китайгородского. Структурные классы. Зависимость потенциальной энергии органического кристалла от структурных параметров.

**Таблица 4. Практические занятия**

№	Наименование темы	Содержание
1	2	3
1.	Симметрия кристаллов. Стереографическая проекция кристаллов. Основные законы кристаллографии. Кристалл. Кристаллическая решетка. Решение задач.	Рассматриваются симметрические преобразования, элементы симметрии, кристаллическая решетка. Символы граней и ребер кристалла. Символы Миллера. Построение стереографических проекций.
2.	Классы и сингонии кристаллов. Обозначение кристаллографических классов (видов). Решетки Бравэ. Решение задач.	Рассматриваются 32 вида симметрии. Разбираются принципы, лежащие в основе построения применяемых систем обозначения.
3.	Теория роста кристаллического вещества. Реальный кристалл. Дислокация.	Процессы кристаллизации и выращивания кристаллов.
4.	Классификация химической связи в кристаллах. Расчет энергии кристаллических структур. Кристаллохимические радиусы. Решение задач.	Разбираются энергетические и структурные характеристики ковалентных, ионных, металлических Ван-дер-Ваальсовых связей. Многослойные и молекулярные упаковки.
5.	Изоморфизм атомов в кристаллах. Полиморфизм. Построение фазовых диаграмм.	Совершенный и несовершенный изоморфизм. Условия образования твердых растворов. Экспериментальные методы исследования изоморфных и полиморфных превращений.
6.	Плотнейшие шаровые упаковки (ПШУ) и кладки (ПШК). Координационные числа и координационный полиэдр в ПШК и ПШУ.	Описание кристаллических структур бинарных соединений в термах ПШК и ПШУ. Примеры. Пустоты в ПШК и ПШУ.
7.	Кристаллохимия тройных соединений	Структурные типы. Структурные типы перовскита, шпинели. Ферриты и их техническое значение.

**Таблица 5. Лабораторные занятия**

№	Наименование темы	Содержание
1.	Основы рентгеноструктурного анализа кристаллов. Уравнение брэгга-Вульфа. Методы рентгенографии. Определение параметров решетки. Решение задач.	По данной теме разрабатывается атомная структура кристаллов, электронная структура кристаллической решетки, а также методы исследования кристаллического вещества.
2.	Кристаллохимия молекулярных веществ. Структура жидких кристаллов.	Строение органических молекул. Строение полимерных веществ. Важнейшие структурные классы.
3.	Кристаллохимия силикатов	Строение. Классификация силикатов. Алумо-, боросиликаты. Координационные числа и изоморфные замещения. Определение валентности кислорода в силикатах в соответствии с правилом Полинга.
4.	Кристаллические структуры интерметаллических соединений.	Структурные типы бинарных интерметаллических соединений. Природа интерметаллических соединений.
5.	Основные структурные типы металлов и неметаллов. Изменение характера структуры по Периодической системе	Рассматриваются изменения структуры и физические свойства простых веществ по группам периодической системы Д.И.Менделеева.

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

№	Содержание самостоятельной работы
1	Пространственные группы. Описать распределение пространственных групп по сингониям и видам (классам) симметрии. Решение задач
2	Рентгеноструктурный анализ. Три метода рентгенографии: метод ЛАУЭ, метод вращения и метод порошка фотографический и дифракционные методы регистрации дифракционных лучей.
3	Ионная модель структуры кристаллов. Распределение

	электронной плотности и химическая связь в гетерополярных кристаллах со структурой цинковой обманки и каменной соли
4	Координационные структуры соединений $AB_2$ структура плавикового шпата и ее производные. Описать химическую связь в кристалле в одноэлектронном приближении
5	Структура со связями металл-металл: а) структуры с плоскими комплексами, б) структуры с октаэдрическими кластерами.
6	Твердые растворы.

## **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **5.1. Задания для текущего контроля (контролируемая компетенция ПКС-3.1; ПКС-4.1):**

#### **1. Коллоквиум**

##### **Вопросы к рейтинговой точке №1**

1. Введение в кристаллохимию. Предмет и задачи кристаллохимии
2. Основные аспекты кристаллохимии
3. Структурный анализ как основной экспериментальный метод кристаллохимии
4. Кристаллическое состояние. Определение понятия «кристалл».
5. Основные параметры кристаллических решеток.
6. Элементарная ячейка. Базис решетки.
7. Понятие симметрии в кристаллах.
8. Сингонии кристаллов. Решетки Бравэ.
9. Операции симметрия кристаллов
10. Пространственные группы симметрии.
11. Симметрия плотнейших шаровых упаковок и плотных кладок
12. Плотность двумерной и трехмерной шаровых упаковок
13. Способы обозначения плотнейших упаковок
14. Виды и число пустот в плотнейших упаковках и плотных кладках
15. Кристаллы с ионной связью.
- 16 Кристаллы с ковалентным типом связи (атомные кристаллы).

17. Полярный тип связи. Молекулярные кристаллы.

#### **Вопросы к рейтинговой точке №1**

1. Металлический тип связи.
2. Энергия кристаллической решетки.
3. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах
4. Электрические свойства
5. Оптические свойства
6. Ковкость металлов
7. Спайность
8. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения
9. Твердость и температура плавления
10. Образование кристаллов в природе
11. Причины и условия образования кристаллов
12. Механизмы роста кристаллов
13. Формы роста кристаллов
14. Дефекты кристаллов.
15. Дислокации
16. Экспериментальные методы исследования диффузии
17. Международная классификация по группам структур.
18. Основные структурные типы.
19. Явление полиморфизма.
20. Фазовые переходы первого и второго рода

#### **Вопросы к рейтинговой точке №1**

1. Структурная классификация полиморфных переходов
2. Превращения с изменением первой координационной сферы.



3. Превращения с изменением второй координационной сферы
4. Влияние температуры и давления на кристаллическую структуру
5. Изоморфизм.
6. Факторы, влияющие на пределы изоморфных замещений
7. Изучение кристаллических структур минералов
8. Структурные модели минералов
9. Структурное разнообразие и распространенность силикатов в природе
10. Главная концепция кристаллохимии силикатов
11. Кристаллохимическая классификация силикатов
12. Новые цеолитоподобные материалы
13. Нитридосиликаты
14. Сравнительная кристаллохимия силикатов
15. Становление экспериментальной органической кристаллохимии
16. Теоретическая органическая кристаллохимия
17. Структура органического кристалла

*Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса*

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Кристаллохимия». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

***В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:***

***3 балла***, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное экономических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

***2 балла***, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

***1 балл***, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;

- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «3», «2», «1» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

## **5.2. Типовые вопросы для самостоятельного изучения, контролируемая компетенция (ПК-3.1; ПК-4.1)**

**Задание 1.** Пространственные группы. Описать распределение пространственных групп по сингониям и видам (классам) симметрии. Решение задач

**Задание 2.** Рентгеноструктурный анализ. Три метода рентгенографии: метод ЛАУЭ, метод вращения и метод порошка фотографический и дифракционные методы регистрации дифракционных лучей.

**Задание 3.** Ионная модель структуры кристаллов. Распределение электронной плотности и химическая связь в гетерополярных кристаллах со структурой цинковой обманки и каменной соли.

**Задание 4.** Координационные структуры соединений  $AB_2$  структура плавикового шпата и ее производные. Описать химическую связь в кристалле в одноэлектронном приближении.

**Задание 5.** Структура со связями металл-металл: а) структуры с плоскими комплексами, б) структуры с октаэдрическими кластерами.

**Задание 6.** Твердые растворы.

**Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):**

**«отлично»** (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и де-тализовал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

**«хорошо»** (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

**«удовлетворительно»** (1 балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

**«неудовлетворительно»** (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач

**5.3. Типовые задания на коллоквиум (контролируемая компетенция ПК-3.1; ПК-4.1):**

*Рубежный контроль* осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

**Промежуточная аттестация 1 рейтинговая точка**

1. Введение в кристаллохимию. Предмет и задачи кристаллохимии
2. Основные аспекты кристаллохимии
3. Структурный анализ как основной экспериментальный метод кристаллохимии
4. Кристаллическое состояние. Определение понятия «кристалл».
5. Основные параметры кристаллических решеток.
6. Элементарная ячейка. Базис решетки.
7. Понятие симметрии в кристаллах.
8. Сингонии кристаллов. Решетки Бравэ.
9. Операции симметрия кристаллов
10. Пространственные группы симметрии.
11. Симметрия плотнейших шаровых упаковок и плотных кладок
12. Плотность двумерной и трехмерной шаровых упаковок
13. Способы обозначения плотнейших упаковок
14. Виды и число пустот в плотнейших упаковках и плотных кладках
15. Кристаллы с ионной связью.
- 16 Кристаллы с ковалентным типом связи (атомные кристаллы).
17. Полярный тип связи. Молекулярные кристаллы.

**Промежуточная аттестация 2 рейтинговая точка**

1. Металлический тип связи.
2. Энергия кристаллической решетки.
3. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах
4. Электрические свойства
5. Оптические свойства
6. Ковкость металлов
7. Спайность
8. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения
9. Твердость и температура плавления
10. Образование кристаллов в природе
11. Причины и условия образования кристаллов
12. Механизмы роста кристаллов
13. Формы роста кристаллов
14. Дефекты кристаллов.
15. Дислокации
16. Экспериментальные методы исследования диффузии
17. Международная классификация по группам структур.
18. Основные структурные типы.
19. Явление полиморфизма.
20. Фазовые переходы первого и второго рода

### **Промежуточная аттестация 3 рейтинговая точка**

1. Структурная классификация полиморфных переходов
2. Превращения с изменением первой координационной сферы.
3. Превращения с изменением второй координационной сферы
4. Влияние температуры и давления на кристаллическую структуру
5. Изоморфизм.

6. Факторы, влияющие на пределы изоморфных замещений
7. Изучение кристаллических структур минералов
8. Структурные модели минералов
9. Структурное разнообразие и распространенность силикатов в природе
10. Главная концепция кристаллохимии силикатов
11. Кристаллохимическая классификация силикатов
12. Новые цеолитоподобные материалы
13. Нитридосиликаты
14. Сравнительная кристаллохимия силикатов
15. Становление экспериментальной органической кристаллохимии
16. Теоретическая органическая кристаллохимия
17. Структура органического кристалла

***Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)***

(6 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

(5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(4 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(3-0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

***5.4. Тестовые задания (контролируемая компетенция ПК-3.1; ПК-4.1):***

**Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=3299>**

**Примеры тестовых заданий**

S: Кристаллохимия - наука, изучающая:

- + : зависимость внутренней структуры и физических свойств кристаллов от химического состава
- : современное состояние теории электронной структуры молекул
- : теоретическую интерпретация свойств и реакций всех элементов и всех их соединений
- : вещества и их превращения

I:

S: Уравнения Брэгга – Вульфа имеет вид:

+ :  $n\lambda = 2d \sin \Theta$

- :  $n\lambda = 2d \cos \Theta$

- :  $n\lambda = 2\psi \sin \Theta$

- :  $n\lambda = 2\varepsilon \cos \Theta$

I:

S: Изучение курса кристаллохимии дает представления об общих принципах:

- + : строении кристаллов
- + : о связи между структурой кристаллов и природой химического взаимодействия атомов
- + : классификации кристаллических структур
- : гибридизации атомных орбиталей

I:

S: Основным экспериментальным методом кристаллохимии является:

- + : рентгеноструктурный анализ
- : электронная спектроскопия
- : ЯМР
- : гравиметрия

I:

S: Основные особенности, т.е. свойства кристаллического вещества определяются:

- + : геометрически правильным расположением в пространстве элементарных частиц (атомов, ионов, молекул)
- : трехмерно-периодическим внутренним строением
- : наличием плоских граней
- : совокупностью узлов расположенных в плоскости

**Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

(6 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на

тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;  
(5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;  
(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;  
(0 баллов) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

### **5.5. Вопросы для сдачи экзамена, контролируемая компетенция (ПК-3.1; ПК-4.1)**

1. Предмет и задачи кристаллохимии. Рентгеноструктурный анализ – основной экспериментальный метод кристаллохимии.
2. Дифракция рентгеновских лучей. Методы регистрации дифракционных лучей. Условия Лауэ.
3. Симметрия кристаллов. Элементы симметрии I и II рода.
4. Типы изоморфизма. Предел изоморфной замещимости и морфотропия.
5. Международная символика и символика Шенфлиса.
6. Энергия решетки ионных кристаллов.
7. Кристалл. Кристаллическая решетка.
8. Описание структур в терминах шаровых упаковок и кладок. Типы пустот.
9. Закон рациональных отношений параметров. Символы граней и ребер кристаллов.
10. Кристаллы с ковалентной связью. Структура и физические свойства.
11. Классификация структур силикатов.
12. Основные структурные типы металлов (медь, магний,  $\alpha$ -железо).
13. Координационное число и координационный полиэдр.
14. Кристаллы с ионной связью. Правило Магнуса.
15. Закон постоянства граничных углов. Макроскопические характеристики кристаллов.
16. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Типы решеток.
17. Структура интерметаллических соединений.
18. Ионная модель кристалла. Энергия решетки.
19. Структурный тип перовскита.
20. Возникновение и рост кристаллов. Факторы, влияющие на рост кристаллического вещества.
21. Физический смысл кристаллохимических радиусов.
22. Структурные типы и изоструктурность.
23. Твердые растворы. Типы.
24. Металлическая связь. Влияние размера атомов металлов на их физические свойства.
25. Полиморфизм. Фазовые переходы.

26. Семейства кристаллических структур. Островные, цепочные, слоистые и координационные структуры.
27. Понятие о дислокации. Влияние дефектов кристаллов на их свойства.
28. Систематика кристаллических структур по типу связи гомо- и гетеродесмические структуры.
29. Реальный кристалл. Точечные дефекты.
30. Структуры простых веществ – неметаллов. Координация атомов.
31. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.
32. Элементы симметрии и их сочетание с трансляциями.
33. Классификация кристаллических структур с ионной связью. Изодесмические, анизодесмические и мезодесмические структуры.
34. Термодинамика полиморфных превращений.
35. Строение силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их строения.
36. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.
37. Решетка и структура кристалла.
38. Основные структурные типы металлов. Металлическая связь.
39. Три метода рентгенографии: метод Лауэ, метод вращения, метод порошка.
40. Природа интерметаллических соединений.
41. Силикаты.
42. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичными направлениями.
43. Энергия ионных структур. Цикл Борна-Габера.
44. Уравнение Брэгга-Вульфа.
45. Зависимость пиро- и пьезоэлектрических свойств от симметрии кристаллов.
46. Твердые растворы. Типы.
47. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Энергия в Ван-дер-Ваальсовых кристаллах.
48. Молекулярные кристаллы.
49. Понятие о дислокации. Влияние дефектов кристаллов на их свойства.
50. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.
51. Простейшие структурные типы. Описание структур в термах плотнейших шаровых упаковок.
52. Основные структурные типы металлов.
53. Кристалл. Основные свойства кристаллического вещества.
54. Структуры соединений металлов с неметаллами, типа АХ.
55. Изоморфизм. Предел изоморфной заменимости и морфотропия.
56. Ковалентные радиусы. Физический смысл кристаллохимических радиусов.



## Экзаменационные билеты по дисциплине

### Экзаменационный билет № 1

1. Предмет и задачи кристаллохимии. Рентгеноструктурный анализ – основной экспериментальный метод кристаллохимии.
2. Типы изоморфизма. Предел изоморфной заместимости и морфотропия.
3. В элементе симметрии  $[3L_23PC]$  определить:
  - а) число единичных направлений;
  - б) категорию сингонии;
  - в) сингонию;
  - г) название вида симметрии.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 2

1. Дифракция рентгеновских лучей. Методы регистрации дифракционных лучей. Условия Лауэ.
2. Симметрия кристаллов. Элементы симметрии I и II рода.
3. Примером твердых растворов вычитания является растворимость в системе  $LiCl-MgCl_2$ . Объясните механизм образования твердых растворов.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 3

1. Международная символика и символика Шенфлиса.
2. Энергия решетки ионных кристаллов.
3. Вывести уравнение, выражающее условие отражения рентгеновского луча с длиной волны  $\lambda$  от кристаллографической плоскости с межплоскостным расстоянием  $d$ . Угол между лучом и плоскостью  $\Theta$ .

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 4

1. Кристалл. Кристаллическая решетка.
2. Кристаллы с ионной связью. Правило Магнуса.
3. Представлены следующие кристаллографические формулы:
  - а)  $L_6$ ; б)  $L_6PC$ ; в)  $L_66P$ ; г)  $L_66L_2$ .Записать их по международной символической и определить вид сингонии.

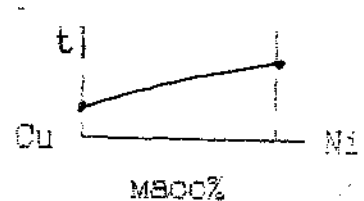
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 5

1. Закон постоянства граничных углов. Макроскопические характеристики кристаллов.
2. Основные структурные типы металлов (медь, магний,  $\alpha$ -железо).
3. Рассчитайте энергию кристаллической структуры для бинарных соединений  $\text{CaF}_2$  и  $\text{CsCl}$ , пользуясь приближенной формулой Капустинского. Ионные радиусы  $\text{Ca}^{2+}$  - 1,06 Å;  $\text{F}^-$  - 1,33 Å;  $\text{Cs}^+$  - 1,65 Å;  $\text{Cl}^-$  - 1,82 Å.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.  
Экзаменационный билет № 6

1. Закон рациональных отношений параметров. Символы граней и ребер кристаллов.
2. Описание структур в терминах шаровых упаковок и кладок. Типы пустот.
3. Определите к какому типу твердых растворов относятся системы:  
а)  $\text{Cu} - \text{Ni}$   
б)  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 - \text{Na}_2\text{WO}_4$   
в)  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$



Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

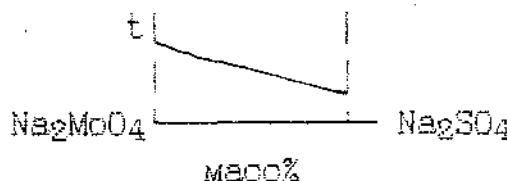
Экзаменационный билет № 7

1. Кристаллы с ковалентной связью. Структура и физические свойства.
2. Классификация структур силикатов.
3. В элементе симметрии  $L_6P$  определить:  
а) число единичных направлений;  
б) категорию сингонии;  
в) сингонию;  
г) название вида симметрии.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 8

1. Координационное число и координационный полиэдр.
2. Физический смысл кристаллохимических радиусов.
3. Определить, к какому типу твердых растворов относят системы:
  - а) Ag - Cu
  - б) Au - Ag
  - в)  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4$



Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 9

1. Структурные типы и изоструктурность.
2. Твердые растворы. Типы.
3. Имеют ли представленные формулы симметрии кубической сингонии единичное направление:  $4L_33L_2$ ;  $3L_44L_3$ ;  $4L_33L_23PC$ . Представленные кристаллографические формулы напишите в символикe Германа-Могена.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 10

1. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Типы решеток.
2. Структура интерметаллических соединений.
3. Напишите формулы для расчета энергии в ионных кристаллических структурах.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 11

1. Ионная модель кристалла. Энергия решетки.
2. Структурный тип перовскита.
3. Шеелит  $\text{CaWO}_4 - L_4PC$ . Определить элементы симметрии, число единичных направлений, сингонию и ее категорию

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 12

1. Возникновение и рост кристаллов. Факторы, влияющие на рост кристаллического вещества.

2. Металлическая связь. Влияние размера атомов металлов на их физические свойства.

3. Сфалерит –  $\text{ZnS} \rightarrow 4\text{L}_33\text{L}_2(3\text{Li}_4)6\text{P}$ . Определить элементы симметрии, число единичных направлений, сингонию и ее категорию.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б

### Экзаменационный билет № 13

1. Полиморфизм. Фазовые переходы.

2. Семейства кристаллических структур. Островные, цепочные, слоистые и координационные структуры.

3. Рассчитайте энергию кристаллической структуры для бинарных соединений  $\text{CaS}$  и  $\text{K}_2\text{S}$ , пользуясь приближенной формулой Капустинского. Ионные радиусы  $\text{Ca}^{2+}$  - 1,06 Å;  $\text{S}^{2-}$  - 1,74 Å; K – 1,33 Å.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 14

1. Понятие о дислокации. Влияние дефектов кристаллов на их свойства.

2. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.

3. Сингонии и категории.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 15

1. Элементы симметрии и их сочетание с трансляциями.

2. Классификация кристаллических структур с ионной связью. Изодесмические, анизодесмические и мезодесмические структуры.

3. Рассчитать энергию кристаллической структуры, если ионные радиусы  $\text{K}^+$  - 1,33 Å;  $\text{Br}^{-1}$  – 1,96 Å для соединения  $\text{KBr}$ .

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 16

1. Систематика кристаллических структур по типу связи гомо- и гетеродесмические структуры.
2. Реальный кристалл. Точечные дефекты.
3. Какое вещество имеет большую энергию кристаллической решетки KBr или KCl? Ионные радиусы  $K^+$  - 1,33 Å;  $Br^-$  - 1,95 Å;  $Cl^-$  - 1,82 Å. Рассчитать.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 17

1. Структуры простых веществ – неметаллов. Координация атомов.
2. Термодинамика полиморфных превращений.
3. Правило, определяющее условия устойчивости структурных типов ковалентных кристаллов. Правило Юм-Розери.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 18

1. Строение силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их строения.
2. Природа интерметаллических соединений.
3. Напишите формулу Брэгга-Вульфа для различных порядков отражения.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

### Экзаменационный билет № 19

1. Силикаты.
2. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.
3. Плотнейшие упаковки шаров. Каким типам упаковок соответствуют следующие формулы:  
...|AB|AB|...; ...|ABC|ABC|...; ...C|ABAC|A...

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 20

1. Решетка и структура кристалла.
2. Основные структурные типы металлов. Металлическая связь.
3. Кальцит –  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{L33L23PC}$ . Определить сингонию и ее категорию.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 21

1. Три метода рентгенографии: метод Лауэ, метод вращения, метод порошка.
2. Твердые растворы. Типы.
3. Закон постоянства граничных углов.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 22

1. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Энергия в Ван-дер-Ваальсовых кристаллах.
2. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичными направлениями.
3. Назовите элементы симметрии, входящие в представленные формулы:  $\text{L}_3\text{3L}_2\text{3PC}$ ;  $4\text{L}_3\text{3L}_2(3\text{L}_4)6\text{P}$ .

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 23

1. Энергия ионных структур. Цикл Борна-Габера.
2. Уравнение Брэгга-Вульфа.
3. Зависимость свойств кристаллических веществ от их структуры.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

Экзаменационный билет № 24

1.Зависимость пиро- и пьезоэлектрических свойств от симметрии кристаллов.

2.Молекулярные кристаллы.

3.Сингонии и категории.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

#### Экзаменационный билет № 25

1.Понятие о дислокации. Влияние дефектов кристаллов на их свойства.

2.Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм.

3.Структурный тип перовскита. Свойства.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

#### Экзаменационный билет № 26

1.Простейшие структурные типы. Описание структур в термах плотнейших шаровых упаковок.

2.Ковалентные радиусы. Физический смысл кристаллохимических радиусов.

3.Структурный тип перовскита.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

#### Экзаменационный билет № 27

1.Основные структурные типы металлов.

2.Кристалл. Основные свойства кристаллического вещества.

3.Элементы симметрии для бесконечных систем.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

#### Экзаменационный билет № 28

1.Структуры соединений металлов с неметаллами, типа АХ.

2.Изоморфизм. Предел изоморфной заменимости и морфотропия.  
3.Закон АЮИ.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Кушхов Х.Б.

**Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:**

**«отлично»** (25-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хорошо»** (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительно»** (16-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

**«неудовлетворительно»** (0-15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:**

**Методические рекомендации для подготовки к экзамену**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Кристаллохимия» в VIII семестре является экзамен.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины**

**Оценка «отлично»– от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса



освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПК-1, ПК-4 и ПК-7 представлены в таблице 7

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**  
В результате изучения дисциплины студент должен:

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Код и наименование индикаторов достижения компетенции</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
<b>ПК-3.</b> Способен проектировать и осуществлять направленный синтез неорганических соединений с полезными свойствами под руководством	<b>ПК-3.1.</b> Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры неорганических соединений	<b>Знать:</b> основные экспериментальные методы применяемые для определения структуры неорганических соединений  <b>Уметь:</b> Калибровать приборы для проведения лабораторного анализа проб (образцов) сырья и полуфабрикатов; строить	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен Оценочные

специалиста более высокой квалификации		калибровочные кривые  <b>Владеть:</b> навыками работы на лабораторном оборудовании для установления структуры неорганических материалов	материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5.2.); примерные темы курсовых работ (раздел 5.3.); типовые тестовые задания (раздел 5.4) тематика лабораторных работ (раздел 5.5) типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.6.)
<b>ПК-4.</b> Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности неорганических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	<b>ПК-4.1.</b> Способен проектировать направленный синтез неорганических соединений с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи	<b>Знать:</b> методы исследований структуры и свойств сырья и исходных материалов;  <b>Уметь:</b> разрабатывать комплексные программы проведения научно-исследовательской работы  <b>Владеть:</b> навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработки экспериментальных результатов	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, экзамен Оценочные материалы для самостоятельной работы ( типовые задачи раздел 5.2.); примерные темы курсовых работ (раздел 5.3.); типовые тестовые задания (раздел 5.4) тематика лабораторных работ (раздел 5.5) типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.6.)

--	--	--	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность к навыкам проведения химического эксперимента, основным синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, также способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам, применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов и владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-3; ПК-4).

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Урусов, В. С. Кристаллохимия. Краткий курс [Электронный ресурс] : учебник / В. С. Урусов, Н. Н. Ерёмин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. — 256 с. — 978-5-211-05497-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13343.html>
2. Новгородова, М. И. Кристаллохимия природных полиморфов углерода: от графита до графена [Электронный ресурс] : монография / М. И. Новгородова. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2009. — 120 с. — 978-5-9275-0696-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46988.htm>
3. Артамонова, О. В. Химия твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Артамонова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 168 с. — 978-5-89040-529-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55066.html>
4. Федотов, А. К. Физическое материаловедение. Часть 1. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. К. Федотов. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2010. — 400 с. — 978-985-06-1918-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20161.html>

### 7.2. Дополнительная литература

1. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Косенко Н.Ф. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2017. - [http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu\\_038.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_038.html)
2. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич. Кристаллография и кристаллохимия [Текст] : учебник / Ю. К. Егоров-Тисменко ; ред. В. С. Урусов. - М. : Кн. дом "Университет", 2005. - 587 с. : рис. - Библиогр.: с. 583-585. - ISBN 5-98227-095-4

3. Чупрунов, Евгений Владимирович. Кристаллография [Текст] : монография / Е.В. Чупрунов, М.А. Фаддеев, А.Ф. Хохлов, Е.В. Чупрунов. - М. : Физматлит, 2004. – 500с.
4. Урусов В.С., Еремин Н.Н. – Кристаллохимия. Краткий курс. Учебное пособие.- М.: Изд-во Московского университет, 2005. – 125 с.
5. Коршунов А.А. Основы кристаллохимии неорганических веществ. –Томск, Изд-во ТПУ, 2006, 86 с.
6. Окишев К.Ю. Кристаллохимия и дефекты кристаллического строения/ учебное пособие/- Челябинск: Изд-во ЮУГГУ, 2007.-97 с.
7. Щечков Г.Т. Начала кристаллохимии, Строение реальных кристаллов в химической технологии неорганических веществ. /Учебное пособие, Барнаул, 2010 г., 76 с.
8. Матвиенко А.А. Типовые задачи по химии твердого тела. Дефекты в кристаллах/ Учебно-методическое пособие. Новосибирск, 2011 г.
9. Котванова М.К. Кристаллохимия, учебное пособие / Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 2008.- 116 с.
10. Кристаллохимия: Практикум (для студентов II курса химического факультета) / Сост. Л.Н. Адеева. – Омск: Омск.гос.ун-т, 2004.- 28 с.
11. Основные разделы кристаллографии. Учебное пособие/ Под.ред. Кузьмичева Г.М. –М.: МИТХТ, 2002.- 80с.
12. Выращивание монокристаллов германия с контролируемой структурой, содержанием примесей и оптическими свойствами. Подкопаев О.И., Шиманский А.Ф., Павлюк Т.О. Издательство СФУ, Год издания 2017

### 7.3. Периодические издания

Журналы «Кристаллография», «Успехи химии», «Неорганическая химия»

### 7.4. Интернет-ресурсы

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2020-2021 гг.)**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	<a href="http://www.iknowledge.com/">http://www.iknowledge.com/</a>	Компания <a href="#">Thomson Reuters</a> Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	SciverseScopus издательства	Реферативная и аналитическая база	<a href="http://www.s">http://www.s</a>	Издательство «Elsevier. Наука и	Доступ по IP-адресам КБГУ

	«Эльзевир. Наука и технологии»	данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://scopus.com">scopus.com</a>	технологии» <b>Сублицензионный договор</b> № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	
3.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
4.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор ScienceIndex №SIO-741/2020 от 16.06.2020 г. Активен до 01.07.2021г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
5.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №240СЛ/09-2020</b> От 30.09.2020 г. Активен до 30.09.2021г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	<b>ЭБС «Лань»</b>	Электронные версии книг ведущих	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-	Полный доступ (регистрация по

		издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.		Петербург) <b>Договор №2Е/223</b> от 10.02.2020 г. Активен до 10.02.2021г.	IP-адресам КБГУ)
7.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
8.	<b>ЭБС «IPRbooks»</b>	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbooks.ru/">http://iprbooks.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №6266/20</b> от 19.02.2020 г. Активен до 02.04.2021г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №183/ЕП-223</b> От 19.11.2020 г. Активен до 19.11.2021г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники»	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Сроком на 5 лет (с	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

				дальнейшей пролонгацией)	
--	--	--	--	--------------------------	--

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

## Перечень лицензионного программного обеспечения КБГУ 2020

### Зарубежное лицензионное ПО

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии	№ договора на 2020 год
1.	MSAcademic EES	Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	нужно всему КБГУ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА -223
2.	MSAcademic EES	Office 365 ProPlusEduShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsrSTUUseBnft Student EES	нужно всему КБГУ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА -223
3.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	ИАСИД, ИФиМ, ИИЭиР, КИТЭ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА -223
4.	ABBYY	ABBYY FineReader	КБГУ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА -223

### Российское лицензионного ПО

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии	№ договора на 2020 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	нужно всему КБГУ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	нужно всему КБГУ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223
3.		Антиплагиат ВУЗ	УНИИД (нужно всему КБГУ)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223

### Российское ПО (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно



## **8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения

зачете/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется

увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

### ***7.5. Методические указания по проведению различных учебных занятий и самостоятельной работы***

Учебная работа по дисциплине Кристаллохимия состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 47 % (в том числе лекционных занятий – 15,7%, лабораторных занятий – 15,7%), практических занятий – 15,7%), доля самостоятельной работы – 53 %. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 04.03.01 – Химия, профиль «Профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений», «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность».

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины «Кристаллохимия» для обучающихся***

Цель курса «Кристаллохимия» - является освоение общих принципов описания кристаллических структур, теории важнейших кристаллохимических явлений и обобщенной кристаллохимии, рассматривающей многообразие конденсированных фаз с различной структурой, изучение физико-химических методов исследования кристаллов.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, лабораторных и при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

#### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат

основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

#### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену:***

Экзамен в VIII-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного, лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование. По дисциплине «Кристаллохимия» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

Материально-техническое обеспечение лабораторных занятий по дисциплине:

Прибор для проведения электрофореза

Кондуктометр

pH метр

Весы технические

Рефрактометр

Оборудование ЦКП «Рентгеновская диагностика материалов»

1. Компактный настольный порошковый дифрактометр D2 Phaser. Производитель: Bruker AXS, Германия; год выпуска: 2011.
2. Лазерный анализатор размера частиц Analysette 22. Производитель: Fritsch, Германия; год выпуска: 2011.
3. Рентгенофлуоресцентный элементный анализатор Спектроскан МАКС-GV; Производитель: НПО «Спектрон», РФ, год выпуска: 2004.
4. Потенциостат/гальваностат PAR 2273; Производитель: АМЕТЕК, США; год выпуска: 2006.
5. Атомно-абсорбционный спектрометр AA6800; Производитель: Shimadzu, Германия; год выпуска: 2006.
6. Электрохимический комплекс Autolab PGSTAT 30; Производитель: Eco-Chemie, Голландия; год выпуска: 2003, 2013.
7. Рабочая станция Labstar; Производитель: mBraun, Германия; год выпуска: 2006.
8. ИК-Фурье спектрометр IR-Prestige 21; Производитель: Shimadzu, Германия; год выпуска: 2006.
9. Сканирующий электронный микроскоп Tescan VEGA3LMH с EDX микрозондом для химического анализа. Производитель: Tescan, Чехия; год выпуска: 2013.



## **8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачете/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

- в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

- д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

### Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины Б1.В.05.04 «Кристаллохимия»  
по направлению подготовки 04.03.01 Химия (Профили подготовки – Неорганическая  
химия и химия координационных соединений. Физическая химия)  
на 2020-2021 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры неорганической и физической химии  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Х.Б. Кушхов

## Приложение 2

### Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на практических занятиях	от 0 до 9 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.
	Выполнение лабораторных работ	до 12 баллов	4 б.	4 б.	4 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	от 0 до 9б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.
	Написание курсовой работы	от 0 до 9б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.	от 0 до 3 б.
1	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 9б.	от 0- до 3б.	от 0- до 3б.	от 0- до 3б.
	коллоквиум	от 0 до 12б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70баллов</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 23б</b>	<b>до 24б</b>
	оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.
	оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б.	менее 23 б.	менее 24б.
	оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б.	не менее 24б.

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения****Текущий и рубежный контроль**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
<b>Второй</b>	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение домашнего задания. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение домашнего задания. Частичное выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий.  Полное выполнение домашнего задания.  Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий.  Полное выполнение домашнего задания. Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».

**Промежуточная аттестация**

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
<b>Второй</b>	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.  Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля,	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.  Студент имеет 46-60 баллов по итогам	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.  Студент имеет 61	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на оба вопроса.

	на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	<p>текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.</p>	<p>– 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.</p>	
--	--	---	--	--