

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Избранные главы химии твердого тела

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.01.03 Избранные главы химии твердого тела относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	ПК-1-н.1: Знать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий, направленных на решение учебно-исследовательской задачи. Уметь разрабатывать общий план для решения исследовательской задачи химической направленности, детальные планы отдельных стадий исследования с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов. Владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.  ПК-1-н.2: Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, стадии исследования НИР, правила обработки и оформления результатов работы, включая программные продукты, нормы ТБ. Уметь анализировать информацию о строении твердого тела, позволяющую корректно интерпретировать экспериментальные данные по областям существования твердых растворов.	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

		Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.		
ПК-1-т: Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в выбранной области химии	<p>ПК-1-т.1: Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР.</p> <p>ПК-1-т.2: Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР.</p> <p>ПК-1-т.3: Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач.</p> <p>ПК-1-т.4: Проводит испытания инновационной продукции.</p>	<p>ПК-1-т.1:</p> <p>Знать инструкцию по выполнению или алгоритм действий.</p> <p>Уметь выбирать технические средства и методы исследования для получения необходимой информации при характеристике веществ, получаемых в рамках прикладных НИР.</p> <p>Владеть алгоритмами использования кристаллохимических данных для моделирования состава, строения и улучшения свойств новых фаз (твердых растворов), навыками химического эксперимента, основными синтетическими аналитическими методами получения исследования химических веществ и реакций.</p> <p>ПК-1-т.2:</p> <p>Знать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий, направленных на решение учебно-исследовательской задачи.</p> <p>Уметь проводить синтезы объектов исследования, оформлять документацию по подготовке, проведению и результатам НИР по заданной форме.</p> <p>Владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.</p> <p>ПК-1-т.3:</p> <p>Знать основные законы физики и химии, необходимые для корректной постановки и проведения эксперимента по синтезу и изучению свойств</p>	Индивидуальное устное собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>химических соединений и твердых растворов с помощью инструментальных методов.</p> <p>Уметь применять полученные теоретические знания в практической ситуации, касающейся обоснованного выбора средств и методов испытаний (из набора имеющихся).</p> <p>Владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.</p> <p>ПК-1-т.4:</p> <p>Знать основные синтетические методы получения и аналитические методы исследования химических веществ (твердых растворов).</p> <p>Уметь применять основные законы химии в практической ситуации, аргументировано доказывать свою позицию при проведении направленного дизайна новых твердых растворов и соединений на основе кристаллохимических данных.</p> <p>Владеть способами, методами и средствами решения практико-ориентированных задач с использованием современного испытательного оборудования.</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных.</p> <p>ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках.</p>	<p>ПК-2-н.1:</p> <p>Знать основную терминологию и понятийный аппарат базовых естественнонаучных дисциплин, используемые для решения профессиональных задач в области неорганической химии и смежных с химией наук.</p> <p>Уметь анализировать информацию о строении твердого тела, позволяющую</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>корректно интерпретировать экспериментальные данные по областям существования твердых растворов в информационных базах данных.</p> <p>Владеть навыками работы по поиску специализированной информации в учебной и научной литературе, в том числе в информационных базах данных.</p> <p>ПК-2-н.2:</p> <p>Знать классификацию и физико-химические основы изоморфизма, кристаллохимическую трактовку классических правил изоморфизма.</p> <p>Уметь анализировать литературные данные об изоморфизме соединений, образовании твердых растворов и природе химической связи как основы НИР для целенаправленного конструирования, разработки и создания материалов со специальными и практически важными функциями; проводить поиск необходимой информации по химии твердого тела на научных и образовательных порталах в сети Интернет.</p> <p>Владеть алгоритмами использования кристаллохимических данных для моделирования состава, строения и улучшения свойств новых фаз (твердых растворов).</p>		
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ</p>	<p>ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.</p> <p>ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического</p>	<p>ПК-3-н.1:</p> <p>Знать сущность и основные проблемы при проведении направленного дизайна новых твердых растворов и соединений на основе кристаллохимических данных.</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу</p>	<p>Внеаудиторная контрольная работа</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Портфолио</p> <p>Контрольные вопросы</p>

<p>в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>применения полученных результатов.</p>	<p>и характеристике полученных соединений и твердых растворов с использованием высокотехнологического оборудования и стандартных методик обработки результатов экспериментов, включая программные продукты.</p> <p>Владеть теоретическими знаниями, методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов, позволяющими критически оценивать результаты и перспективы практического применения НИР.</p> <p>ПК-3-н.2:</p> <p>Знать основные кристаллохимические категории (изоморфизм, морфотропию, полиморфизм) на современном уровне развития науки, необходимые для осуществления контроля качества веществ и материалов при решении задач химической и материаловедческой направленности.</p> <p>Уметь анализировать результаты выполненной НИР и их связь с теоретическими представлениями об изоморфизме соединений и образовании твердых растворов; оценивать перспективы их практического применения и продолжения НИР.</p> <p>Владеть навыками конструирования, синтеза и характеристики новых кристаллических соединений и твердых растворов с выходом на создание материалов со специальными и практически важными функциями и оформления результатов выполненной работы.</p>		
--	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>9</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>160</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>44</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Изоморфизм. Твердые растворы.	164	42	98	140	24
Тема 2. Морфотропия	48	10	28	38	10
Тема 3. Полиморфизм	56	12	34	46	10
Аттестация	54				
КСР	2				2
Итого	324	64	160	226	44

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Изоморфизм. Твердые растворы.

Тема 2. Морфотропия

Тема 3. Полиморфизм

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Избранные главы химии твердого тела"

(<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3726>).

Иные учебно-методические материалы: Петьков В.И., Грудзинская Е. Ю. Активные методы в преподавании дисциплины «Изоморфизм. Твердые растворы». Курс лекций и описание занятий. Монография. -Saarbrücken, Deutschland / Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2014, 169 с. (Книги имеются в фонде кафедры)

Петьков В.И., Дмитриенко А.С. Полиморфизм. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019, 36 с.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

##### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

##### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:**

Лабораторная работа "Методы синтеза твердых растворов":

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Протоколирование результатов опытов.
3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
4. Анализ полученных данных. Выводы.
5. Отражение литературных источников по теме работы и оформление списка литературы согласно требованиям к отчету.

Зачтено: Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты работы отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.



Не зачтено: Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты работы не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:**

Лабораторная работа "Экспериментальные методы изучения твердых растворов".

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Протоколирование результатов опытов.
3. Представление результатов исследований в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
4. Анализ полученных данных. Выводы.
5. Отражение литературных источников по теме работы и оформление списка литературы согласно требованиям к отчету

Зачтено: Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты исследования отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.

Не зачтено: Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты исследования не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

□

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

#### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т:**

Вопросы для собеседования:

Какова цель работы химика?

Если это получение аморфных и кристаллических материалов с заранее заданными свойствами, то какие желательные свойства для какой-либо конкретной ситуации Вы можете назвать?

Как можно прогнозировать свойства?

Можем ли мы сказать, что свойства определяются структурой кристалла?

Какие факторы определяют атомную структуру кристаллов?

Какие параметры твердых растворов необходимо определять и с какой целью?

Какие экспериментальные методы изучения твердых растворов Вам известны?

Какие правила и законы из изученных в курсе помогут рассчитать нам необходимые параметры?

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены негрубые ошибки.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки или невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

Задание 1. Рассчитайте плотность твёрдого раствора  $YF_3$  в  $CaF_2$  в зависимости от состава: а) по модели катионных вакансий; б) по модели межузельных ионов  $F^-$ . Параметр  $a$  кубической элементарной ячейки  $CaF_2$  равен  $5.4626 \text{ \AA}$ , число формульных единиц  $Z$  равно 4. Принять, что объём элементарной ячейки не зависит от состава твёрдого раствора.

Задание 2. Приведите наиболее вероятные формулы для следующих ограниченных твёрдых растворов: а)  $MnCl_2$  в  $KCl$ ; б)  $Y_2O_3$  в  $ZrO_2$ .

Задание 3. Рассмотрите применение рентгенографии для доказательства образования твердого раствора, изученного в Вашей научной группе. Приведите состав (химическую формулу) твердого раствора, область его гомогенности,

исходные рентгенограммы (с индексами  $hkl$ ), рассчитанные по ним параметры элементарной ячейки, зависимость параметров ячейки от состава. Укажите, соответствует ли зависимость параметров ячейки от состава твердого раствора правилу Вегарда или имеется отклонение от поведения, предсказываемого правилом Вегарда, о чем может свидетельствовать это отклонение.

Если Ваша научная работа не связана с изучением твердых растворов, для выполнения задания 3 воспользуйтесь файлом “Работа1.pdf”.

**Задание 4.** Приведите две «звезды изоморфизма» Ферсмана (иные, чем в лекции 3) и предложите схемы лучшей кристаллохимической компенсации избыточной степени окисления элементов, используемых в Вашей научной работе, при их изоморфных замещениях.

**Задание 5.** Приведите диаграмму состояния  $p$  (см. рис. 5.11 лекции 5) и опишите число фаз в каждой области диаграммы и их состав.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, подтверждая тем самым владение материалом. Студент демонстрирует творческий подход к решению технологических задач по областям существования твердых растворов.
отлично	Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, подтверждая тем самым владение материалом.
очень хорошо	Студент дал полный ответ в письменной форме на все вопросы контрольной работы, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п.
хорошо	Студент дал ответ в письменной форме на все теоретические вопросы контрольной работы, но объяснения по ним даны неполные, допущены неточности в определениях понятий, процессов и т.п.
удовлетворительно	Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при письменном ответе на вопросы.
неудовлетворительно	Студент дал ошибочные письменные ответы на теоретические вопросы

Оценка	Критерии оценивания
	контрольной работы.
плохо	Студент отказался отвечать на вопросы контрольной работы в письменной форме.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа		некоторым и недочетами	и недочетами	недочетов	ошибок и недочетов	
--	---------------------------	--	------------------------------	-----------------	-----------	-----------------------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Экспериментальные методы изучения твердых растворов (рентгенография, измерения плотности, использование метода ДТА для изучения изменения температур фазовых переходов в твердых растворах).

Основные понятия термодинамики твердых растворов. Экспериментальное определение термодинамических функций смешанных твердых растворов.

Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т

Основные физико-химические и термодинамические принципы теории изоморфизма.

Экспериментальные методы изучения твердых растворов (рентгенография, измерения плотности, использование метода ДТА для изучения изменения температур фазовых переходов в твердых растворах).

Основные понятия термодинамики твердых растворов. Экспериментальное определение термодинамических функций смешанных твердых растворов.

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**

Структурные критерии различия химических соединений и твердых растворов.

Типы твердых растворов замещения. Твердые растворы внедрения.

Правила изоморфизма с современной точки зрения.

Морфотропия. Критерии устойчивости структурного типа.

Полиморфизм. Классификационная проблема.

Изоморфизм, морфотропия, полиморфизм. Сущность понятий.

Системы кристаллохимических радиусов.

Фазовые переходы первого и второго рода.

Классификация изоморфизма.

Структурный переход порядок-беспорядок в кристаллах твердых растворов.

Координационные правила полиморфизма.

Механизмы образования твердых растворов.

Эмпирические правила изоморфизма.

Роль диаграмм состояния в исследовании изоморфизма. Типы физико-химического взаимодействия веществ. Физико-химическая сущность изоморфизма как макроскопического явления.

Факторы изоморфной взаимозаместимости атомов в кристаллах твердых растворов.

Роль кристаллохимического подхода в решении задач создания научных представлений о процессах формирования материалов с требуемыми свойствами.

Типы кристаллического строения фаз переменного состава.

### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н**

Структурные критерии различия химических соединений и твердых растворов.

Типы твердых растворов замещения. Твердые растворы внедрения.

Правила изоморфизма с современной точки зрения.

Морфотропия. Критерии устойчивости структурного типа.

Полиморфизм. Классификационная проблема.

Изоморфизм, морфотропия, полиморфизм. Сущность понятий.

Системы кристаллохимических радиусов.

Фазовые переходы первого и второго рода.

Классификация изоморфизма.

Структурный переход порядок-беспорядок в кристаллах твердых растворов.

Координационные правила полиморфизма.

Механизмы образования твердых растворов.

Эмпирические правила изоморфизма.

Роль диаграмм состояния в исследовании изоморфизма. Типы физико-химического взаимодействия веществ. Физико-химическая сущность изоморфизма как макроскопического явления.

Факторы изоморфной взаимозаменяемости атомов в кристаллах твердых растворов.

Роль кристаллохимического подхода в решении задач создания научных представлений о процессах формирования материалов с требуемыми свойствами.

Типы кристаллического строения фаз переменного состава.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы билета, подтверждая тем самым владение материалом. Студент демонстрирует творческий подход к решению технологических задач по областям существования твердых растворов.
отлично	Студент дал полный и развернутый ответ в письменной форме на все вопросы билета, подтверждая тем самым владение материалом.
очень хорошо	Студент дал полный ответ в письменной форме на все вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п.
хорошо	Студент дал ответ в письменной форме на все теоретические вопросы билета, но объяснения по ним даны неполные, допущены неточности в определениях понятий, процессов и т.п.
удовлетворительно	Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при письменном ответе на вопросы.
неудовлетворительно	Студент дал ошибочные письменные ответы на теоретические вопросы билета.
плохо	Студент отказался отвечать на вопросы билета в письменной форме.

Оценка	Критерии оценивания

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Портфолио является отчетным документом о работе студента на протяжении всего курса. Оформление портфолио проводится в электронной форме. Структура электронного портфолио включает разделы: автопортрет, информационные ресурсы, рабочие материалы, мои достижения, внутри которых выделяют рубрики. Каждый элемент портфолио должен датироваться, чтобы можно было проследить динамику учебного процесса. Желательно, чтобы при оформлении окончательного варианта портфолио включало в себя, помимо обязательных разделов, три обязательных элемента: сопроводительное письмо владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио; содержание (или оглавление) портфолио с перечислением его основных элементов; самоанализ и взгляд в будущее. К экзамену студенты дорабатывают с учетом пожеланий преподавателя построенные в процессе изучения материала кластеры «Изоморфизм», «Морфотропия», «Полиморфизм».

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Наличие дополнительных рубрик (поисковых, ситуативных, описательных), демонстрирующих полезность портфолио для студента. Наличие рефлексии и самооценки по групповым работам. Наличие рефлексии и самооценки по самостоятельной работе в ходе изучения курса.
отлично	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Наличие дополнительных рубрик (поисковых, ситуативных, описательных), демонстрирующих полезность портфолио для студента. Наличие рефлексии и самооценки по групповым работам.
очень хорошо	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. В портфолио включены дополнительные рубрики. Наличие рефлексии по групповым работам.
хорошо	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. В портфолио включены дополнительные рубрики, но не всегда явно выражена их полезность для студента. Недостаточно выражена оригинальность, творчество в оформлении портфолио.



Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие трех обязательных разделов. Акцент сделан на обязательные разделы и рекомендуемые рубрики.
неудовлетворительно	Отсутствие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие менее трех обязательных разделов.
плохо	Отсутствие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио. Наличие менее трех обязательных разделов. Портфолио не позволяет оценить прирост знаний студента,

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Макаров Евгений Сергеевич. Изоморфизм атомов в кристаллах. - М. : Атомиздат, 1973. - 288 с. : черт. - 2.38., 2 экз.
2. Петьков Владимир Ильич. Избранные главы химии твердого тела (Изоморфизм. Твердые растворы. Морфотропия. Полиморфизм) : учебно-методическое пособие / В. И. Петьков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 90 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850638&idb=0>.
3. Урусов Вадим Сергеевич. Теоретическая кристаллохимия : [учеб. для геохим. и хим. специальностей вузов]. - М. : Изд-во МГУ, 1987. - 272, [3] с. : ил. - 0.85., 111 экз.
4. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения : учебное пособие / Готтштайн Г. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 403 с. - ISBN 978-5-93208-565-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=838096&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Вест Антони Р. Химия твердого тела : теория и приложения : в 2 ч. Ч. 2 / пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка ; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Мир, 1988. - 334, [1] с. : ил. - ISBN 5-03-000070-4. - ISBN 5-03-000071-2 : 4.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.cryst.ehu.es/>  
<http://www.crystallography.net/cod/>  
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>  
[http://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](http://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)  
[www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/solid\\_solution.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/solid_solution.pdf)  
[www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/3Graduate/Geochemistry/Lecture6.doc](http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/3Graduate/Geochemistry/Lecture6.doc)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: вытяжные шкафы; химическая посуда общего и специального назначения; механические мешалки; сушильные шкафы; дистилляторы; технические и аналитические весы; рентгеновский дифрактометр XRD-6000, ИК-спектрофотометр FTIR-8400, электрические печи (до 1573 К), радиометрические установки, персональные компьютеры, химические реактивы, необходимые для синтезов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Петьков Владимир Ильич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.