

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  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**

**Избранные главы химии твердого тела**

*(наименование дисциплины (модуля))*

**Уровень высшего образования**

**бакалавриат**

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

**Направление подготовки / специальность**

**04.03.01 «Химия»**

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

**Направленность образовательной программы**

**Химия и материаловедение**

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

**Форма обучения**

**очная, очно-заочная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

**Нижний Новгород**

**2021 год**

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

04 ИЮНЯ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году на заседании кафедры

---

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03.ДВ.01.05), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения на четвертом году обучения в седьмом семестре, а студентами очно-заочной формы обучения на пятом году обучения в девятом семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Неорганическая химия», «Кристаллохимия», «Физическая химия», «Математика», «Информатика».

**Целями освоения дисциплины «Избранные главы химии твердого тела» являются:**

- системное освоение основных кристаллохимических категорий (изоморфизма, морфотропии, полиморфизма) на современном уровне развития науки и экспериментальной техники;
- приобретение практических навыков конструирования новых кристаллических соединений и твердых растворов с выходом на создание материалов со специальными и практически важными функциями.

**Задачи дисциплины:**

- изучение взаимосвязи между составом, строением и свойствами твердых тел для решения теоретических и практических задач по созданию новых материалов;
- изучение основных категорий кристаллохимии и формирование на этой основе умения объяснять взаимосвязь между химическим составом, строением и физическими свойствами кристаллических тел, предсказывать поведение твердого тела при изменении внешних условий (температуры, давления) и химического состава среды, а также показать, что образование твердых растворов является основной разработки и создания материалов современной техники;
- формирование теоретических представлений об изоморфизме и полиморфизме соединений, образовании твердых растворов и природе химической связи как основы целенаправленного конструирования, разработки и создания материалов со специальными и практически важными функциями.

## 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**	
ПК-1-н Способен	ПК-1-н-1. Планирует отдельные стадии исследования при	Уметь разрабатывать общий план для решения исследовательской задачи	Устный опрос, практические контрольные

<p>выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>наличии общего плана НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-2.</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-4.</b> Готовит объекты исследования.</p>	<p>химической направленности, проводить химические синтезы объектов исследования с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов и обрабатывать результаты эксперимента.</p> <p><i>Знать</i> стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, стадии исследования НИР, правила обработки и оформления результатов работы, включая программные продукты, нормы ТБ.</p> <p><i>Владеть</i> базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.</p>	<p>задания, оформленные отчеты по практическим контрольным заданиям, экзамен</p>
<p><b>ПК-2-н</b></p> <p>Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p><b>ПК-2-н-1.</b> Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных).</p>	<p><i>Уметь</i> 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; составлять запросы для поиска необходимой информации по химии твердого тела на научных и образовательных порталах в сети Интернет.</p> <p><i>Знать</i> основную терминологию и понятийный аппарат базовых естественнонаучных дисциплин, используемые для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения.</p> <p><i>Владеть</i> навыками работы с учебной и научной литературой, в том числе с</p>	<p>Оформленные отчеты по практическим контрольным заданиям, портфолио, экзамен</p>

<p><b>ПК-3-н</b></p> <p>Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов</p>	<p><b>ПК-3-н-1.</b> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов.</p> <p><b>ПК-3-н-2.</b> Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p>	<p>патентными базами данных.</p> <p><i>Уметь</i> реализовывать современный подход к синтезу и характеристике полученных соединений и твердых растворов с использованием высокотехнологического оборудования и стандартных методик обработки результатов экспериментов, включая программные продукты. Критически 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><i>Знать</i> 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><i>Владеть</i> 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>	<p>Устный опрос, практические контрольные задания, портфолио, экзамен</p>
--	---	---	---

<p><b>ПК-1-г.</b></p> <p>Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><b>ПК-1-г-1.</b> Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР</p> <p><b>ПК-1-г-2.</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР</p> <p><b>ПК-1-г-3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</p> <p><b>ПК-1-г-4.</b> Готовит объекты исследования</p>	<p><i>Уметь</i> проводить синтезы объектов исследования, выбирать технические средства и методы исследования для получения необходимой информации при характеристике веществ, получаемых в рамках прикладных НИР; оформлять документацию по подготовке, проведению и результатам НИР по заданной форме.</p> <p><i>Знать</i> основные законы физики и химии, необходимые для корректной постановки и проведения эксперимента по синтезу и изучению свойств химических соединений и твердых растворов с помощью инструментальных методов.</p> <p><i>Владеть</i> способами, методами и средствами решения практико-ориентированных задач с использованием современного испытательного оборудования.</p>	<p>Устный опрос, практические контрольные задания, экзамен</p>
--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	10 ЗЕТ	10 ЗЕТ
Часов по учебному плану	360	360
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	64	64
-занятия лабораторного типа	96	32
- занятия семинарского типа	64	32
-контроль самостоятельной и иной формы работы студентов	2	2
самостоятельная работа	98	194
Промежуточная аттестация – экзамен (контроль)	36	36

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			из них									
	Очная	Очно-заочная	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего			
Очная			Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	
Тема 1. Изоморфизм. Твердые растворы	208	184	42	42	42	20	56	20	142*	84*	66	100
Тема 2. Морфотропия	54	62	10	10	12	6	16	6	38	22	16	40
Тема 3. Полиморфизм	62	78	12	12	10	6	24	6	46	24	16	54
Всего	324	324	64	64	64	32	96	32	226	130	98	194
Контроль	36	36										
Итого	360	360										

\*-с учетом КСРИФ 2 часа у студентов обеих форм обучения

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, ведения портфолио (работа над которым включает групповые и индивидуальные консультации).

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен), в иных формах (защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины).

#### 3.2.1. Содержание основных разделов дисциплины

##### Изоморфизм. Твердые растворы

Изоморфизм. Сущность понятия. Истоки основных идей (18 век – 1920 г.г.), кристаллографический (рентгеноструктурный) период изучения изоморфизма (1920 г. – настоящее время). Структурные критерии различия химических соединений и твердых растворов.

Изоморфизм и твердые растворы. Изо- и гетеровалентный изоморфизм. Типы твердых растворов замещения (изовалентные, гетеровалентные, с нормальными и усложненными замещениями /с добавлением, включением, заменой положения/). Экспериментальные методы изучения твердых растворов.

Эмпирические правила изоморфизма (Ретгерса, Вегарда, Гольдшмидта, Юм-Розери, размерные критерии Соболева и Поваренных, полярности, диагоналей Гольдшмидта-Ферсмана, кристаллохимической компенсации, индифферентности Макарова).

Физико-химическая сущность изоморфизма как макроскопического явления. Типы физико-химического взаимодействия веществ. Роль диаграмм состояния в исследовании изоморфизма. Общие замечания об условиях образования твердых растворов.

Кристаллохимические основы изоморфизма как микроскопического явления. Критерий однородности кристалла, содержащего изоморфные примеси. Особенности смешения компонентов при образовании кристаллических твердых растворов. Типы кристаллического строения фаз переменного состава (фазы замещения без изменения и с изменением симметрии кристаллической структуры, фазы с переменным числом атомов в элементарной ячейке без изменения и с изменением кристаллической структуры). Структурный переход порядок – беспорядок в кристаллах твердых растворов.

Факторы изоморфной взаимозаместимости атомов в кристаллах твердых растворов (взаимная химическая индифферентность атомов; соотношение размеров взаимозамещающихся атомов; сходство природы межатомной связи, сходство кристаллических структур компонентов, сходство степеней окисления компонентов).

Термодинамические принципы теории изоморфизма. Основные понятия термодинамики твердых растворов. Термодинамические функции смешения и их экспериментальное определение.

Роль изоморфизма в материаловедении.

Изоморфизм атомов в кристаллах – универсальный кристаллохимический закон природы, мощный геохимический и технологический фактор, определяющий реальную картину минерального мира Земли и материальную культуру человечества.

### **Морфотропия**

Морфотропия как категория кристаллохимии. История изучения морфотропии. Причины, вызывающие проявление морфотропии (различие в размерах атомов, изменение поляризационных свойств ионов, различие в электронном строении компонентов, разный механизм образования химических связей, изменение концентрации электронов, изменение активности неподеленной пары электронов у *p*-катионов). Правила и законы, определяющие условия стабильности существования кристаллической структуры (или ее фрагментов) ионных и ковалентных кристаллов.

### **Полиморфизм**

Полиморфизм. Причины возникновения полиморфизма (термодинамический аспект). Энантиотропные и монокотропные полиморфные превращения. Классификация полиморфных превращений по характеру структурных изменений (по Бюргеру). Термодинамическая классификация фазовых переходов. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода (по классификации Эренфеста). Эмпирическая классификация фазовых переходов. Изменение кристаллической структуры с ростом температуры и давления. Координационные правила полиморфизма. Пути контролируемого воздействия, позволяющие инициировать и предотвращать полиморфные превращения. Экспериментальные методы изучения полиморфных переходов.

Соотношение между основными категориями теоретической кристаллохимии: морфотропией, полиморфизмом, изоморфизмом.

#### **3.2.4. Лабораторный практикум**

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Методы синтеза твердых растворов
2	1	Экспериментальные методы изучения твердых растворов



3	1	Методы экспериментального определения термодинамических функций смещения твердых растворов
4	1, 2, 3	Установление связи между составом, структурой и свойствами кристаллов.

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

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, контрольным работам и тестам, а также оформление научных рисунков (кластеров) в портфолио как отчета по соответствующим темам дисциплины и лабораторных работ.

Наличие электронного варианта лекций и заданий, предоставляемых студентам за пределы аудитории на их электронную почту, оптимизирует аудиторное время. Использование общения со студентами по электронной почте и Интернета предоставляет студентам возможность работать с материалами самостоятельно, в удобное им время и с необходимым количеством подходов.

Использование технологии «портфолио» в самостоятельной работе позволяет обучить студента умениям планировать, организовывать и корректировать свою деятельность. Ведение портфолио на протяжении всего курса создает условия для организации самостоятельной работы студентов, позволяет им целостно и системно отразить имеющуюся информацию, выразить собственное отношение к ней, а также дает необходимый материал преподавателю для оценивания деятельности каждого студента по освоению изучаемого материала, его прогресса, организованности, умения работать самостоятельно и в группе.

Портфолио является отчетным документом о работе студента на протяжении всего курса. Для организации контроля достижений студента по оцениванию собственных достижений и достижений других студентов оценка портфолио проводится в два этапа. На первом этапе оценивается личное портфолио, когда студенты поочередно знакомятся с портфолио каждого участника учебной группы и составляют отзывы о них в форме трансфертного листа. Каждый студент собирает отзывы товарищей по группе для предъявления их на экзамене. В соответствии с разработанными критериями выбирается лучшее портфолио от группы и представляется в аудитории. К экзамену студенты дорабатывают портфолио с учетом пожеланий других участников группы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Избранные главы химии твердого тела», включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

При использовании традиционной формы аттестации (экзамен) шкалы оценивания – «зачет-незачет», «оценка» по семибалльной и пятибалльной шкалам.

Уровень	Шкала оценивания сформированности компетенций
---------	---

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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 незначительными 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки  при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решения практических задач. К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачетные преподавателем, ведущим лабораторные занятия, отчеты по темам лабораторных работ и доработавшие свои портфолио с учетом пожеланий других студентов и преподавателя.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенций используется письменный ответ по вопросам экзамена.

#### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

*Оформление портфолио* проводится в электронной форме. Структура электронного портфолио включает разделы: автопортрет, информационные ресурсы, рабочие материалы, мои достижения, внутри которых выделяют рубрики.

В разделе «Автопортрет» автор портфолио имеет возможность представить себя любым доступным для этого способом – создать эссе, синквейн, фотовыставку, самопрезентацию (в программе Power Point), персональную web-страницу, электронное резюме. В этом разделе могут быть рубрики: «Зачем я стал студентом-химиком», «Мой опыт

общения с компьютером как средством обучения», «Мои ожидания от изучения дисциплины» и др.

«Информационные ресурсы» представляют собой раздел, содержащий любую информацию, которую студент собирает (а не создает сам) в соответствии с темой портфолио. Важные компоненты этого раздела: словарные и энциклопедические статьи; материалы периодических изданий; информационные материалы, полученные от преподавателя; любой иллюстративный материал; материалы, найденные студентами в Интернете, электронных энциклопедиях и учебных пособиях, в том числе аудио и видео материалы. В этом разделе могут быть рубрики: понятийно-терминологический словарь; нормативные документы; законы, принципы, правила (теоретические основы рассматриваемого материала); Интернет – копилка учебных материалов и др.

В разделе «Рабочие материалы» содержится информация, которую автор портфолио использовал в процессе подготовки и выполнения тех или иных заданий: графические материалы, тексты сообщений и докладов; творческие работы; выполненные лабораторные, контрольные и самостоятельные работы; материалы по проектной деятельности учащегося и т.д. В разделе могут быть рубрики: «Мои разработки», «Интересные разработки партнеров по группе».

Раздел «Мои достижения» является заключительным и содержит работы, которые, по мнению автора портфолио, демонстрирует его успехи в учебе. Это могут быть удачно выполненные контрольные, отзывы преподавателей и однокурсников, рисунки, сертификаты и т.д. Обязательным требованием является наличие рефлексивного комментария к каждому материалу этого раздела, в котором студент поясняет, почему он считает данную работу своим достижением. В разделе могут быть рубрики: «Мои открытия» (т.е. информация, которая удивила, закономерности, которые установил самостоятельно), «Мои самые удачные разработки», «Материалы для выступлений и статей», «Стимулы успеха» (что в ходе работы помогало достижению целей).

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. Это придает учебному портфолио упорядоченность. Им удобно пользоваться другим людям – потенциальным читателям портфолио (преподавателям, одноклассникам и т.д.).

### Критерии и шкала оценки портфолио

Критерий	Оценка	Характеристика
Комплексный критерий	Удовлетворительно	Наличие сопроводительного письма владельца портфолио с описанием цели, предназначения и краткого содержания портфолио.  <i>Оформление портфолио</i> проводится в электронной форме. Структура электронного портфолио включает разделы: автопортрет, информационные ресурсы, рабочие материалы, мои достижения, внутри которых выделяют рубрики. В разделе «Автопортрет» автор портфолио имеет возможность представить себя любым доступным для этого способом – создать эссе, синквэйн, фотовыставку, самопрезентацию (в программе Power Point), персональную web-страницу, электронное резюме. В этом разделе могут быть рубрики: «Зачем я стал студентом-химиком», «Мой опыт общения с компьютером как средством обучения», «Мои ожидания от изучения дисциплины»

		<p>и др.</p> <p>«Информационные ресурсы» представляют собой раздел, содержащий любую информацию, которую студент собирает (а не создает сам) в соответствии с темой портфолио. Важные компоненты этого раздела: словарные и энциклопедические статьи; материалы периодических изданий; информационные материалы, полученные от преподавателя; любой иллюстративный материал; материалы, найденные студентами в Интернете, электронных энциклопедиях и учебных пособиях, в том числе аудио и видео материалы. В этом разделе могут быть рубрики: понятийно-терминологический словарь; нормативные документы; законы, принципы, правила (теоретические основы рассматриваемого материала); Интернет – копилка учебных материалов и др.</p> <p>В разделе «Рабочие материалы» содержится информация, которую автор портфолио использовал в процессе подготовки и выполнения тех или иных заданий: графические материалы, тексты сообщений и докладов; творческие работы; выполненные лабораторные, контрольные и самостоятельные работы; материалы по проектной деятельности учащегося и т.д. В разделе могут быть рубрики: «Мои разработки», «Интересные разработки партнеров по группе».</p> <p>Раздел «Мои достижения» является заключительным и содержит работы, которые, по мнению автора портфолио, демонстрирует его успехи в учебе. Это могут быть удачно выполненные контрольные, отзывы преподавателей и однокурсников, рисунки, сертификаты и т.д. Обязательным требованием является наличие рефлексивного комментария к каждому материалу этого раздела, в котором студент поясняет, почему он считает данную работу своим достижением. В разделе могут быть рубрики: «Мои открытия» (т.е. информация, которая удивила, закономерности, которые установил самостоятельно), «Мои самые удачные разработки», «Материалы для выступлений и статей», «Стимулы успеха» (что в ходе работы помогало достижению целей).</p> <p>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. Это придаст учебному портфолио упорядоченность. Им удобно пользоваться другим людям – потенциальным читателям портфолио (преподавателям, одноклассникам и т.д.).</p> <p>Наличие трех обязательных разделов.</p> <p>Содержание (оглавление) портфолио с перечислением его основных элементов.</p>
--	--	--

		Каждый элемент портфолио должен быть датирован, чтобы проследить динамику роста знаний и формирования компетенций студента в учебном процессе.  Акцент сделан на обязательные разделы и рекомендуемые рубрики.
	Хорошо	В дополнение ко всему перечисленному выше в портфолио включены дополнительные рубрики, но не всегда явно выражена их полезность для студента.  Недостаточно выражена оригинальность, творчество в оформлении портфолио.
	Отлично	Наличие дополнительных рубрик (поисковых, ситуативных, описательных), демонстрирующих полезность портфолио для студента.  Портфолио позволяет оценить прирост знаний студента, развитие когнитивных компетентностей, сформированность умений (в том числе прикладных), развитость коммуникативных умений, сформированность умений самоконтроля и самооценки.  Содержание портфолио свидетельствует об очевидном прогрессе учащегося в плане развития перечисленных выше умений и компетенций.
Анализ групповой работы	Удовлетворительно	Наличие групповых работ.
	Хорошо	Наглядно оформленные групповые работы с помощью графических организаторов.
	Отлично	Наличие рефлексии и самооценки по групповым работам.
Мои работы в изучаемом курсе, включая домашнюю работу	Удовлетворительно	Наличие результатов самостоятельной работы.
	Хорошо	Графически и наглядно оформленные результаты.
	Отлично	Наличие рефлексии и самооценки по самостоятельной работе в ходе изучения курса.

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 6.2.1. Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
<b>Тема 1. Изоморфизм. Твердые растворы</b> Изоморфизм: сущность понятия. Типы твердых растворов замещения. Эмпирические правила изоморфизма. Роль диаграмм состояния в исследовании изоморфизма: типы физико-химического взаимодействия веществ, физико-химическая сущность изоморфизма как макроскопического явления. Особенности смешения компонентов при образовании кристаллического твердого раствора. Кристаллохимическая сущность изоморфизма как микроскопического явления. Типы	<b>ПК-2-н, ПК-3-н</b>

<p>кристаллического строения фаз переменного состава. Структурный переход порядок-беспорядок в кристаллах твердых растворов. Факторы изоморфной взаимозаменяемости атомов в кристаллах. Основные понятия термодинамики твердых растворов. Термодинамические функции смешения – энтальпия, энтропия и функция Гиббса. Экспериментальные методы изучения твердых растворов. Экспериментальное определение функций смешения твердых растворов замещения.</p>	<p><b>ПК-1-н, ПК-1-т</b></p>
<p><b>Тема 2. Морфотропия</b></p> <p>Причины, вызывающие проявление морфотропии. Правила и законы, определяющие условия стабильности существования кристаллической структуры. Причины проявления и характер изменения свойств вдоль морфотропного ряда, практическое использование.</p>	<p><b>ПК-2-н, ПК-3-н</b></p>
<p><b>Тема 3. Полиморфизм</b></p> <p>Причины возникновения полиморфизма (термодинамический аспект). Энантиотропные и монотропные полиморфные превращения. Классификация полиморфных превращений по характеру структурных изменений (по Бюргеру). Термодинамическая классификация фазовых переходов. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода (по классификации Эренфеста). Эмпирическая классификация фазовых переходов. Изменение кристаллической структуры с ростом температуры и давления. Координационные правила полиморфизма. Пути контролируемого воздействия, позволяющие инициировать и предотвращать полиморфные превращения. Экспериментальные методы изучения полиморфных переходов.</p>	<p><b>ПК-2-н, ПК-3-н</b></p> <p><b>ПК-1-н, ПК-1-т</b></p>

### 6.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций

Примерный перечень заданий (контрольная работа по разделу «Изоморфизм. Твердые растворы») для оценки сформированности знаний компетенций ПК-1-н, ПК-2-н, ПК-3-н и ПК-1-т:

Задание 1. Рассчитайте плотность твёрдого раствора  $\text{YF}_3$  в  $\text{CaF}_2$  в зависимости от состава: а) по модели катионных вакансий; б) по модели межузельных ионов  $\text{F}^-$ . Параметр  $a$  кубической элементарной ячейки  $\text{CaF}_2$  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)  $\text{Li}$  в  $\text{TiS}_2$ ; б)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ .

Задание 3. Приведите три «звезды изоморфизма» Ферсмана и предложите схемы лучшей кристаллохимической компенсации избыточной степени окисления элементов, используемых в Вашей научной работе, при их изоморфных замещениях.

Задание 4. 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.

Задание 5. Дополните материал лекции 4\* описанием двух методов изучения твердых растворов, не описанных в ней.

\*Студенты имеют электронный вариант лекций.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. 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)
2. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. - М.: Издательство МГУ, 1987, 272 с.
3. Петьков В.И., Дмитриенко А.С. Полиморфизм. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019, 36 с.
4. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения [Электронный ресурс] / Г. Готтштайн; пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина под ред. В.П. Зломанова. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 403 с. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1327-3. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=539831>

б) дополнительная литература:

1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения: Ч. 1. М.: Мир, 1988.
2. Урусов В.С. Теория изоморфной смесимости. М., «Наука». 1977. 251 с.
3. Перчук Л.Л., Рябчиков И.Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. М., «Недра». 1976. 287 с.
4. Макаров Е.С. Изоморфизм атомов в кристаллах. М., «Атомиздат». 1973. 288 с.
5. Ферсман А. Е. Избранные труды. Изд-во АН СССР, 1955–1959. (См. Т.Т. 3 и 5).
6. Урусов В.С. Энергетическая кристаллохимия. М., «Наука». 1975. 333 с.
7. Урусов В.С., Еремин Н.Н. Кристаллохимия. Краткий курс: Учебник. М.: Изд-во Московского ун-та, 2010. 256 с.
8. Китайгородский А.И. Смешанные кристаллы. М.: Наука, 1983. 277 с.
9. Вайнштейн Б.К., Фридкин Б.М., Инденбом В.Л. Современная кристаллография. Под ред. Вайнштейна Б.К. Т. 2. Структура кристаллов. М.; Наука, 1979. 359 с.
10. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз. М.: Изд-во Московского ун-та, 1964. 455 с.
11. Котельников А.Р., Улин И.В., Ковальский А.М., Некрасов А.Н., Котельникова З.А., Орлова А.И., Петьков В.И. Получение и изучение строения сложных ортофосфатов циркония и



щелочных элементов. 4. Образование и термодинамические характеристики твердых растворов в высокотемпературных водно-солевых системах // Радиохимия. 2000. Т. 42. № 4. С. 325-330.

9. Асабина Е.А., Петьков В.И., Котельников А.Р., Ковальский А.М. Синтез и изучение твердых растворов  $(\text{Na,K})\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$  в гидротермальных условиях // Журнал неорганической химии. 2006. Т. 51. № 7. С. 1066-1071.

10. Сушкова Т.П., Семенова Г.В., Стрыгина Е.В. Термодинамическая оценка стабильности твердых растворов на основе халькогенидов свинца // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2004. № 1. С. 94-100.

11. Верма А.Р., Кришна П. Полиморфизм и политипизм в кристаллах. - М: Мир, 1969, 274 с.

13. Петьков В.П., Орлова А.И. Кристаллохимический подход к прогнозированию теплового расширения соединений со структурой фосфата натрия-дициркония // Неорганические материалы. 2003. Т. 39. № 10. С. 1177-1188.

в) 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)

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включают учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий (140 корп. 2) оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом, бумагой формата А0, фломастерами.

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
---	--	---

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 140	Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08, переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, имеется выход в Интернет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul>
--	---	---

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – лаборатории кафедры химии твердого тела для выполнения дипломных и квалификационных работ, оснащенные оборудованием: вытяжные шкафы; химическая посуда общего и специального назначения; механические мешалки; сушильные шкафы; вакуумные насосы; дистилляторы; технические и аналитические весы; рентгеновский дифрактометр XRD-6000, термоанализатор Labsys TG-DTA/DSC, ИК-спектрофотометр FTIR-8400, электрические печи (до 1573 К), радиометрические установки, персональные компьютеры, химические реактивы, необходимые для синтезов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор:

к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_

Петьков В.И.

Рецензент:

С.н.с. ИХВВ РАН, к.х.н.

\_\_\_\_\_

Суханов М.В.

Заведующий кафедрой химии твердого тела,

д.х.н., профессор

\_\_\_\_\_

Сулейманов Е.В.