

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Структурная химия  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 19.03.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биотехнология (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний о взаимосвязи между физическими и физико-химическими свойствами веществ с их строением с позиций учения о симметрии молекул и кристаллов.

Задачи дисциплины:

- изучение структур молекул и кристаллов с позиций учения о симметрии;
- формирование умений анализировать строение и физико-химические свойства молекул и кристаллов на основе теории симметрии;
- формирование навыков установления взаимосвязи между свойствами и структурой веществ на основе фундаментальных положений структурной химии (таблицы характеров симметрии, модели структур идеальных и реальных кристаллов, энтальпия кристаллических решеток).

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- элементы и операции симметрии, точечные группы симметрии для молекулярных структур, представления о таблицах характеров;
- симметрия кристаллических структур, решетки Бравэ, индексы граней кристаллов и плоскостей симметрии;
- описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок;
- типы структуры металлов и ионных кристаллов;
- энтальпия решетки ионных кристаллов;
- реальные кристаллы, дефекты структур, свойства твердых веществ с дефектами структуры.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1опк-1	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные положения теории симметрии, включая представления об элементах и операциях симметрии точечных группах симметрии, таблицах характеров;</li> <li>– возможности предсказания свойств молекулярных веществ на основе теории симметрии;</li> <li>– особенности симметрии кристаллов и индексов плоскостей симметрии и граней кристаллов;</li> <li>– принципы описания структур в терминах плотнейших шаровых упаковок;</li> <li>– термодинамический подход к определению энергии решетки ионных кристаллов;</li> <li>– типы дефектов, свойственных твердым телам;</li> <li>– характер влияния дефектов разных типов на свойства твердых тел;</li> <li>– современные материалы с заданной дефектностью структуры.</li> </ul>	<p>Знает основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.</p>	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-2опк-1	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять элементы и операции симметрии, точечные группы симметрии молекул;</li> <li>– определять элементы симметрии и индексы граней и плоскостей симметрии кристаллов;</li> <li>– вычислять энергию кристаллической решетки с помощью термического цикла Борна-Габера;</li> <li>– анализировать зависимость свойств</li> </ul>	<p>Умеет изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.</p>	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		твердых веществ от присутствия дефектов в их кристаллических структурах.		
ОПК-1	ИД-3опк-1	<p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения свойств молекулярных веществ на основе таблиц характеров их симметрии;</li> <li>– навыками построения структур твердых тел на основе модели плотнейшей упаковки сфер и с переходом к менее плотным упаковкам;</li> <li>– навыками предсказания свойств веществ на основе оценки энтальпии решетки их ионных кристаллов;</li> <li>– навыками применения теории симметрии для определения характеристик молекул и кристаллов, зависящих от симметрии.</li> </ul>	<p>Владеет способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.</p>	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	54	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Учение о симметрии и симметрия молекул	4	0	12	18
Тема 1. Учение о симметрии Учение о симметрии. Элементы и операции симметрии. Точечные группы симметрии. Методика определения точечных групп симметрии молекул Характеры. Представления о таблицах характеров. Тема 2. Возможности предсказания свойств молекулярных веществ на основе теории симметрии Симметрия и полярность молекул. Симметрия и хиральность молекул. Оптическая изомерия. Элементы теории групп и таблицы характеров. Оценка характеров для точечной группы $C_{2v}$ и молекулярные колебания молекулы $H_2O$ . Симметрия молекулярных колебаний и выявление колебаний активных в ИК спектрах.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Симметрия кристаллов и модели структур твердых тел	4	0	14	20
Тема 3 Симметрия кристаллических структур Элементарная ячейка идеального кристалла. Линейные и угловые парамет-ры. Периоды трансляции. Кристаллические системы (сингонии). Решетки Бра-вэ. Элементы симметрии. Индексы направлений, граней и плоскостей симмет-рии. Тема 4 Описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок Модели плотнейшей упаковки шаров. Тетраэдрические и октаэдрические пустоты в модели плотнейшей упаковки шаров. Металлы в представлениях о плотнейшей упаковке шаров. Структуры не отвечающие требованиям плот-нейшей упаковки шаров. Понятия изоморфизма и полиморфизма. Сплавы за-мещения и внедрения. Интерметаллические соединения. Ионные кристаллы. Типовые структуры ионных кристаллов. Зависимость координационных чисел ионов от отношения ионных радиусов.				
Энтальпия и свойства ионных кристаллов	4	0	14	16
Тема 5. Энтальпия решетки ионных кристаллов. Энтальпия ионной решет-ки. Цикл Борна-Габера. Вычисление энергии кристаллической решетки на основе энергии электро-статического взаимодействия ионов. Учет отталкивания ионов при перекрывава-нии их атомных орбиталей в расчете энергии кристаллической решетки. Урав-нение Капустинского. Термические радиусы ионов. Тема 6. Прогнозирование свойств веществ на основе представлений об их структуре Оценка термической стабилизации ионных твердых тел. Стабилизация вы-соких степеней окисления металлов анионами малых размеров. Оценка раство-римости ионных кристаллов.				
Реальные кристаллы и их свойства	4	0	14	18
Тема 7. Твердые тела с дефектами структуры Основные типы дефектов твердых тел. Термодинамическое обоснование образования дефектов в твердых телах. Типы собственных дефектов кристал-лов. Дефекты Шоттки и Френкеля. Типы примесных дефектов. Краевые дисло-кации и их влияние на свойства твердых тел. Винтовые дислокации и рост кри-сталлов. Нестехиометрические соединения. Дефекты и нестехиометрия. Твер-дые растворы и серии дискретных фаз, их свойства. Диффузия атомов и ионов. Законы Фика. Механизмы диффузии в твердых телах. Энергия активации про-цесса				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
диффузии. Тема 8. Современные материалы с дефектами структуры Твердые электролиты. Сенсоры. Электрическая проводимость твердых тел. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Влияние степени окисления металлов в оксидах на их электрическую проводимость. Материалы с магнитными свойствами. Парамагнетики. Ферромагнетики. Ферримагнетики. Сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводниковая керамика.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	54	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	54	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Освоение методики определения элементов и операций симметрии, точечных групп симметрии молекул
2	Накопление навыков предсказания свойств молекулярных веществ на основе таблиц характеров
3	Освоение методики определения элементов симметрии и индексов граней и плоскостей симметрии кристаллов
4	Разбор особенностей применения методики построения гексагональной и гранецентрированной кубической решетки на основе модели плотнейшей упаковки сфер
5	Освоение методики вычисления энергии кристаллической решетки с использованием термодинамические основы Цикла Борна-Габера
6	Накопление навыков предсказания свойств веществ на основе представлений об энтальпии решетки ионных кристаллов
7	Рассмотрение на конкретных примерах особенностей влияния дефектов кристаллической решетки на свойства веществ
8	Освоение общих принципов создания материалов с новыми свойствами за счет их управляемого синтеза в состоянии с дефектами кристаллической решетки

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям, на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	[Кн. 1]: Основной курс. - Санкт-Петербург: , Лань, 2008. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; [Кн. 1]).	99
2	Мюллер У. Структурная неорганическая химия : монография : пер. с англ. / У. Мюллер. - Долгопрудный: Интеллект, 2010.	3
3	Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого : учебник для вузов / В.И.Слесарев. - СПб: Химиздат, 2001.	24
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Вольхин В. В., Леонтьева Г.В. Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы : учебное пособие для вузов / В. В. Вольхин, Г. В. Леонтьева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	70



2	Вольхин В.В. Общая химия. Специальный курс. - Санкт-Петербург: , Лань, 2008. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; [Кн. 2]).	33
3	Уэллс А.Ф. Структурная неорганическая химия. Т. 1. - М.: , Мир, 1987. - (Структурная неорганическая химия : в 3 т. : пер. с англ.; Т. 1).	2
4	Уэллс А.Ф. Структурная неорганическая химия. Т. 2. - М.: , Мир, 1987. - (Структурная неорганическая химия : в 3 т. : пер. с англ.; Т. 2).	2
5	Уэллс А.Ф. Структурная неорганическая химия. Т. 3. - Москва: , Мир, 1988. - (Структурная неорганическая химия : в 3 т. : пер. с англ.; Т. 3).	3
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Вольхин В. В. Химия металлов и неметаллов. Нанохимия. Наноматериалы : учебное пособие для вузов / В. В. Вольхин, Г. В. Леонтьева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2425">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2425</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Вольхин В.В. Общая химия. Специальный курс. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2006. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; Кн. 2).	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2506">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2506</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Вольхин. В.В. Общая химия. Основной курс. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2006. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; Кн. 1).	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2505">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2505</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1
Практическое занятие	Компьютерный класс. Персональные компьютеры "Декада"	5

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Структурная химия»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 19.03.01 Биотехнология

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Биотехнология

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Химия и биотехнология

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2 **Семестр:** 4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Диф. зачёт: 4 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный	Итоговый	
	С	ТО	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1</b> знать основные положения теории симметрии, включая представления об элементах и операциях симметрии и точечных группах симметрии, таблицах характеров; возможности предсказания свойств молекулярных веществ на основе теории симметрии	С 1	ТО1	КР1		ТВ
<b>3.2</b> знать особенности симметрии кристаллов и индексов плоскостей симметрии и граней кристаллов; принципы описания структур в терминах плотнейших шаровых упаковок	С 2	ТО2	КР1		ТВ
<b>3.3.</b> знать термодинамический подход к определению энергии решетки ионных кристаллов	С 3	ТО3	КР2		ТВ
<b>3.4</b> знать типы дефектов, свойственных твер-	С 4	ТО 4	КР1		ТВ

дым телам; характер влияния дефектов разных типов на свойства твердых тел; современные материалы с заданной дефектностью					
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> уметь определять элементы и операции симметрии, точечные группы симметрии молекул; определять индексы граней и плоскостей симметрии кристаллов	ИЗ 1		КР 1		ПЗ
<b>У.2</b> уметь вычислять энергию кристаллической решетки с помощью термохимического цикла Борна-Габера	ИЗ 3		КР2		ПЗ
<b>У.3.</b> анализировать зависимость свойств твердых веществ от присутствия дефектов в их кристаллических структурах	ИЗ 4		КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1</b> владеть навыками определения свойств молекулярных веществ на основе таблиц характеристик их симметрии; навыками применения теории симметрии для определения характеристик молекул и кристаллов, зависящих от симметрии	ИЗ 1		КР 2		ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками построения структур твердых тел на основе модели плотнейшей упаковки сфер	ИЗ 2		КР 2		ПЗ
<b>В.3</b> владеть навыками предсказания свойств веществ на основе оценки энтальпии решетки их ионных кристаллов	ИЗ 3		КР 2		ПЗ

Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа по модулю);

С – собеседование;

ИЗ – индивидуальное задание;

ТО – теоретический опрос;

ТВ – теоретический вопрос (зачет);

ПЗ – практическое задание (задача на зачете);

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференциального зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

–входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

–текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

–промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

–межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

–контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Симметрия молекул и кристаллов», вторая КР – по модулю 2 «Зависимость свойств веществ от их структуры».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Какие элементы симметрии характерны для молекулы  $\text{BF}_3$  и иона  $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{3-}$ ? Определите, какой точечной группе соответствует симметрия в данных молекуле и ионе.

2. Охарактеризуйте и изобразите простые и сложные кристаллические решетки, относящиеся к кубической и тетрагональной сингониям. Какие элементы симметрии характерны для данных решеток? Что нужно изменить в кубической решетке, чтобы трансформировать ее в решетку тетрагональной системы?

3. На дифрактограмме вещества имеются следующие линии 0,300 нм (100); 0,240 нм (110) и 0,216 нм (111). Рассчитайте параметры элементарной ячейки и ее объем.

### Типовые задания второй КР:

1. Определите, к какому структурному типу относится элементарная ячейка вещества АВ со следующими координатами атомов: А 000;  $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$  0;  $\frac{1}{2}$  0  $\frac{1}{2}$ ; 0  $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$ . В  $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{3}{4}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{3}{4}$ ;  $\frac{3}{4}$   $\frac{3}{4}$   $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{4}$   $\frac{3}{4}$   $\frac{3}{4}$ . Изобразите элементарную ячейку и полностью охарактеризуйте её: тип решетки Бравэ, число формульных единиц, координационные числа и координационные многогранники.

2. Вычислите соотношение плотностей двух модификаций хлористого рубидия (одна со структурой типа NaCl, другая – CsCl). Ионные радиусы  $Rb^+$  и  $Cl^-$  соответственно равны 0,152 и 0,181 нм.

3. Как можно вычислить энергию взаимодействия ионов в кристаллической решетке  $E$ , какие уравнения можно использовать для расчета? Что учитывают включенные в эти уравнения константы? Что означает отрицательный знак величины  $E$ ?

### 2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### 2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме диф. зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### 2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания

(КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Элементы и операции симметрии. Точечные группы симметрии. Методика определения точечных групп симметрии молекул.
2. Охарактеризуйте следующие понятия «координационное число», «координационный полиэдр», «число формульных единиц».
3. Кристаллические системы (сингонии). Решетки Бравэ.
4. Модели плотнейшей упаковки шаров. Тетраэдрические и октаэдрические пустоты в модели плотнейшей упаковки шаров.
5. Перечислите и охарактеризуйте основные типы дефектов твердых тел.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Соединение CsI имеет кубическую элементарную ячейку с параметром  $a = 0,457$  нм. Рассчитайте длины связей, межатомные расстояния и плотность кристалла данного соединения.
2. При  $950$  °С железо имеет гранецентрированную кубическую ячейку ( $a = 0,366$  нм). Рассчитайте: а) атомный радиус железа; б) плотность железа.
3. Рассчитайте энергию кристаллической решетки  $\text{CaCl}_2$  с помощью уравнения Борна-Ланде и термохимического цикла Борна-Габера.

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Проведите оценку геометрии молекулы  $\text{BF}_3$  и иона  $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{3-}$ . Какие элементы симметрии характерны для объектов с данными структурами? Определите, какой точечной группе соответствует симметрия в данных молекуле и ионе. Составьте прогноз относительно влияния симметрии их на свойства.
2. Проведите описание структуры данного соединения с помощью модели плотнейших шаровых упаковок. Какие виды пустот проявляются в данном соединении? Какие виды дефектов возможны в данной структуре?
3. Проведите прогнозирование свойств веществ данного соединения на основе представлений о его структуре.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.



### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.