

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 8 от «07» июня 2017 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Мустафин А.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института  
\_\_\_\_\_ /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина *Кристаллохимия*

Базовая часть Б1.Б.19

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность).  
04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки  
Высокомолекулярные соединения

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии

Разработчик (составитель) Доцент, к.х.н., доцент _____ (должность, ученая степень, ученое звание)	_____ /Алехина И.Е. (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

Для приема: 2016 г.

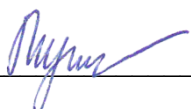
Уфа 2017г.

Составитель / составители: к.х.н. , доцент Алехина И.Е.\_

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 8 от «07» июня 2017 г.

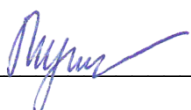
Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 11 от 01.06.2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Мустафин А.Г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 6 от 22.04.2019 г.

Заведующий кафедрой

 / Мустафин А.Г.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	7
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	30
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	8
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	16
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	26
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	26
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	27

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	<b>ОПК-1</b> способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	<b>ОПК-2</b> владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Знать: основные источники научной информации по химии	<b>ОПК-5</b> способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	
	Знать: основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	<b>ОПК-6</b> владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Знать: оборудование и программы, предназначенные для проведения синтеза и исследования различных физико-химических свойств веществ.	<b>ПК-2</b> владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Знать: основные понятия и законы химии	<b>ПК-3</b> владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Знать: основные законы химии и смежных наук	<b>ПК-4</b> способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
Умения	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	<b>ОПК-1</b> способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	

	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам		
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	<b>ОПК-2</b> - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	<b>ОПК-5</b> - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	
	Уметь: использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	<b>ОПК-6</b> – владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	<b>ПК-2</b> - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Уметь: Применять основные законы химии	<b>ПК-3</b> - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	<b>ПК -4</b> - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	<b>ОПК-1</b> - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	<b>ОПК-2</b> - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	<b>ОПК-5</b> - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	

	Владеть: навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	<b>ОПК-6</b> – владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	<b>ПК-2</b> - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть: системой фундаментальных понятий химии.	<b>ПК-3</b> - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	<b>ПК -4</b> - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины: изучение основ кристаллографии, симметрии и свойств кристаллических объектов, атомного строения кристаллов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Общая химия», «Неорганическая химия», «Физика», «Строение вещества». Фундаментальные понятия и представления, введенные в курсе «Кристаллохимия», будут использоваться в курсах «Физическая химия», а также в тех спецкурсах, в которых необходимо учитывать сведения о строении кристаллических веществ.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

##### Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй этап (уровень)	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей,	Не умеет классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических	Умеет: 1) выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин;

	формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	соединений, называть вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК	
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Не умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии, допускает отдельные ошибки	2) решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Не владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов	Владеет навыками работы с учебной литературой, может самостоятельно освоить новую тему



**Код и формулировка компетенции**

**ОПК-2** Владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет проводить простой анализ и одностадийный синтез по готовой методике без оформления протокола опытов	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Не владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных веществ	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

**Код и формулировка компетенции компетенции**

**ОПК-5** Способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено

	(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		
Первый этап (уровень)	Знать: основные источники научной информации по химии	Знает только об основных источниках информации сети интернет	Знает о дополнительных источниках получения информации
Второй этап (уровень)	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	Умеет пользоваться только стандартными поисковыми программами интернета	Умеет систематизировать и обобщать данные, полученные из различных источников
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	Владеет только навыками составления запроса	Владеет систематическими навыками поиска и обработки научной информации

#### Код и формулировка компетенции

**ОПК-6** Владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Затрудняется в знании основных характеристик и свойств компонентов химических производств; типов и степени воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Знает принципы определения экологической безопасности производств, методы предотвращения возможных аварий
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать технические средства	Не вполне умеет использовать простейшие	Умеет определять риски и предвидеть последствия аварии,

	измерения основных параметров технологического процесса	технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает ошибки	возникающие в результате отказа работы аппаратуры
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	Владеет простейшими навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов, но допускает ошибки	Владеет методами расчета рисков химических производств, принципами диагностики химико-технологической системы

### Код и формулировка компетенции

**ПК- 2** Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: оборудование и программы, предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
Третий этап (уровень)	Владеть: основами пробоподготовки для проведения	Затрудняется в подготовке проб и объектов для	Самостоятельно способен осуществить

	различных физико-химических анализов	последующего исследования.	полный цикл пробоподготовки
	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

### Код и формулировка компетенции

**ПК-3** Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные понятия и законы химии	Знания носят фрагментарный характер	Сформированное и систематизированное представление о химической науке
Второй этап (уровень)	Уметь: применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
Третий этап (уровень)	Владеть: системой фундаментальных понятий химии.	Фрагментарное владение системой фундаментальных химических понятий	Успешное и системное владение системой фундаментальных химических понятий

### Код и формулировка компетенции

**ПК-4** способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено

Первый этап (уровень)	Знать: основные законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
Второй этап (уровень)	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
Третий этап (уровень)	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и системное владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	<b>ОПК-1</b> - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	<b>ОПК-2</b> - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: основные источники научной информации по химии	<b>ОПК-5</b> - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	<b>ОПК-6</b> – владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: оборудование и программы, предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	<b>ПК-2</b> - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: основные понятия и законы химии	<b>ПК-3</b> - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Знать: основные законы химии и смежных наук	<b>ПК-4</b> - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, контрольная работа

			работа, тестовые задания
2-й этап Умения	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	<b>ОПК-1</b> - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	<b>ОПК-2</b> - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	<b>ОПК-5</b> - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	<b>ОПК-6</b> – владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	<b>ПК-2</b> - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: Применять основные законы химии	<b>ПК-3</b> - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	<b>ПК-4</b> - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания
3-й этап Владеть навыкам и	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	<b>ОПК-1</b> - способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые

		разделов химии при решении профессиональных задач	задания, коллоквиум
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	<b>ОПК-2</b> - владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум
	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	<b>ОПК-5</b> - способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум
	Владеть: навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	<b>ОПК-6</b> – владением нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум
	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	<b>ПК-2</b> - владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум
	Владеть: системой фундаментальных понятий химии.	<b>ПК-3</b> - владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум
	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	<b>ПК-4</b> - способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум

### 4.3. *Рейтинг-план дисциплины*

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Перевод оценки из 100-балльной в систему зачет/незачет производится следующим образом:

- зачтено – от 59 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- не зачтено– от 0 до 59 баллов.



### **Критерии оценки (в баллах) аудиторной работы**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

### **Вопросы для аудиторной работы**

#### **Занятие № 1**

1. Предмет и задачи кристаллохимии. Кристаллохимия как часть химии и как метод исследования химических веществ.
2. Симметрические операции и элементы симметрии. Поворотные и инверсионные оси.
3. Стереографическая проекция элементов симметрии и нормалей к граням многогранников. Формула симметрии.

#### **Занятие № 2**

4. Теоремы о сочетаниях элементов симметрии.
5. Понятие точечной группы. Вывод кристаллографических классов симметрии. Предельные группы симметрии\*.
6. Символика точечных групп. Символы Германа-Могена и символы Шенфлиса.

#### **Занятие № 3**

7. Кристаллографические индексы узлов, рёбер, граней.
8. Простые формы и комбинации.
9. Голоэдрические точечные группы. Кристаллографические координатные системы. Элементарная ячейка.

#### **Занятие № 4**

10. Группы трансляций. Примитивные и непримитивные параллелепипеды повторяемости. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура.
11. Типы решеток (решётки Бравэ). Примеры структур с решетками разного типа.

#### **Занятие № 5**

12. Элементы симметрии бесконечных фигур. Трансляция, плоскости скользящего отражения, винтовые оси. Сочетания открытых и закрытых элементов симметрии между собой и с перпендикулярными трансляциями.
13. Пространственные группы симметрии. Принцип их вывода. Структурные классы. Правильная система точек.

#### **Занятие № 6**

14. Описание кристаллических структур на основе пространственных групп и структурных классов (примеры структур низшей категории).

15. Описание кристаллических структур на основе пространственных групп и структурных классов (примеры структур средней категории).
16. Описание кристаллических структур на основе пространственных групп и структурных классов (примеры структур высшей категории).
17. Многообразии групп симметрии с различной размерностью. Структурные классы цепей и слоев.

#### Занятие № 7

18. Кристаллохимические радиусы и их использование.
19. Факторы, определяющие структуру кристаллов (правило Гольдшмидта).

#### Занятие № 8

20. Определение стехиометрического состава. Координационные числа и многогранники.
21. Типы межатомных взаимодействий в кристаллах.
22. Энергия связей. Гомо- и гетеродесмические структуры. Примеры.

#### Занятие № 9

23. Плотнейшие шаровые упаковки (ПШУ) и плотные шаровые кладки (ПШК).
24. Описание кристаллических структур простых веществ в терминах ПШУ и ПШК.
25. Кристаллические структуры бинарных соединений AX, описываемые в терминах ПШУ и ПШК (анионные упаковки и кладки).
26. Пустоты в ПШУ и ПШК. Описание кристаллических структур бинарных и тройных соединений в терминах ПШУ и ПШК. Примеры.
27. Коэффициент плотности упаковки.

#### Занятие № 10

28. Физические свойства кристаллов. Механические свойства. Оптические свойства. Оптическая активность.
29. Электрические и магнитные свойства. Пирозлектрики. Пьезоэлектрики.

#### Занятие № 11

30. Структурные типы. Отряды структур.
31. Изоструктурность. Политипия.
32. Изоморфизм. Структура твердых растворов.

#### Занятие № 12

33. Полиморфизм, политипия, морфотропия.
34. Монотропные и энантиотропные полиморфные переходы.

#### Занятие № 13

35. Кристаллические структуры металлов.
36. Структуры простых веществ-неметаллов VIII, VII и VI групп периодической системы.
37. Структуры простых веществ-неметаллов V, IV и III групп периодической системы.
38. Кристаллические структуры интерметаллических соединений.

#### Занятие № 14

39. Общая характеристика кристаллических структур бинарных соединений AX и XY.

40. Структурный тип перовскита. Перовскитоподобные структуры. Сегнетоэлектрики и их кристаллические структуры.
41. Структурный тип шпинели. Нормальная и обращенная шпинель.
42. Кристаллические структуры силикатов. Их классификация. Алюмосиликаты и силикаты алюминия. Зависимость свойств силикатов от их структуры. Цеолиты.
43. Общая характеристика молекулярных кристаллов. Ковалентные и ван-дер-ваальсовы радиусы. Коэффициент плотности упаковки молекулярных кристаллов.

#### Занятие № 15

44. Дефекты кристаллической структуры. Точечные и парные дефекты.
45. Протяженные дефекты. Дислокации.
46. Плоскостные и объёмные дефекты (фазы включения, пустоты, «отрицательные кристаллы»).
47. Рост кристаллов.

#### Занятие № 16

48. Основные этапы истории рентгеноструктурного анализа и кристаллохимии.
49. Основы рентгенографии кристаллов. Уравнения Лауэ. Три метода получения дифракционной картины и их использование.
50. Сравнение дифракционных методов изучения кристаллической структуры (рентгенография, нейтронография, электронография).

### Вопросы к коллоквиуму 1

#### Основы кристаллографии. Симметрия.

Операции и элементы симметрии. Собственные и несобственные вращения. Взаимодействие операций симметрии. Группа, порядок группы, подгруппа. Система Шенфлиса, точечные группы и их семейства. Обозначения операций симметрии и точечных групп в системе Германа-Могена. Точечные группы низшей, средней и высшей категорий, примеры. Связь зеркальных поворотов в системе Шенфлиса и поворотов с инверсией в системе Германа-Могена. Орбиты точечных групп, кратность орбиты (системы эквивалентных точек) и симметрия ее позиций. Бесконечные (предельные) точечные группы.

Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, типы решеток. Элементарная ячейка кристалла (параллелепипед повторяемости), параметры элементарной ячейки. Индексы направлений и плоскостей в решетке. Кристаллографические и некристаллографические операции симметрии. Взаимодействие закрытых элементов симметрии и трансляций, примеры. Сингонии кристаллов, их голоэдрические группы и параметры элементарной ячейки. Типы центрировки и решетки Браве. Кристаллографические точечные группы.

Открытые элементы симметрии (винтовые оси и плоскости скольжения), их обозначения по Герману-Могену и действие. Взаимодействие открытых и закрытых элементов симметрии. Общие и частные позиции в элементарной ячейке. Пространственные группы: символ по Герману-Могену, связь с кристаллографическим классом и кратностью общей позиции в ячейке. Интернациональные таблицы и содержащаяся в них информация о пространственных группах.

### Вопросы к коллоквиуму 2

#### Структура

Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Вывод формулы Брегга. Типы межатомных взаимодействий в кристалле (металлическое, ионное, ковалентное, ван-дер-ваальсово), их относительные энергии и направленность в пространстве. Принципы строения кристаллов простых веществ в Периодической системе, металлы и неметаллы. Плотные и плотнейшие шаровые упаковки в структуре металлов (ПК, ПГ, ОЦК, ГПУ, ГЦК), коэффициенты заполнения пространства в этих упаковках, виды и радиусы пустот в них. Расположение плотных (плотнейших) слоев в структурах металлов, политипы. Нестехиометрические фазы внедрения. Искажения идеальных шаровых упаковок в структурах металлов (Zn, Cd, In, Hg). Характерные особенности кристаллических структур простых веществ-неметаллов: мотивы расположения атомов в кристалле, ковалентные и ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Принцип плотнейшей упаковки с заполнением пустот в описании кристаллических структур бинарных соединений. Ионные кристаллохимические радиусы. Зависимость физических свойств ионных кристаллов от зарядов, радиусов и расположения ионов.

### **Основы кристаллохимии неорганических соединений.**

Строение и физические свойства различных модификаций углерода. Кристаллические структуры и свойства элементов-аналогов углерода в подгруппе (Si, Ge, Sn). Простейшие структурные типы AX (CsCl, NaCl, сфалерит, вюрцит, NiAs), их описание в терминах плотнейшей упаковки и заполнения пустот. Некоторые структурные типы AX<sub>2</sub>: флюорит и антифлюорит, рутил, CdI<sub>2</sub>, CdCl<sub>2</sub>, MoS<sub>2</sub>, их описание в терминах упаковки анионов и послойного заполнения пустот катионами. Корундовый мотив в расположении катионов в пустотах: принципы строения корунда ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), рубина и FeCl<sub>3</sub>. Строение ReO<sub>3</sub> и перовскита ABO<sub>3</sub>; описание структуры перовскита в терминах заполнения пустот плотнейшей упаковки. Принципы строения шпинелей AB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (прямая и обращенная), примеры соединений со структурой шпинели.

Кристаллические модификации нитрида бора, принципы строения и свойства. Характерные координационные полиэдры атомов металла для к.ч. от 4 до 10. Мостиковая функция лигандов и координационные полиэдры (тетраэдры, октаэдры) с общими вершинами в бинарных неорганических соединениях, примеры структурных мотивов из таких полиэдров). Силикаты. Принципы строения кристаллических модификаций SiO<sub>2</sub>: кварца,  $\beta$ -тридимита и  $\beta$ -кристобалита, стишовита. Алюмосиликатов. Принципы строения цеолитов.

Принципы строения молекулярных кристаллов. Ковалентные и ван-дер-ваальсовы радиусы.

### **Критерии оценки (в баллах) коллоквиумов**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 10 баллов выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 15 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 20 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 25 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом разделе дисциплины.

### Контрольная работа №1.

(Образец билета.)

1. Перечислите основные свойства кристаллов
2. Каким симметрическим преобразованиям соответствуют следующие элементы симметрии:  $2_1$ ;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ;  $6$ ?
3. Пользуясь теоремами о сочетаниях элементов симметрии, определите точечную группу симметрии, запишите формулу, категорию, сингонию, вид симметрии, международный символ и символ Шенфлиса и постройте стереографическую проекцию, если дано:  $L_2$  перпендикулярная инверсионной оси четвёртого порядка?
4. Может ли быть комбинация призмы и двух моноэдров?
5. Может ли грань (100) быть символом простой формы гексаэдра (куба) - {100}?
6. Приведите примеры замкнутых шестигранных простых форм средней категории.
7. Какой из граней тетрагональной сингонии могут соответствовать индексы Миллера (111): отсекающей на координатных осях  $a$ ,  $b$ ,  $c$  отрезки 1, 1 и 2 см или 2, 1 и 1 см?
8. Сформулируйте закон граничных углов.
9. С помощью каких приборов можно измерить углы между гранями в кристаллах?
10. Перечислите бесконечные (предельные) точечные группы симметрии.

### Контрольная работа №2.

(Образец билета.)

1. Приведите примеры металлов, структура которых представляет собой трехслойную плотнейшую шаровую упаковку. Как расположены атомы в элементарных ячейках этих металлов? Какова координация атомов?
2. В кристаллической структуре состава  $AB_2C_3$  атомы  $C$  образуют плотнейшую упаковку. Координационное число атомов  $A$  равно 4, а атомов  $B$  – 6. Каков тип занятых пустот? Какая часть пустот заполнена?
3. При  $1425^\circ\text{C}$  железо имеет объёмцентрированную кубическую ячейку ( $a=2,940 \text{ \AA}$ ). Рассчитайте плотность железа и атомный (металлический) радиус.
4. Определите слоистость плотнейшей упаковки: ... гккк... .
5. Укажите основные черты, характеризующие кубическую плотнейшую шаровую упаковку. Изобразите элементарную ячейку для этой структуры.
6. С использованием простейшей зонной теории опишите различие между электрической проводимостью в металле (например, литии) и полупроводнике (например, германии).
7. Кубическая модификация  $HgS$  имеет параметр ячейки  $5,84 \text{ \AA}$ ,  $Z=4$ ; для гексагональной модификации  $a=4,16$ ,  $c=9,54 \text{ \AA}$ ,  $Z=3$ . Какую модификацию представляют собой кристаллы  $HgS$ , если их плотность  $7,73 \text{ г/см}^3$ .
8. Напишите уравнение Лауэ. Назовите три метода получения дифракционной картины?
9. Для каких типов решетки характерны плоскости скользящего отражения типов "n" и "d"? Приведите примеры.
10. Как называют свойство кристаллов колоться по плоскостям, параллельным действительным или возможным граням?

### Контрольная работа №3.

(Образец билета.)

1. Определите, к какому структурному типу относится кубическая элементарная

ячейка со следующими координатами атомов МХ:

- а. М:  $(1/2 \ 0 \ 0)$ ,  $(0 \ 1/2 \ 0)$ ,  $(0 \ 0 \ 1/2)$ ,  $(1/2 \ 1/2 \ 1/2)$   
б. Х:  $(0 \ 0 \ 0)$ ,  $(1/2 \ 1/2 \ 0)$ ,  $(1/2 \ 0 \ 1/2)$ ,  $(0 \ 1/2 \ 1/2)$

2. Перечислите, какие простые формы в огранке кристалла могут указывать на то, что он обладает оптической активностью.
3. Монокристалл обточен в форме шара. Как изменится его форма при нагревании, если он относится к кубической, тетрагональной сингонии?
4. Что такое «несовершенный изоморфизм»? Приведите примеры.
5. Какой структурный тип получается из структуры каменной соли в результате удаления всех атомов или ионов одного типа?
6. Энергия кристаллической решетки некоторых соединений имеет следующие значения ( $25^{\circ}\text{C}$ ):

Вещество	NaCl	C(алмаз)	Cu	H <sub>2</sub> O	I <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
E <sub>кр</sub> , кДж/моль	774	715	302	50	42	26

- а) Какие из перечисленных веществ имеют: 1) молекулярную; 2) ионную; 3) атомную; 4) металлическую кристаллическую решетку? б) Как влияет тип химической связи между частицами на энергию кристаллической решетки? в) Как взаимосвязаны энергия кристаллической решетки и теплота возгонки веществ?
7. Назовите точечные и парные дефекты кристаллической структуры.
  8. Что такое – сегнетоэлектрики? Характерные кристаллические структуры сегнетоэлектриков?
  9. Почему наличие в кристалле пирозффекта заставляет предполагать и наличие пьезоэффекта, но не наоборот?
  10. Цепочечный силикат родонит содержит 5 тетраэдров в кремнекислородном радикале, катионы кальция и марганца (+2). Какой стехиометрический состав у родонита, если катионов марганца в четыре раза больше, чем кальция?

#### Критерии оценки (в баллах):

- **10 баллов** выставляется студенту, если выполнено 10 заданий;
- **9 баллов** выставляется студенту, если выполнено 9 заданий;
- **8 баллов** выставляется студенту, если выполнено 8 заданий;
- **7 баллов** выставляется студенту, если выполнено 7 заданий.
- **6 баллов** выставляется студенту, если выполнено 6 заданий;
- **5 баллов** выставляется студенту, если выполнено 5 заданий;
- **4 баллов** выставляется студенту, если выполнено 4 задания;
- **3 баллов** выставляется студенту, если выполнено 3 задания;
- **2 баллов** выставляется студенту, если выполнено 2 задания;
- **1 баллов** выставляется студенту, если выполнено 1 задание.

#### Примерные вопросы компьютерного теста

1. Вид симметрии точечной группы  $4mm$ ?
  - а) центральный
  - б) планальный
  - в) тетрагональный
  - г) планаксиальный
2. Сингония точечной группы  $4mm$ ?
  - а) кубическая
  - б) ромбическая
  - в) тетрагональная

- г) планальная
3. Какому элементу симметрии соответствует последовательное отражение в центре инверсии и поворот на  $120^{\circ}$ ?
    - а)  $L_{13}$ ;
    - б)  $L_3$ ;
    - в)  $L_6$ ;
    - г)  $6_3$
  4. Наличие какого элемента симметрии обязательно для кубической сингонии?
    - а)  $4L_3$ ;
    - б) Плоскость симметрии;
    - в) Центр симметрии;
    - г)  $3L_4$
  5. Какие сингонии имеют прямоугольную систему координат?
    - а) ромбическая и кубическая
    - б) только кубическая
    - в) тетрагональная и кубическая
    - г) ромбическая, тетрагональная, кубическая
  6. Какой элемент симметрии не может присутствовать в точечных группах симметрии?
    - а) центр симметрии;
    - б) плоскость зеркального отражения;
    - в) трансляция;
    - г) поворотная ось?
  7. В кристаллах какой сингонии грань, отсекающая на координатных осях  $a$ ,  $b$ ,  $c$  отрезки 2, 1 и 4 см может быть единичной?
    - а) тригональной
    - б) гексагональной;
    - в) триклинной;
    - г) кубической
  8. Какой элемент симметрии соответствует симметрическому преобразованию поворот + параллельный перенос вдоль оси поворота?
    - а) поворотная ось симметрии;
    - б) винтовая ось симметрии;
    - в) зеркально-поворотная ось симметрии;
    - г) инверсионная ось симметрии
  9. Какие из перечисленных простых форм характерны для кубической сингонии:
    - а) трапецоэдр
    - б) пинакоид
    - в) октаэдр
    - г) ромбоэдр
  10. Какой правильный координационный многогранник соответствует к.ч.=6?
    - а) куб
    - б) тетраэдр
    - в) октаэдр
    - г) гексоктаэдр
  11. Сколько ближайших соседей имеет каждая сфера в гексагональной плотнейшей упаковке?

- а) 24  
 б) 6  
 в) 9  
 г) 12
12. Чему равно число октаэдрических пустот в плотнейших упаковках?  
 а) 12;  
 б) в два раза меньше числа шаров;  
 в) в два раза больше числа шаров;  
 г) числу шаров
13. Каково число формульных единиц в ячейке и стехиометрический состав если атомы А – в центрах всех граней кубической ячейки. Атомы В – в вершинах кубической ячейки.  
 а)  $A_3B$ ;  $z=1$   
 б)  $A_6B_8$ ;  $z=2$   
 в)  $A_3B_8$ ;  $z=1$   
 г)  $A_6B_3$ ;  $z=2$
14. При расчете энергии ионной решетки используется константа Маделунга. От чего зависит её величина?  
 а) заряда ионов  
 б) радиусов ионов  
 в) структуры  
 г) поляризуемости
15. Для каких типов решетки характерны плоскости скользящего отражения типов “n” и “d”?  
 а) гранецентрированной кубической  
 б) объёмцентрированной  
 в) примитивной  
 г) любой
16. Укажите, какая часть атома приходится на долю элементарной ячейки, если он находится в вершине кубической ячейки.  
 а) 1/2  
 б) 1/6  
 в) 1/4  
 г) 1/8
17. Какова слоистость плотнейшей кубической упаковки?  
 а) 12  
 б) 2  
 в) 4  
 г) 3
18. Определите к какому структурному типу относятся элементарные ячейки со следующими координатами атомов АВ: А (000); В ( $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$ ):  
 а)  $\alpha$ -W ;  
 б) NaCl;  
 в) CsCl;  
 г) ZnS (сфалерит)
19. Как называются подвижные линейные дефекты?  
 а) вакансии;  
 б) дислокации;  
 в) дефект Шоттке;  
 г) дефект Френкеля
20. К какому явлению относится замещение магния на железо в структуре оливина?



- а) дислокации;
  - б) полиморфизму;
  - в) изоморфизму;
  - г) дефекту Френкеля?
21. Как называют свойство кристаллов колоться по плоскостям, параллельным действительным или возможным граням?
- а) хрупкость;
  - б) излом;
  - в) прочность;
  - г) спайность
22. Как называется свойство некоторых кристаллических веществ, благодаря которому происходит прямое преобразование теплоты в энергию электрического поля?
- а) пирозлектричество;
  - б) пьезоэлектричество;
  - в) спайность;
  - г) плеохроизм
23. Определите, какие из перечисленных силикатов не относятся к алюмо-силикатам:
- а)  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  – альбит;
  - б)  $\text{KMg}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  – флогопит;
  - в)  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  – сподумен;
  - г)  $(\text{Mg,Fe,Al})_3[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – вермикулит.
24. Структура каких металлов представляет собой трехслойную плотнейшую шаровую упаковку.
- а) Mg;
  - б)  $\alpha$ -Fe;
  - в) Na;
  - г) Au
25. Какие металлы имеют аномальные кристаллические структуры?
- а) Ca;
  - б) Hg;
  - в) Pt;
  - г) Fe
26. Чему равна слойность плотнейшей упаковки, заданной повторением буквенной последовательности ...гк...?
- а) 2;
  - б) 3;
  - в) 4;
  - г) 6
27. Какой фактор определяет структуру ионного кристалла, КЧ?
- а) отношение радиусов ионов
  - б) константа Маделунга
  - в) заряд иона
  - г) потенциал ионизации
28. Какую структуру имеют отвердевшие инертные газы?
- а) КПУ
  - б) ОЦК
  - в) слоистую
  - г) цепочечную
29. Кем была открыта дифракция рентгеновских лучей на кристаллах?
- а) Лауэ
  - б) Брэггом

в) Рентгеном

г) Вульфом

30. Какой тип связи можно предположить для кристаллов простого вещества, если КЧ атомов равно 8, а координационный полиэдр – куб?

а) ковалентная;

б) водородная;

в) металлическая;

г) ионная?

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **10 баллов** выставляется студенту, если выполнено 29-30 заданий;
- **9 баллов** выставляется студенту, если выполнено 27-28 заданий;
- **8 баллов** выставляется студенту, если выполнено 25-26 заданий;
- **7 баллов** выставляется студенту, если выполнено 23-24 заданий.
- **6 баллов** выставляется студенту, если выполнено 21-22 заданий;
- **5 баллов** выставляется студенту, если выполнено 19-20 заданий;
- **4 баллов** выставляется студенту, если выполнено 17-18 заданий;
- **3 баллов** выставляется студенту, если выполнено 15-16 заданий;
- **2 баллов** выставляется студенту, если выполнено 13-14 заданий;
- **1 баллов** выставляется студенту, если выполнено 11-12 заданий.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература**

1. Пугачев В.М. Кристаллохимия. [Электронный ресурс] Кемеровский университет, 2013. 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461&sr=1>
2. Зоркий В.М. Задачник по кристаллохимии и кристаллографии / под ред. Л. М. Борисановой. М.: Изд-во МГУ, 1981. 39 с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3556+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rusb>.
3. Четверикова, А. Г. Кристаллография [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Оренбург: Лань, 2012. 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745&sr=1>

##### **Дополнительная литература:**

4. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. Изд-во МГУ, 1960. 359с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3556+default+2+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>.
5. Басалаев, Ю. М. Кристаллофизика и кристаллохимия [Электронный ресурс] : учеб. Кемерово: Кемеровский ГУ, 2014 . 403 с.: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304>
6. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. Университет. «КДУ», 2005. 592с. <http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+3556+default+1+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
7. Кристаллохимия. Вопросы и задачи. Методические указания для студентов 3 курса химического факультета. Алехина И.Е. Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. 40 с.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019
10. Linux OpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNU General Public License
11. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория №311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета).</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p><b>Аудитория №311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория №305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Права на программы для ЭВМ операционная система для персонального компьютера WinSL 8 RussianOLPNLAcademicEditionLegalizationGetGenuine.</li> <li>2. Права на программы для ЭВМ обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</li> <li>3. Программа для ЭВМ OfficeStandard 2013 RussianOLPNLAcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</li> <li>4. Права на использование программного обеспечения KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный, продление подписки на 1 год. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г.</li> </ol>

<p><b>лаборатории:</b>  аудитория № 401 (корпус химического факультета),  аудитория № 421 (корпус химического факультета):  аудитория № 405 (корпус химического факультета),  аудитория № 311 (корпус химического факультета),  аудитория № 310 (корпус химического факультета),  аудитория № 305 (корпус химического факультета),  аудитория № 001 (корпус химического факультета),  аудитория № 002 (корпус химического факультета),  аудитория № 006 (корпус химического факультета),  аудитория № 007 (корпус химического факультета),  аудитория № 008 (корпус химического факультета)</p>	<p><b>Аудитория № 401</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, баня водяная, весы аналитические Leki B2104(100*0.001 г), весы ВК-600 лабораторные (600*0,01 г), системный блок компьютера Pentium 4 2.0A/GigaByte GA-8LD533/512Mb/4 O.OGb/FDD/ATX. дистиллятор ДЭ-4.</p> <p><b>Аудитория № 421</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, весы ВК-600 лабораторные (600*0,01г)</p> <p><b>Аудитория № 405</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p><b>Аудитория № 311</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 004</b></p>	
<p><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b>  аудитория № 405 (корпус химического факультета),  аудитория № 311 (корпус химического факультета),  аудитория № 310</p>	<p><b>Аудитория № 405</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p><b>Аудитория № 311</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi</p>	

<p>(корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета), аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета), аудитория № 004 (корпус химического факультета), аудитория № 005 (корпус химического факультета).</p>	<p>EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 004</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Аудитория № 005</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPONeos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U</p>	
<p><b>помещение для самостоятельной работы:</b> зал доступа к электронной информации Библиотеки, читальный зал №1 (главный корпус), читальный зал №2 (корпус физмата), читальный зал №4 (корпус биофака), читальный зал №5 (гуманитарный корпус), читальный зал №6 (корпус института права), читальный зал №7 (гуманитарный корпус), аудитория № 418 (корпус химического факультета)</p>	<p><b>Зал доступа к электронной информации Библиотеки</b></p> <p>ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест – 8.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №4</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.</p> <p><b>Читальный зал №5</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал №7</b></p>	<p>1.</p>

	<p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Аудитория № 418</b></p> <p>Учебная мебель, факсимильным аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5кВТ; 2А,220/0-250В),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Сого J7-4770 (3.4)H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Веис1.клавиат ура+мышь, принтер Canoni-SENSYSMF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIPLF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p>	
<p><b>помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 416 (корпус химического факультета)</p>	<p><b>Аудитория № 416</b></p> <p>Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук FujitsuLifebooKF530 IntelCorei3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Win7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"СQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200,1500Вт диаметр конфорки 185мм.</p>	<p>1. Права на программы для ЭВМ операционная система для персонального компьютера WinSL 8 RussianOLPNLAcademicEditionLegalizationGetGenuine.</p> <p>2. Права на программы для ЭВМ обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Программа для ЭВМ OfficeStandard 2013 RussianOLPNLAcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>4. Права на использование программного обеспечения KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный, продление подписки на 1 год. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Кристаллохимия на \_\_\_\_\_ б \_\_\_\_\_ семестр  
(наименование дисциплины)  
\_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	48
лекций	16
практических/ семинарских	-
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	<b>0,2</b>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	23,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:  
зачет \_\_\_\_\_ б \_\_\_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Операции и элементы симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии. Индексы ребер и граней.	2	-	4	2	[1-7]	Выучить обозначения точечных групп симметрии по Г-М и Шенфлису, выполнить задания по построению стереографических проекций элементов симметрии ТГС.	Контрольная работа, тестовые задания
2.	Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Трансляции. Подсчет количества узлов в решетках Бравэ. Определение числа формульных единиц, приходящихся на ячейку структуры.	2	-	4	4	[1-7]	Доказать существование 14 решеток Бравэ. Подсчитать число формульных единиц и стехиометрический состав веществ, приведенных в описании [7].	Контрольная работа, тестовые задания
3.	Теория шаровых упаковок. Симметрия шаровых слоев. Виды плотнейших упаковок. Решение задач на определение структуры упаковок при разных к.ч.; Слойность упаковок. Запись фрагментов. Расчет степени заполнения пространства ( $\xi$ ).	2	-	4	2	[1-7]	Вычислить коэффициент компактности для ГЦК, ОЦК, ГПУ и алмазной упаковки	Контрольная работа, тестовые задания, коллоквиум



4.	Гомодесмические и гетеродесмические структуры. Типы химической связи в кристаллах. Отряды структур. а) Ионный тип связи, свойства. Расчет энергии кристаллической решетки. б) Металлическая связь. Особенность строения металлических кристаллов. в) Силы ван-дер-ваальса и кристаллы с ван-дер-ваальсовым взаимодействием.	2	-	4	4	[1-7]	Вывести пределы устойчивости структур ионных кристаллов для различных значений к.ч. Решение задач [7].	Контрольная работа, тестовые задания
5	Понятие об атомных, ионных и эффективных радиусах. Методы их определения. Влияние поляризации на структуру кристаллов.	2	-	4	2	[1-7]	Изучить современные методы для определения ионных, металлических и ван-дер-ваальсовых радиусов.	Контрольная работа, тестовые задания
6	Физические свойства кристаллов. Явления изоморфизма и полиморфизма	2	-	4	4	[1-7]	Изучить структурно-чувствительные свойства кристаллов. Особые свойства: спайность. Электрические свойства: пьезоэлектрические, пирозлектрические. Оптические свойства кристаллов.	Контрольная работа, тестовые задания
7	Реальные кристаллы. Классификация дефектов структуры. Точечные дефекты. Дислокации. Основные представления о росте кристалла. Реальные	2		4	2	[1-7]	Выучить виды и свойства точечных (парных) и линейных дефектов кристаллической структуры.	Контрольная работа, тестовые задания

	формы роста кристаллов. Макроскопические дефекты. Эпитаксия.						Математическая оценка искажений, вызванных дислокацией – примеры, решение задач.	
8	Структурная химия силикатов. Классификация структур силикатов. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм в силикатах. Зависимость физических свойств силикатов от их строения. Природные и синтетические цеолиты, их структура, применение	2		4	3,8	[1-7]	Вывести составы кремнекислородных радикалов в зависимости от структуры силиката. Научиться определять вид силиката по его формуле.	КОЛЛОКВИУМ
	<b>Всего часов: 108</b>	16		32	23,8			

## Рейтинг – план дисциплины

**Кристаллохимия Базовая часть Б1.Б.19**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 04.05.01. Фундаментальная и прикладная химияНаправленность (профиль) подготовки Неорганическая химия

курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа	5	1	0	5
2. Контрольная работа №1	10	1	0	10
3. . Контрольная работа №2	10	1		10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа	5	1	0	5
2. Тестовый контроль	5	2	0	10
3.Контрольная работа №3	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум	25	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада	5			
2. Публикация статей	5			
3. Изготовление моделей кристаллов				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет				110