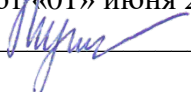
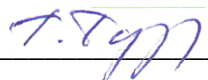


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 11 от «01» июня 2018 г.  
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета  
 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Кристаллохимия

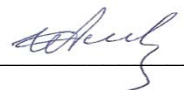
Вариативная часть Б1.В.1.08

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность).  
04.03.01. Химия

Направленность (профиль) подготовки  
Аналитическая химия

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель) Доцент, к.х.н., доцент	 /Алехина И.Е.
---	--

Для приема: 2018 г.

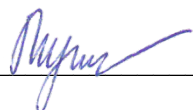
Уфа 2018 г.

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 11 от «01» июня 2018 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	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	7
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	7
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	10
<i>4.3. 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	21
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	22
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

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	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 способностью применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении профессиональной деятельности задач	
	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Знать: основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	
	Знать: основные этапы развития химии; научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии.	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе 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. Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Уметь:	ОПК-3 способностью	

	решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении задач профессиональной деятельности	
	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Уметь: применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	
	Уметь: оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 способностью применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении задач профессиональной деятельности	
	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть системой базовых фундаментальных химических понятий	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	
	Владеть: навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса поставленного в его практической научной и педагогической деятельности.	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	

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

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к *вариативной* 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».

## 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 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

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Не знает	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, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин. Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Не умеет	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; 2) решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным	Не владеет	Владеет навыками работы с учебной литературой, может самостоятельно освоить новую

	химическим дисциплинам		тему
--	------------------------	--	------

**ОПК-3** способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	Не знает	Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения. Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения
Второй этап (уровень)	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	Не умеет	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Не владеет	Владеет навыками критического анализа учебной информации; уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин

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

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать: стандартные методы применения современной	Не знает	Знает стандартные методы применения современной

(уровень)	аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ		аппаратуры при проведении научных исследований, 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 химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Не умеет	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии с использованием современной аппаратуры; 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 использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Не владеет	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

**ПК-3** владением системой фундаментальных химических понятий

Этап освоения компетенции и (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	Не знает	Сформированные систематические представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий
Второй этап (уровень)	Уметь: применять основные фундаментальные химические понятия	Не умеет	Сформированное умение пользоваться основными фундаментальными химическими понятиями
Третий этап (уровень)	Владеть: системой фундаментальных понятий химии.	Не владеет	Успешное и систематическое применение фундаментальных химических понятий



**ПК-4** способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные этапы развития химии; научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии.	Не знает	Способен к грамотному распределению времени и расстановке приоритетов в выполнении работы.
Второй этап (уровень)	Уметь: оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	Не умеет	Контролирует факторы, способные повлиять на выполняемую работу, при необходимости корректирует свои действия.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса, поставленного в его практической научной и педагогической деятельности.	Не владеет	Показывает уверенное владение знаниями во многих направлениях химического анализа.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные	Индивидуальный, групповой опрос

		знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	собеседование, ситуационные задачи.
	Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 способностью применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении задач профессиональной деятельности	Индивидуальный, групповой опрос собеседование ситуационные задачи.
	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование.
	Знать: основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, контрольная работа
	Знать: основные этапы развития химии; научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии.	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Индивидуальный, групповой опрос собеседование.
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	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 способностью применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные

		решении задач профессиональной деятельности	задачи
	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
	Уметь: применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
	Уметь: оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Собеседование, коллоквиум ситуационные задачи, компьютерное тестирование
	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-3 способностью применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении задач профессиональной деятельности	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, компьютерное тестирование
	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, компьютерное тестирование
	Владеть системой базовых фундаментальных химических понятий	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, компьютерное тестирование
	Владеть: навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса поставленного в его	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, компьютерное тестирование,

	практической научной и педагогической деятельности.	анализе полученных результатов	контрольная работа
--	---	--------------------------------	--------------------

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

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 и домашней 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 и домашней 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. Многообразие 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 АХ, 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 АХ и ХУ.
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  $\beta$ -кristобалита, 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<sub>1</sub>; 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<sub>2</sub> 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 С образуют плотнейшую упаковку. Координационное число атомов А равно 4, а атомов В – 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 слойность 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  $\text{HgS}$  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  $\text{HgS}$ , 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  $\text{MX}$ :
  - a. М:  $(1/2 \ 0 \ 0)$ ,  $(0 \ 1/2 \ 0)$ ,  $(0 \ 0 \ 1/2)$ ,  $(1/2 \ 1/2 \ 1/2)$
  - b. X:  $(0 \ 0 \ 0)$ ,  $(1/2 \ 1/2 \ 0)$ ,  $(1/2 \ 0 \ 1/2)$ ,  $(0 \ 1/2 \ 1/2)$
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>
$E_{\text{кр}}$ , кДж/моль	774	715	302	50	42	26

- a) 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 пьезоэффекта 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  $120^0$ ?
  - а)  $L_3$ ;
  - б)  $L_3$ ;
  - в)  $L_6$ ;
  - г)  $C_3$
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 колотья 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.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

**Основная литература**

1. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. Университет. «КДУ», 2005. 592с.
2. Адеева Л.Н., Диденко Т.А. Кристаллография и кристаллохимия: практикум для студентов химического факультета. [Электронный ресурс] . Омск. Омский государственный универ., 2013. 44с.

**Дополнительная литература:**

3. Филатов С.К., Кривовичев С.В., Бубнова Р.С. Общая кристаллохимия: учебник. [Электронный ресурс] Санкт-Петербургский государственный университет, 2018. 276 с.
4. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. Изд-во МГУ, 1960. 357с.
5. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984. 375 с.
6. Пугачев В.М. Кристаллохимия. [Электронный ресурс] Кемеровский университет, 2013. 104 с.
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
<b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус)	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 405</b></p> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 311</b></p> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 310</b></p> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии
<b>2. учебные аудитории для проведения</b>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 305</b></p> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,	

<p><b>занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 401 (химфак корпус), лаборатория № 421 (химфак корпус).</p>	<p>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>Лаборатория № 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>Лаборатория № 421</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, весы ВК-600 лабораторные (600*0,01г)</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 DEPO Neos 470 MD i5_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>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, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</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> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 418</b> 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</p>	<p>бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия до 25.09.2019</p> <p>4. Система централизованно о тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>5. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p>
<p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b></p>	<p>аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус)</p>	
<p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b></p>	<p>аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p>	
<p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b></p>		

<p>№ 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 418 (химфак корпус)</p>	<p>без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-pH pH-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/Core J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Велс1.клавиатура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, pH-метр pH-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p>	
<p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 416 (химфак корпус).</p>	<p><b>Лаборатория № 416</b> 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 Fujitsu Lifebook F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Wi n7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"СQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200,1500Вт диаметр конфорки 185мм.</p>	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины КРИСТАЛЛОХИМИЯ на 6 семестр

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)	24
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:  
зачет \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ 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.	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
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].	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
3.	Теория шаровых упаковок. Симметрия шаровых слоев. Виды плотнейших упаковок. Решение задач	2	-	4	2	[1-7]	Вычислить коэффициент компактности для	Индивидуальный, групповой опрос собеседование,

	на определение структуры упаковок при разных к.ч.; Слоиность упаковок. Запись фрагментов. Расчет степени заполнения пространства ( $\xi$ ).						ГЦК, ОЦК, ГПУ и алмазной упаковки	коллоквиум ситуационные задачи
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	2	[1-7]	Вывести пределы устойчивости структур ионных кристаллов для различных значений к.ч. Решение задач [7].	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
5	Понятие об атомных, ионных и эффективных радиусах. Методы их определения. Влияние поляризации на структуру кристаллов.	2	-	4	4	[1-7]	Изучить современные методы для определения ионных, металлических и ван-дер-ваальсовых радиусов.	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
6	Физические свойства кристаллов. Явления изоморфизма и полиморфизма	2	-	4	2	[1-7]	Изучить структурно-чувствительные свойства кристаллов. Особые свойства:	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи

							спайность. Электрические свойства: пьезоэлектрические, пьезоэлектрические. Оптические свойства кристаллов.	
7	Реальные кристаллы. Классификация дефектов структуры. Точечные дефекты. Дислокации. Основные представления о росте кристалла. Реальные формы роста кристаллов. Макроскопические дефекты. Эпитаксия.	2		4	4	[1-7]	Выучить виды и свойства точечных (парных) и линейных дефектов кристаллической структуры. Математическая оценка искажений, вызванных дислокацией – примеры, решение задач.	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
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	4	[1-7]	Вывести составы кремнекислородных радикалов в зависимости от структуры силиката. Научиться определять вид силиката по его формуле.	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум ситуационные задачи
	<b>Всего часов: 72</b>	16		32	24			

## Рейтинг – план дисциплины

## Кристаллохимия программа бакалавриата

Направление 04.03.01 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		60		110