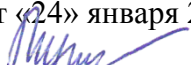



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 5 от «24» января 2022 г.  
Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина  
**Кристаллохимия**

Обязательная часть

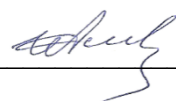
**программа специалитета**

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

Профиль подготовки:

- Аналитическая химия
- Биоорганическая химия
- Высокомолекулярные соединения
- Неорганическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии

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

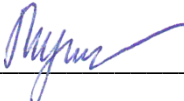
Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / \_\_Мустафин А.Г.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	18
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	19
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
7. Приложение 1	24
8. Приложение 2	28

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам
		ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	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
		ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	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
	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ
		ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов
		ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и

		фазового состава веществ и материалов на их основе	материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам
		ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ

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

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к базовой части образовательной программы. 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 компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ОПК-1** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Не умеет	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии
	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Не владеет	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным

			вопросам
<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	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	Не умеет	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
<b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	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	Не умеет	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

Код и формулировка компетенции **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	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
<b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Не умеет	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемому методикам	Не умеет	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
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Не владеет	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов
<b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные	Знать: стандартные методы получения, идентификации	Затрудняется в выборе	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств

операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет	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
<b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	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

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

Шкала оценивания для зачета:

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 оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Опрос, собеседование, решение задач
ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	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	Контрольная работа №1
ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	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	Коллоквиум 1
ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Контрольная работа №2
ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Контрольная работа №3
ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Коллоквиум 2
ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	тестирование



### **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. Моноклопные 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. Алумосиликаты 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 пирозэффекта 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)  $L_{i3}$ ;
    - 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?
- 24
  - 6
  - 9
  - 12
12. Чему равно число октаэдрических пустот в плотнейших упаковках?
- 12;
  - в два раза меньше числа шаров;
  - в два раза больше числа шаров;
  - 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.
- $A_3B$ ;  $z=1$
  - $A_6B_8$ ;  $z=2$
  - $A_3B_8$ ;  $z=1$
  - $A_6B_3$ ;  $z=2$
14. При расчете энергии ионной решетки используется константа Маделунга. От чего зависит её величина?
- заряда ионов
  - радиусов ионов
  - структуры
  - поляризуемости
15. Для каких типов решетки характерны плоскости скользящего отражения типов “n” и “d”?
- гранецентрированной кубической
  - объёмцентрированной
  - примитивной
  - любой
16. Укажите, какая часть атома приходится на долю элементарной ячейки, если он находится в вершине кубической ячейки.
- 1/2
  - 1/6
  - 1/4
  - 1/8
17. Какова слоистость плотнейшей кубической упаковки?
- 12
  - 2
  - 4
  - 3
18. Определите к какому структурному типу относятся элементарные ячейки со следующими координатами атомов АВ: А (000); В ( $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$ ):
- $\alpha$ -W ;
  - NaCl;
  - CsCl;
  - ZnS (сфалерит)
19. Как называются подвижные линейные дефекты?
- вакансии;
  - дислокации;
  - 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.

***Рейтинг-план дисциплины***

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении №2.

**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. Зоркий В.М. Задачник по кристаллохимии и кристаллографии / П. М. Зоркий ; под ред. Л. М. Борисановой . М. : Изд-во МГУ, 1981. 39 с.
3. Пугачев В.М. Кристаллохимия. [Электронный ресурс] Кемеровский университет, 2013. 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461&sr=1>

**Дополнительная литература:**

4. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. Изд-во МГУ, 1960. 359 с.
5. Пугачев В.М. Кристаллохимия. [Электронный ресурс] Кемеровский университет, 2013. 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461&sr=1>
6. Четверикова, А. Г. Кристаллография [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Четверикова. Оренбург: Лань, 2012. 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745&sr=1>
7. Басалаев, Ю. М. Кристаллофизика и кристаллохимия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Басалаев . Кемерово: Кемеровский ГУ, 2014 . 403 с. : ил.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304>

8. 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</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</li> </ol>

	EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183	KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный, продление подписки на 1 год. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г.
<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), аудитория № 008(корпус химического факультета)	<p align="center"><b>Аудитория № 401</b></p> <p>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 align="center"><b>Аудитория № 421</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, весы ВК-600 лабораторные (600*0,01г)</p> <p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p align="center"><b>Аудитория №311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория №305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p align="center"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p align="center"><b>Аудитория № 004</b></p>	
<b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, аудиторная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405	<p align="center"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic</p> <p align="center"><b>Аудитория №311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b></p>	

<p>(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), аудитория № 004 (корпус химического факультета), аудитория № 005 (корпус химического факультета).</p>	<p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория №305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 004</b></p> <p>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></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPO Neos 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></p> <p>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></p> <p>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></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.</p> <p><b>Читальный зал №5</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ</p>	<p>1.</p>

	<p>к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b></p> <p>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>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 VX2035/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/Соре J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Веис1.клавиатур+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"CQ 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

\_\_\_\_\_очная\_\_\_\_\_

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 ЗЕТ/72 часа
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
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)	7,8
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.	4	-	4	1	[1-7], 8	Выучить обозначения точечных групп симметрии по Г-М и Шенфлису, выполнить задания по построению стереографических проекций элементов симметрии ТГС.	
2.	Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Трансляции. Подсчет количества узлов в решетках Бравэ. Определение числа формульных единиц, приходящихся на ячейку структуры.	4	-	4	1	[1-7],8	Доказать существование 14 решеток Бравэ. Подсчитать число формульных единиц и стехиометрический состав веществ, приведенных в описании [7].	
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 ( $\xi$ ).	4	-	4	1	[1-7],8	Вычислить коэффициент компактности для ГЦК, ОЦК, ГПУ и алмазной упаковки	
4.	Гомодесмические и	4	-	4	1	[1-7],8	Вывести пределы	

	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.						устойчивости структур ионных кристаллов для различных значений к.ч. Решение задач [7].	
5	Понятие об атомных, ионных и эффективных радиусах. Методы их определения. Влияние поляризации на структуру кристаллов.	4	-	4	1	[1-7]	Изучить современные методы для определения ионных, металлических и ван-дер-ваальсовых радиусов.	
6	Физические свойства кристаллов. Явления изоморфизма и полиморфизма	4	-	4	1	[1-7]	Изучить структурно-чувствительные свойства кристаллов. Особые свойства: спайность. Электрические свойства: пьезоэлектрические, пирозлектрические. Оптические свойства кристаллов.	
7	Реальные кристаллы. Классификация дефектов структуры. Точечные дефекты. Дислокации. Основные представления о росте кристалла. Реальные формы роста кристаллов.	4		4	1	[1-7]	Выучить виды и свойства точечных (парных) и линейных дефектов кристаллической структуры. Математическая оценка	

	Макроскопические дефекты. Эпитаксия.						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	4		4	0,8	[1-7]	Вывести составы кремнекислородных радикалов в зависимости от структуры силиката. Научиться определять вид силиката по его формуле.	
	<b>Всего часов: 108</b>	32		32	7,8			

## Рейтинг – план дисциплины

## Кристаллохимия

Направление подготовки 04.05.01. Фундаментальная и прикладная 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		1	0	