

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры инженерной физики и
физики материалов, протокол № 9 от «13» июня
2020 г.

Зав. кафедрой _____ / Шаяхметов У.Ш.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

 / Мельникова А.Я.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **КРИСТАЛЛОГРАФИЯ**

(наименование дисциплины)

Вариативная часть


(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технология материалов

Направленность (профиль) подготовки
Конструирование и производство изделий из композиционных материалов

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>доцент, к.ф.-м.н.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Давлетшина А.Д.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2020 г
Уфа 2020

Составитель / составители: _____ *Алиев* _____

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры инженерной физики и физики материалов протокол № 9 от «13» июня 2020 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры инженерной физики и физики материалов протокол № 9 от «13» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой _____  / Шаяхметов У.Ш.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____,
протокол № ____ от «____» _____ 20 _ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О./

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры инженерной физики и физики материалов, протокол № 9 от «13» июня 2020 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	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	6
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	6
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	8
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

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:

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-2 *Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных*

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-2.1 Знать: положения, законы и методы естественных наук и математики; ОПК-2.2 Уметь: применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности; ОПК-2.3 Владеть: методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 Знать: методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных; ОПК-2.2 Уметь: Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные; ОПК-2.3 Владеть: методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре очной формы обучения, на 3 курсе в 5 семестре на очно-заочной форме обучения, на 3 курсе зимней сессии заочной формы обучения.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Высшая математика.

Физика.

- Знание раздела физики "Кристаллография" необходимо для изучения следующих курсов: физика конденсированного состояния; композиционные материалы; технология технической и строительной керамики.

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

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1 Знать: положения, законы и методы естественных наук и математики;	Не знает положения, законы и методы естественных наук и математики;	Знает положения, законы и методы естественных наук и математики, но допускает грубые ошибки	Знает положения, законы и методы естественных наук и математики, но допускает незначительные ошибки	Знает положения, законы и методы естественных наук и математики;
ОПК-1.2 Уметь: применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	Не умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	Умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает грубые ошибки;	Умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	Умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-1.3 Владеть: методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Не владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает грубые ошибки;	Владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, но допускает незначительные ошибки;	Владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.
---	--	--	--	--

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.1 Знать: методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	Не знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	Знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных, но допускает грубые ошибки	Знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных, но допускает незначительные ошибки	Знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;
ОПК-2.2 Уметь: Самостоятельно проводить экспериментальные	Не умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать	Умеет Самостоятельно проводить экспериментальные исследования	Умеет Самостоятельно проводить экспериментальные

исследования и обработать полученные данные;	и обработать полученные данные;	полученные данные, но допускает грубые ошибки;	я и обработать полученные данные, но допускает незначительные ошибки;	ментальные исследования и обработать полученные данные;
ОПК-2.3 Владеть: методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	Не владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	Владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных, но допускает грубые ошибки;	Владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных, но допускает незначительные ошибки;	Владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных.

ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
	«Не зачтено»	«Зачтено»
ОПК-1.1 Знать: положения, законы и методы естественных наук и математики;	Не знает положения, законы и методы естественных наук и математики;	Знает положения, законы и методы естественных наук и математики.
ОПК-1.2 Уметь: применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	Не умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;	Умеет применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-1.3 Владеть: методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Не владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Владеет методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.
---	--	--

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
	«Не зачтено»	«Зачтено»
ОПК-2.1 Знать: методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	Не знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;	Знает методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных
ОПК-2.2 Уметь: Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	Не умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные
ОПК-2.3 Владеть: методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	Не владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных	Владеет методами экспериментальных исследований и обработки полученных данных

Показатели сформированности компетенции: *(годится для бакалавров и специалистов дневного отделения, т.к. для заочной формы обучения и для магистрантов всех форм обучения не используется балльно-рейтинговая система, поэтому текст, приведенный ниже, не подходит, расписывается шкала оценивания).*

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины *(для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для*

зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

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 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

Компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения <i>Индикатор достижения компетенции (с кодом)</i>	Оценочные средства
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<i>ОПК-1.1 Знать: положения, законы и методы естественных наук и математики;</i>	Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум
	<i>ОПК-1.2 Уметь: применять положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;</i>	Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум
	<i>ОПК-1.3 Владеть: методами естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</i>	Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	<i>ОПК-2.1 Знать: методы экспериментальных исследований и основные приемы обработки и представления полученных данных;</i>	Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум

	<p><i>ОПК-2.2</i> <i>Уметь:</i> Самостоятельно проводить экспериментальные исследования и обработать полученные данные;</p>	<p>Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум</p>
	<p><i>ОПК-2.3</i> <i>Владеть:</i> <i>методами</i> экспериментальных исследований и обработки полученных данных</p>	<p>Устный опрос Тестирование Контрольная работа Коллоквиум</p>

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Тематика вопросов для экзамена, для контрольных работ, устного опроса, коллоквиума

1. Понятие о кристалле, кристаллическом веществе и кристаллографии. Кристаллическое вещество. Основные свойства кристалла.
2. Кристалл и кристаллическое вещество. Кристаллография. Кристаллизация. Производство кристаллов.
3. Закон постоянства двугранных углов в кристаллах. Методы измерения кристаллов.
4. вычисления кристаллов. Отклонения от закона постоянства углов.
5. Симметрия кристаллов. Понятие о симметрии. Элементы симметрии. Сложение элементов симметрии.
6. Виды симметрии. Схема вывода 32 видов симметрии. Систематика видов симметрии.
7. Формы кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы низших сингоний.
8. Простые формы средних сингоний. Простые формы кубической сингонии.
9. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.
10. Закон целых чисел и аналитические методы описания кристаллических многогранников. Открытие закона целых чисел в кристаллографии.
11. Кристаллографические символы. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.
12. Кристаллическая решетка. Понятие кристаллической решетки. Кристаллический многогранник и решетка кристалла.
13. Трансляция. Плоские сетки решетки. 14 решеток Бравэ.
14. Теория структуры кристаллов Е.С. Федорова. Краткие сведения о теории. Федоровские группы симметрии.
15. Экспериментальная проверка геометрической теории кристаллов. Рентгеноструктурный анализ.
16. Первые определения атомных структур кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Кристалл как дифракционная решетка.
17. Методика определения параметров и типа решетки. Методика определения пространственных групп симметрии.
18. Определение положения атомов в кристаллической решетке.
19. Гармонический метод рентгеноструктурного анализа.
20. Результаты первых рентгеноструктурных исследований кристаллов. Три простейшие кристаллические структуры чистых металлов.

21. Число атомов, приходящихся на одну ячейку структуры. Число правильных систем точек в структуре.
22. Структура кристалла и структурный тип. Структура алмаза и графита.
23. Простейшие структуры соединений типа AX. Координационное число и координационный многогранник.
24. Простейшие структуры типа AX₂ и A₂X. Классификация структур по координационным числам. Структуры с параметрами и без параметров.
25. Вычисления межатомных расстояний и валентных углов в структурах. Структура кристалла, кристаллическая решетка и правильная система точек. Основные выводы, сделанные на основании первых определений структур кристаллов.
26. Факторы, определяющие структуру кристаллов. Установление различных типов химической связи. Гетеродесмические и гомодесмические структуры.
27. Эффективные радиусы ионов. Определение ионных и атомных радиусов. Ионные радиусы химических элементов.
28. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами.
29. Поляризация ионов. Зависимость размеров атомов и ионов от координационных чисел.
30. Структурный тип перовскита. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов (правило Гольдшмидта).
31. Теория плотнейших шаровых упаковок. Гексагональная и кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках.
32. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Кубическая плотнейшая шаровая упаковка.
33. Федоровские группы симметрии гексагональных шаровых упаковок. Элементы симметрии плотнейших шаровых упаковок.
34. Правильные системы точек в плотнейших шаровых упаковках. Метод изображения типов с помощью многогранников. Структуры из тетраэдров и октаэдров. Структуры со сложными координационными многогранниками.
35. Типы химических связей в кристаллах. Ионная связь.
36. Элементарные представления о ковалентной связи. Физические основы ковалентной связи. Ковалентная связь в молекулах и кристаллах.
37. Металлическая связь. Остаточная связь. Промежуточные типы связи.
38. Изоморфизм и полиморфизм. Структурная классификация типов полиморфизма.
39. Условия, необходимые для проявления изоморфизма. Предел изоморфной замещимости.
40. Морфотропия и полиморфизм. Влияние изотопного состава на кристаллическую структуру.
41. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Изоморфизм с заполнением пространства.
42. Твердые растворы второго рода. Структура внедрения. Твердые растворы вычитания.
43. Дефектные структуры. Структуры с дробным количеством атомов в элементарной ячейке. Внутренние твердые растворы. Автоизоморфные вещества.
44. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от строения кристаллов. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах.
45. Электрические свойства. Оптические свойства. Ковкость металлов. Спайность.
46. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения. Твердость и температура плавления.
47. Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Растворимость.
48. Строение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл.
49. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Дислокация.
50. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.

Зачетный билет содержит два вопроса. Каждый вопрос оценивается максимум до 15 баллов.

Пример зачетного билета по дисциплине «Кристаллографии»:

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Кристаллография»: 3 семестр

Направление/Специальность 22.03.01 Материаловедение и технология материалов
Профиль/Программа/Специализация _____

1. Кристаллическое вещество. Основные свойства кристалла.
2. Рентгеноструктурный анализ.

Заведующий кафедрой _____ / Шаяхметов У.Ш./
(подпись) (Ф.И.О.)

Критерии оценки для зачета (в баллах):

- **17-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы или допущены небольшие неточности. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок или допущены несущественные ошибки;

- **1-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий или свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Шкала перевода оценок:

- зачтено - от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- не зачтено - менее 60 баллов.

Контрольная работа содержит 2 вопроса.

Пример контрольной работы

1. Понятие кристаллической решетки.
2. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла.

Критерии оценивания контрольных работ

Каждый вопрос контрольной работы оценивается по 5-ти балльной системе.

- **5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **3 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании

основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-2 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Тестовые задания содержат 25 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Пример тестовых заданий

Выберите правильную форму записи закона Вульфа-Брегга.

- А) $2d\sin\theta=n\lambda$;
- Б) $d\sin\theta=n\lambda$;
- В) $d\sin^2\theta=n\lambda$;
- Г) $2d\sin\theta=n$.

Необходимыми условиями изоморфизма являются

- А) близость размеров замещающих друг друга частиц;
- Б) сохранение типа химической связи;
- В) одинаковые знаки зарядов замещающих друг друга компонентов;
- Г) симметрия кристаллов.

Критерии оценки при тестировании:

0 баллов ставится на данный вопрос теста, если ответ не правильный.

1 балл ставится на данный вопрос теста, если ответ правильный.

Оценки приводятся в 15-ти балльную систему

Критерии оценивания при устном опросе и для коллоквиума

- **10 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **8 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

- **5-6 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971 г.-400с.

Дополнительная литература:

1. Бокий Г.Б. Введение в кристаллохимию. М.:Изд-во МГУ, 1954 г.-490 с.

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

А). Ресурсы Интернет.

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань». — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

Б). Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)

1. Батаев, И. А. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 60 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/118115>>
2. Яльцев, В. Н. Практикум по физической кристаллографии : учебное пособие / В. Н. Яльцев, В. И. Скрытный. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 88 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/75923>>
3. Косенко, Н. Ф. Кристаллография и кристаллохимия : учебное пособие / Н. Ф. Косенко. — Иваново : ИГХТУ, 2017. — 240 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/107401>>

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
--	--------------------	--

1	2	3
<i>Аудитория 401</i>	<i>Лекции, семинарские занятия</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.</i>
<i>Компьютерный класс 403</i>	<i>Компьютерное тестирование</i>	<i>Компьютеры, имеющие связь с системой контроля качества обучения.</i>
Аудитория 401	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 401	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	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.
Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Кристаллография** на 3 семестр
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	68,2
Лекций	32
практических/ семинарских	36
Лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (РС)	59,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52

Форма(ы) контроля:
 зачет _____ 3 _____ 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	СЗ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Модуль 1 Понятие о кристалле, кристаллическом веществе и кристаллографии. Кристаллическое вещество. Основные свойства кристалла. Кристалл и кристаллическое вещество. Кристаллография. Кристаллизация. Производство кристаллов.	2		2	4	[1]: гл. 1, §1-4	[1]: гл. 1, § 6	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
2.	Закон постоянства двугранных углов в кристаллах. Методы измерения кристаллов. Методы вычисления кристаллов. Отклонения от закона постоянства углов.	2		2	4	[1]: гл. 2, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
3.	Симметрия кристаллов. Понятие о симметрии. Элементы симметрии. Сложение элементов симметрии. Виды симметрии. Схема вывода 32 видов симметрии. Систематика видов симметрии.	2		3	4	[1]: гл. 3, §1-5	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
4.	Формы кристаллических многогранников. Понятие простой	2		2	4	[1]: гл. 4, §1-5	[1]: гл. 4, §6	Устный опрос Контрольная

	формы. Простые формы низших сингоний. Простые формы средних сингоний. Простые формы кубической сингонии. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.							работа Тестирование
5.	Закон целых чисел и аналитические методы описания кристаллических многогранников. Открытие закона целых чисел в кристаллографии. Кристаллографические символы. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.	2		2	4	[1]: гл. 5, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
6.	Кристаллическая решетка. Понятие кристаллической решетки. Кристаллический многогранник и решетка кристалла. Трансляция. Плоские сетки решетки. 14 решеток Бравэ.	2		2	4	[1]: гл. 6, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
7.	Теория структуры кристаллов Е.С. Федорова. Краткие сведения о теории. Федоровские группы симметрии.	2		2	4	[1]: гл. 4, §1, 2	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
8.	Экспериментальная проверка геометрической теории кристаллов. Рентгеноструктурный анализ. Первые определения атомных структур кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Кристалл как дифракционная решетка. Методика определения параметров и типа решетки. Методика определения пространственных групп	3		3	4	[1]: гл. 8, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	симметрии. Определение положения атомов в кристаллической решетке. Гармонический метод рентгеноструктурного анализа.							
9.	<p>Модуль 2</p> <p>Результаты первых рентгеноструктурных исследований кристаллов. Три простейшие кристаллические структуры чистых металлов. Число атомов, приходящихся на одну ячейку структуры. Число правильных систем точек в структуре. Структура кристалла и структурный тип. Структура алмаза и графита. Простейшие структуры соединений типа AX. Координационное число и координационный многогранник. Простейшие структуры типа AX₂ и A₂X. Классификация структур по координационным числам. Структуры с параметрами и без параметров. Вычисления межатомных расстояний и валентных углов в структурах. Структура кристалла, кристаллическая решетка и правильная система точек. Основные выводы, сделанные на основании первых определений структур кристаллов.</p>	3		3	4	[1]: гл. 9, §1-12	[1]: гл. 9, §13	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
10.	Факторы, определяющие структуру кристаллов. Установление различных типов химической связи.	2		3	4	[1]: гл. 10, §1-12	Изучить лекционный материал,	Устный опрос Контрольная работа

	<p>Гетеродесмические и гомодесмические структуры. Эффективные радиусы ионов. Определение ионных и атомных радиусов. Ионные радиусы химических элементов. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Поляризация ионов. Зависимость размеров атомов и ионов от координационных чисел. Структурный тип перовскита. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов (правило Гольдшмидта).</p>						рекомендуемую литературу	Тестирование
11.	<p>Теория плотнейших шаровых упаковок. Гексагональная и кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Кубическая плотнейшая шаровая упаковка. Федоровские группы симметрии гексагональных шаровых упаковок. Элементы симметрии плотнейших шаровых упаковок. Правильные системы точек в плотнейших шаровых упаковках. Метод изображения типов с помощью многогранников. Структуры из тетраэдров и октаэдров. Структуры со сложными координационными</p>	2		3	4	[1]: гл. 11, §1-3, 4-7, 9	[1]: гл. 11, §10	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	многогранниками.							
12.	Типы химических связей в кристаллах. Ионная связь. Элементарные представления о ковалентной связи. Физические основы ковалентной связи. Ковалентная связь в молекулах и кристаллах. Металлическая связь. Остаточная связь. Промежуточные типы связи.	2		2	4	[1]: гл. 12, §1-7	[1]: гл. 12, §8	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
13.	Изоморфизм и полиморфизм. Структурная классификация типов полиморфизма. Условия, необходимые для проявления изоморфизма. Предел изоморфной замещимости. Морфотропия и полиморфизм. Влияние изотопного состава на кристаллическую структуру. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Изоморфизм с заполнением пространства. Твердые растворы второго рода. Структура внедрения. Твердые растворы вычитания. Дефектные структуры. Структуры с дробным количеством атомов в элементарной ячейке. Внутренние твердые растворы. Автоизоморфные вещества.	2		3	4	[1]: гл. 13, §5-14	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
14.	Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от строения кристаллов. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа	2		2	4	[1]: гл. 15, §1-10	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	химической связи в кристаллах. Электрические свойства. Оптические свойства. Ковкость металлов. Спайность. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения. Твердость и температура плавления. Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Растворимость.							
15.	Строение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Дислокация. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.	2		2	3,8	[1]: гл. 16, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
	Всего часов:	32		36	59,8			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Кристаллография** на 5 семестр

(наименование дисциплины)

очно-заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	58,2
Лекций	26
практических/ семинарских	32
Лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (РС)	69,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52

Форма(ы) контроля:

зачет _____ 5 _____ 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	СЗ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Модуль 1 Понятие о кристалле, кристаллическом веществе и кристаллографии. Кристаллическое вещество. Основные свойства кристалла. Кристалл и кристаллическое вещество. Кристаллография. Кристаллизация. Производство кристаллов.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 1, §1-4	[1]: гл. 1, § 6	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
2.	Закон постоянства двугранных углов в кристаллах. Методы измерения кристаллов. Методы вычисления кристаллов. Отклонения от закона постоянства углов.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 2, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
3.	Симметрия кристаллов. Понятие о симметрии. Элементы симметрии. Сложение элементов симметрии. Виды симметрии. Схема вывода 32 видов симметрии. Систематика видов симметрии.	2,5		2	4,5	[1]: гл. 3, §1-5	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

4.	Формы кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы низших сингоний. Простые формы средних сингоний. Простые формы кубической сингонии. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 4, §1-5	[1]: гл. 4, §6	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
5.	Закон целых чисел и аналитические методы описания кристаллических многогранников. Открытие закона целых чисел в кристаллографии. Кристаллографические символы. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 5, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
6.	Кристаллическая решетка. Понятие кристаллической решетки. Кристаллический многогранник и решетка кристалла. Трансляция. Плоские сетки решетки. 14 решеток Бравэ.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 6, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
7.	Теория структуры кристаллов Е.С. Федорова. Краткие сведения о теории. Федоровские группы симметрии.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 4, §1, 2	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
8.	Экспериментальная проверка геометрической теории кристаллов. Рентгеноструктурный анализ. Первые определения атомных структур кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Кристалл как	1,5		2	4,5	[1]: гл. 8, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	дифракционная решетка. Методика определения параметров и типа решетки. Методика определения пространственных групп симметрии. Определение положения атомов в кристаллической решетке. Гармонический метод рентгеноструктурного анализа.							
9.	<p>Модуль 2</p> <p>Результаты первых рентгеноструктурных исследований кристаллов. Три простейшие кристаллические структуры чистых металлов. Число атомов, приходящихся на одну ячейку структуры. Число правильных систем точек в структуре. Структура кристалла и структурный тип. Структура алмаза и графита. Простейшие структуры соединений типа AX. Координационное число и координационный многогранник. Простейшие структуры типа AX₂ и A₂X. Классификация структур по координационным числам. Структуры с параметрами и без параметров. Вычисления межатомных расстояний и валентных углов в структурах. Структура кристалла, кристаллическая решетка и правильная система точек.</p>	2,5		3	5,8	[1]: гл. 9, §1-12	[1]: гл. 9, §13	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	Основные выводы, сделанные на основании первых определений структур кристаллов.							
10.	Факторы, определяющие структуру кристаллов. Установление различных типов химической связи. Гетеродесмические и гомодесмические структуры. Эффективные радиусы ионов. Определение ионных и атомных радиусов. Ионные радиусы химических элементов. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Поляризация ионов. Зависимость размеров атомов и ионов от координационных чисел. Структурный тип перовскита. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов (правило Гольдшмидта).	2,5		2	5,5	[1]: гл. 10, §1-12	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
11.	Теория плотнейших шаровых упаковок. Гексагональная и кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Кубическая плотнейшая шаровая упаковка. Федоровские группы симметрии гексагональных шаровых упаковок. Элементы	1,5		2	4,5	[1]: гл. 11, §1-3, 4-7, 9	[1]: гл. 11, §10	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	<p>симметрии плотнейших шаровых упаковок. Правильные системы точек в плотнейших шаровых упаковках. Метод изображения типов с помощью многогранников. Структуры из тетраэдров и октаэдров. Структуры со сложными координационными многогранниками.</p>							
12.	<p>Типы химических связей в кристаллах. Ионная связь. Элементарные представления о ковалентной связи. Физические основы ковалентной связи. Ковалентная связь в молекулах и кристаллах. Металлическая связь. Остаточная связь. Промежуточные типы связи.</p>	1,5		2	4,5	[1]: гл. 12, §1-7	[1]: гл. 12, §8	<p>Устный опрос Контрольная работа Тестирование</p>
13.	<p>Изоморфизм и полиморфизм. Структурная классификация типов полиморфизма. Условия, необходимые для проявления изоморфизма. Предел изоморфной замещимости. Морфотропия и полиморфизм. Влияние изотопного состава на кристаллическую структуру. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Изоморфизм с заполнением пространства. Твердые растворы второго рода. Структура внедрения. Твердые растворы вычитания. Дефектные структуры. Структуры с</p>	1,5		3	4,5	[1]: гл. 13, §5-14	<p>Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа Тестирование</p>

	дробным количеством атомов в элементарной ячейке. Внутренние твердые растворы. Автоизоморфные вещества.							
14.	Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от строения кристаллов. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах. Электрические свойства. Оптические свойства. Ковкость металлов. Спайность. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения. Твердость и температура плавления. Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Растворимость.	2		2	4,5	[1]: гл. 15, §1-10	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
15.	Строение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Дислокация. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.	1,5		2	4,5	[1]: гл. 16, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
	Всего часов:	26		32	69,8			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Кристаллография** на 3 курс на зимнюю сессию
(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	26,2
Лекций	12
практических/ семинарских	14
Лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (РС)	101,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52

Форма(ы) контроля:

зачет _____ 5 _____ 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	СЗ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Модуль 1 Понятие о кристалле, кристаллическом веществе и кристаллографии. Кристаллическое вещество. Основные свойства кристалла. Кристалл и кристаллическое вещество. Кристаллография. Кристаллизация. Производство кристаллов.	1		1	6,5	[1]: гл. 1, §1-4	[1]: гл. 1, § 6	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
2.	Закон постоянства двугранных углов в кристаллах. Методы измерения кристаллов. Методы вычисления кристаллов. Отклонения от закона постоянства углов.	1		1	6,5	[1]: гл. 2, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
3.	Симметрия кристаллов. Понятие о симметрии. Элементы симметрии. Сложение элементов симметрии. Виды симметрии. Схема вывода 32 видов симметрии. Систематика видов симметрии.	1		1	6,5	[1]: гл. 3, §1-5	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

4.	Формы кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы низших сингоний. Простые формы средних сингоний. Простые формы кубической сингонии. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.	1		1	6,5	[1]: гл. 4, §1-5	[1]: гл. 4, §6	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
5.	Закон целых чисел и аналитические методы описания кристаллических многогранников. Открытие закона целых чисел в кристаллографии. Кристаллографические символы. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.	1		1	6,5	[1]: гл. 5, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
6.	Кристаллическая решетка. Понятие кристаллической решетки. Кристаллический многогранник и решетка кристалла. Трансляция. Плоские сетки решетки. 14 решеток Бравэ.	1		1	6,5	[1]: гл. 6, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
7.	Теория структуры кристаллов Е.С. Федорова. Краткие сведения о теории. Федоровские группы симметрии.			1	6,5	[1]: гл. 4, §1, 2	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
8.	Экспериментальная проверка геометрической теории кристаллов. Рентгеноструктурный анализ. Первые определения атомных структур кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Кристалл как	1			8,8	[1]: гл. 8, §1-6	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	дифракционная решетка. Методика определения параметров и типа решетки. Методика определения пространственных групп симметрии. Определение положения атомов в кристаллической решетке. Гармонический метод рентгеноструктурного анализа.							
9.	<p>Модуль 2</p> <p>Результаты первых рентгеноструктурных исследований кристаллов. Три простейшие кристаллические структуры чистых металлов. Число атомов, приходящихся на одну ячейку структуры. Число правильных систем точек в структуре. Структура кристалла и структурный тип. Структура алмаза и графита. Простейшие структуры соединений типа AX. Координационное число и координационный многогранник. Простейшие структуры типа AX₂ и A₂X. Классификация структур по координационным числам. Структуры с параметрами и без параметров. Вычисления межатомных расстояний и валентных углов в структурах. Структура кристалла, кристаллическая решетка и правильная система точек.</p>	1		1	6,5	[1]: гл. 9, §1-12	[1]: гл. 9, §13	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	Основные выводы, сделанные на основании первых определений структур кристаллов.							
10.	<p>Факторы, определяющие структуру кристаллов. Установление различных типов химической связи. Гетеродесмические и гомодесмические структуры. Эффективные радиусы ионов. Определение ионных и атомных радиусов. Ионные радиусы химических элементов. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Поляризация ионов. Зависимость размеров атомов и ионов от координационных чисел. Структурный тип перовскита. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов (правило Гольдшмидта).</p>	1		1	7,5	[1]: гл. 10, §1-12	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
11.	<p>Теория плотнейших шаровых упаковок. Гексагональная и кубическая плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Кубическая плотнейшая шаровая упаковка. Федоровские группы симметрии гексагональных шаровых упаковок. Элементы</p>	1		1	6,5	[1]: гл. 11, §1-3, 4-7, 9	[1]: гл. 11, §10	Устный опрос Контрольная работа Тестирование

	<p>симметрии плотнейших шаровых упаковок. Правильные системы точек в плотнейших шаровых упаковках. Метод изображения типов с помощью многогранников. Структуры из тетраэдров и октаэдров. Структуры со сложными координационными многогранниками.</p>							
12.	<p>Типы химических связей в кристаллах. Ионная связь. Элементарные представления о ковалентной связи. Физические основы ковалентной связи. Ковалентная связь в молекулах и кристаллах. Металлическая связь. Остаточная связь. Промежуточные типы связи.</p>			1	7,5	[1]: гл. 12, §1-7	[1]: гл. 12, §8	<p>Устный опрос Контрольная работа Тестирование</p>
13.	<p>Изоморфизм и полиморфизм. Структурная классификация типов полиморфизма. Условия, необходимые для проявления изоморфизма. Предел изоморфной замещимости. Морфотропия и полиморфизм. Влияние изотопного состава на кристаллическую структуру. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Изоморфизм с заполнением пространства. Твердые растворы второго рода. Структура внедрения. Твердые растворы вычитания. Дефектные структуры. Структуры с</p>	1		1	6,5	[1]: гл. 13, §5-14	<p>Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа Тестирование</p>

	дробным количеством атомов в элементарной ячейке. Внутренние твердые растворы. Автоизоморфные вещества.							
14.	Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от строения кристаллов. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах. Электрические свойства. Оптические свойства. Ковкость металлов. Спайность. Коэффициенты механического сжатия и термического расширения. Твердость и температура плавления. Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Растворимость.	1		1	6,5	[1]: гл. 15, §1-10	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
15.	Строение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Дислокация. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.	1		1	6,5	[1]: гл. 16, §1-4	Изучить лекционный материал, рекомендуемую литературу	Устный опрос Контрольная работа Тестирование
	Всего часов:	12		14	101,8			

Рейтинг – план дисциплины

Кристаллография

специальность 22.03.01 Материаловедение и технология материалов
курс 2, семестр 3

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
Контрольная работа	10	1	0	10
Коллоквиум или устный опрос	10	1	0	10
Рубежный контроль				
Тестирование	15	1	0	15
Итого	35			
Модуль 2				
Текущий контроль				
Контрольная работа	10	1	0	10
Коллоквиум или устный опрос	10	1	0	10
Рубежный контроль				
Тестирование	15	1	0	15
Итого	35			
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
экзамен				30
ИТОГО за семестр по видам контроля:	Текущий контроль. Контрольная работа, коллоквиум или устный опрос – 40 баллов Всего по текущему контролю – 40 баллов (40% общей рейтинговой оценки) Рубежный контроль. тестирование – 30 баллов. Всего по рубежному контролю – 30 баллов			