

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Симметрия кристаллов Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Марисов М.А.

**Рецензент(ы):**

Мухамедшин И.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6146418

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший научный сотрудник, к.н. Марисов М.А. НИЛ магнитной радиоспектроскопии и квантовой электроники им. С.А. Альтшулера Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии , Mikhail.Marisov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Симметрия кристаллов" является изучение закономерностей свойств объектов, общие закономерности, связывающие симметрию и свойства кристаллов, получение знаний об основных методах описания кристаллических структур, кристаллохимических закономерностях строения кристаллов, практических навыков использования данных о симметрии кристаллов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина "Симметрия кристаллов" относится к профессиональному циклу. Она имеет как фундаментальное, так и прикладное значение в системе радиофизического образования. Эта дисциплина связана со следующими дисциплинами: оптика, магнитный резонанс, рост кристаллов, материаловедение, кристаллография.

Освоение дисциплины "Симметрия кристаллов" необходимо для теоретической и практической подготовки по другим дисциплинам: основы теории оптических спектров и спектров магнитного резонанса, физика конденсированных сред.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
пк-1	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач;
пк-2	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.
ок- 3	способностью к постановке цели и выбору путей ее достижения, настойчивость в достижении цели
ок- 8	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ок-10	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ок-12	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

методы описания кристаллических многогранников и кристаллографических структур, включая определение точечных и пространственных групп симметрии

2. должен уметь:

строить проекции реальных кристаллических структур, используя литературные данные

3. должен владеть:

знаниями об основных кристаллохимических закономерностях и их связи со структурой кристалла

4. должен демонстрировать способность и готовность:

строить проекции реальных кристаллических структур, используя литературные данные

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Лекция 1 Введение. Понятие симметрия Роль симметрии в природе, науке и технике. Кристаллография	6	1	1	0	1	
2.	Тема 2. Лекция 2 Определение элементов симметрии кристаллических многогранников	6	2	1	0	1	Устный опрос
3.	Тема 3. Лекция 3 Координатные системы для описания кристаллических многогранников.	6	3	1	0	1	Устный опрос
4.	Тема 4. Лекция 4 Методы построения проекций кристаллических многогранников и их элементов симметрии	6	4	1	0	1	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Лекция 5 Определение классов симметрии (точечных групп симметрии).	6	5	1	0	1	Устный опрос
6.	Тема 6. Лекция 6 Обозначение классов симметрии	6	6	1	0	1	Устный опрос
7.	Тема 7. Лекция 7 Методы индексирования граней и ребер кристаллических многогранников	6	7	1	0	1	Устный опрос
8.	Тема 8. Лекция 8 Простые формы и зоны в кристаллических многогранниках	6	8	1	0	1	Контрольная работа Устный опрос
9.	Тема 9. Лекция 9 Описание элементарной ячейки кристаллической структуры.	6	9	1	0	1	Устный опрос
10.	Тема 10. Лекция 10 Определение трансляций, плоскостей скользящего отражения и винтовых осей симметрии в кристаллах	6	10	1	0	1	Устный опрос
11.	Тема 11. Лекция 11 Решетки Браве. Пространственные группы симметрии кристаллической структуры.	6	11	1	0	1	Устный опрос
12.	Тема 12. Лекция 12 Символы пространственных групп.	6	12	1	0	1	Устный опрос
13.	Тема 13. Лекция 13 Правильные системы точек. Базис кристаллической структуры.	6	13	1	0	1	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Лекция 14 Символы атомных плоскостей и рядов в кристаллических структурах. Атомные и ионные радиусы.	6	14	1	0	1	Устный опрос
15.	Тема 15. Лекция 15 Описание кристаллических структур с помощью теории плотнейших шаровых упаковок, метод координационных многогранников.	6	15	1	0	1	Устный опрос
16.	Тема 16. Лекция 16 Структурные типы кристаллов.	6	16	1	0	1	Контрольная работа Устный опрос
17.	Тема 17. Лекция 17 Построение проекций кристаллических структур.	6	17	1	0	1	
18.	Тема 18. Лекция 18 Построение проекций кристаллических структур.	6	18	1	0	1	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			18	0	18	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Лекция 1 Введение. Понятие симметрия Роль симметрии в природе, науке и технике. Кристаллография**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Общее представление о симметрии. Примеры, встречающиеся в природе, технике, искусстве.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Определение элементов симметрии предметов и явлений наиболее часто встречающихся в природе

**Тема 2. Лекция 2 Определение элементов симметрии кристаллических многогранников**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Понятие об элементах симметрии. Взаимодействие элементов симметрии. Примеры симметричных кристаллических многогранников

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Нахождение элементов симметрии моделей многогранников

**Тема 3. Лекция 3 Координатные системы для описания кристаллических многогранников.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Полярная система координат. Специальная система координат. Сингония. Соотношения между полярными координатами граней, связанных элементами симметрии.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Нахождение полярных координат граней, связанных элементами симметрии.

**Тема 4. Лекция 4 Методы построения проекций кристаллических многогранников и их элементов симметрии**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Гномоническая проекция.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение стереографической проекции элементов симметрии куба

**Тема 5. Лекция 5 Определение классов симметрии (точечных групп симметрии).**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Класс симметрии. Обозначение классов симметрии. Координатные и диагональные элементы симметрии, их запись в символе класса симметрии.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Составление формулы симметрии кристаллических многогранников. Формирование международных символов классов симметрии

**Тема 6. Лекция 6 Обозначение классов симметрии**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Порядок формирования символа точечной группы симметрии. Основные правила.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Примеры обозначения классов симметрии кристаллических структур средней и высшей сингонии.

**Тема 7. Лекция 7 Методы индцирования граней и ребер кристаллических многогранников**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Параметры и индексы граней кристалла. Символ грани и ребра кристалла. Методы определения символов граней и ребер кристалла.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Определение индексов грани при известных индексах лежащих в ней ребер. Определение индексов ребра по известным индексам пересекающихся граней

**Тема 8. Лекция 8 Простые формы и зоны в кристаллических многогранниках**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Простые формы в кристаллических многогранниках. Определение и образование названий простых форм. Обозначение.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Обозначение совокупности граней образующих простые формы на стереографической проекции

**Тема 9. Лекция 9 Описание элементарной ячейки кристаллической структуры.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки. Число структурных единиц. Число формульных единиц.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Описание элементарной ячейки наиболее распространенных кристаллических структур

**Тема 10. Лекция 10 Определение трансляций, плоскостей скользящего отражения и винтовых осей симметрии в кристаллах**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Трансляционные элементы симметрии. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси симметрии

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Примеры действия трансляционных элементов симметрии

**Тема 11. Лекция 11 Решетки Браве. Пространственные группы симметрии кристаллической структуры.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Виды решеток Браве. Главные направления в кристаллах разных сингоний.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Примеры пространственных групп симметрии наиболее широко применяющихся кристаллов

**Тема 12. Лекция 12 Символы пространственных групп.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Правила записи символа пространственной группы симметрии.

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Определения совокупности элементов симметрии и их взаимного расположения по известному символу пространственной группы симметрии

**Тема 13. Лекция 13 Правильные системы точек. Базис кристаллической структуры.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Понятие правильной системы точек. Кратность правильной системы точек. Теоремы взаимодействия трансляционных элементов симметрии. Базис кристаллической структуры

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Примеры частной и общей правильных систем точек.

**Тема 14. Лекция 14 Символы атомных плоскостей и рядов в кристаллических структурах. Атомные и ионные радиусы.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Понятие атомного и ионного радиусов. Координационное число. Связь Координационных многогранников с ионными радиусами ионов

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Определение координационного окружения ионов различного типа в кристаллах перовскита.

**Тема 15. Лекция 15 Описание кристаллических структур с помощью теории плотнейших шаровых упаковок, метод координационных многогранников.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Плотнейшая шаровая упаковка. Виды плотнейших шаровых упаковок. Виды и размеры пустот в плотнейших шаровых упаковках

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Определение типа плотнейших шаровых упаковок и характера заполнения пустот в структурах широко используемых минералов.

**Тема 16. Лекция 16 Структурные типы кристаллов.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Понятие структурного типа. Изоморфизм. Твердые растворы

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Описание основных структурных типов

**Тема 17. Лекция 17 Построение проекций кристаллических структур.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Алгоритмы построения проекций кристаллических структур. Рекомендации

**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение проекции кристаллической структуры флюорита. Обозначение элементов симметрии на проекции.

**Тема 18. Лекция 18 Построение проекций кристаллических структур.**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Алгоритмы построения проекций кристаллических структур. Рекомендации



**лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Построение проекции кристаллической структуры алмаза. Обозначение элементов симметрии на проекции.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Лекция 2 Определение элементов симметрии кристаллических многогранников	6	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Лекция 3 Координатные системы для описания кристаллических многогранников.	6	3	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Лекция 4 Методы построения проекций кристаллических многогранников и их элементов симметрии	6	4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Лекция 5 Определение классов симметрии (точечных групп симметрии).	6	5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Лекция 6 Обозначение классов симметрии	6	6	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
7.	Тема 7. Лекция 7 Методы индентирования граней и ребер кристаллических многогранников	6	7	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
8.	Тема 8. Лекция 8 Простые формы и зоны в кристаллических многогранниках	6	8	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Лекция 9 Описание элементарной ячейки кристаллической структуры.	6	9	подготовка к устному опросу	3	устный опрос

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Лекция 10 Определение трансляций, плоскостей скользящего отражения и винтовых осей симметрии в кристаллах	6	10	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
11.	Тема 11. Лекция 11 Решетки Браве. Пространственные группы симметрии кристаллической структуры.	6	11	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
12.	Тема 12. Лекция 12 Символы пространственных групп.	6	12	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
13.	Тема 13. Лекция 13 Правильные системы точек. Базис кристаллической структуры.	6	13	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
14.	Тема 14. Лекция 14 Символы атомных плоскостей и рядов в кристаллических структурах. Атомные и ионные радиусы.	6	14	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
15.	Тема 15. Лекция 15 Описание кристаллических структур с помощью теории плотнейших шаровых упаковок, метод координационных многогранников.	6	15	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
16.	Тема 16. Лекция 16 Структурные типы кристаллов.	6	16	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
Итого					36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций возможных для реальных кристаллических веществ. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Для более наглядного представления студентам различных типов кристаллических структур используется программный пакет "Balls & Sticks ([http://www.toycrate.org/bs/download/bs\\_download.html](http://www.toycrate.org/bs/download/bs_download.html))" и интернет ресурс "Crystallography Open Database (<http://www.crystallography.net/>)"

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Лекция 1 Введение. Понятие симметрия Роль симметрии в природе, науке и технике. Кристаллография**

зачет

### **Тема 2. Лекция 2 Определение элементов симметрии кристаллических многогранников**

устный опрос , примерные вопросы:

Общее представление о симметрии. Примеры, встречающиеся в природе, технике, искусстве.

### **Тема 3. Лекция 3 Координатные системы для описания кристаллических многогранников.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие об элементах симметрии. Взаимодействие элементов симметрии. Примеры симметричных кристаллических многогранников

### **Тема 4. Лекция 4 Методы построения проекций кристаллических многогранников и их элементов симметрии**

устный опрос , примерные вопросы:

Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Гномоническая проекция.

### **Тема 5. Лекция 5 Определение классов симметрии (точечных групп симметрии).**

устный опрос , примерные вопросы:

Класс симметрии. Обозначение классов симметрии. Координатные и диагональные элементы симметрии, их запись в символе класса симметрии.

### **Тема 6. Лекция 6 Обозначение классов симметрии**

устный опрос , примерные вопросы:

Порядок формирования символа точечной группы симметрии. Основные правила.

### **Тема 7. Лекция 7 Методы индексирования граней и ребер кристаллических многогранников**

устный опрос , примерные вопросы:

Параметры и индексы граней кристалла. Символ грани и ребра кристалла. Методы определения символов граней и ребер кристалла.

### **Тема 8. Лекция 8 Простые формы и зоны в кристаллических многогранниках**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Понятие об элементах симметрии. Нахождение элементов симметрии моделей многогранников 2. Полярная система координат. Нахождение полярных координат граней, связанных элементами симметрии. 3. Построение стереографической проекции элементов симметрии куба 4. Класс симметрии. Обозначение классов симметрии. Составление формулы симметрии кристаллических многогранников. 5. Методы определения символов граней и ребер кристалла. 6. Простые формы в кристаллических многогранниках. Определение и образование названий простых форм 7. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки.

устный опрос , примерные вопросы:

Простые формы в кристаллических многогранниках. Определение и образование названий простых форм. Обозначение

#### **Тема 9. Лекция 9 Описание элементарной ячейки кристаллической структуры.**

устный опрос , примерные вопросы:

Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки. Число структурных единиц. Число формульных единиц.

#### **Тема 10. Лекция 10 Определение трансляций, плоскостей скользящего отражения и винтовых осей симметрии в кристаллах**

устный опрос , примерные вопросы:

Трансляционные элементы симметрии. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси симметрии

#### **Тема 11. Лекция 11 Решетки Браве. Пространственные группы симметрии кристаллической структуры.**

устный опрос , примерные вопросы:

Виды решеток Браве. Главные направления в кристаллах разных сингоний.

#### **Тема 12. Лекция 12 Символы пространственных групп.**

устный опрос , примерные вопросы:

Правила записи символа пространственной группы симметрии.

#### **Тема 13. Лекция 13 Правильные системы точек. Базис кристаллической структуры.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие правильной системы точек. Кратность правильной системы точек. Теоремы взаимодействия трансляционных элементов симметрии. Базис кристаллической структуры

#### **Тема 14. Лекция 14 Символы атомных плоскостей и рядов в кристаллических структурах. Атомные и ионные радиусы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие атомного и ионного радиусов. Координационное число. Связь Координационных многогранников с ионными радиусами ионов

#### **Тема 15. Лекция 15 Описание кристаллических структур с помощью теории плотнейших шаровых упаковок, метод координационных многогранников.**

устный опрос , примерные вопросы:

Плотнейшая шаровая упаковка. Виды плотнейших шаровых упаковок. Виды и размеры пустот в плотнейших шаровых упаковках

#### **Тема 16. Лекция 16 Структурные типы кристаллов.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Трансляционные элементы симметрии. 2. Виды решеток Браве. Главные направления в кристаллах разных сингоний. 3. Символы пространственных групп симметрии. Правила записи символа пространственной группы симметрии. 4. Правильная система точек. Теоремы взаимодействия трансляционных элементов симметрии. 5. Понятие атомного и ионного радиусов. Координационное число. 6. Плотнейшая шаровая упаковка. Виды плотнейших шаровых упаковок 7. Изоморфизм. Твердые растворы 8. Алгоритм построения проекций кристаллических структур.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие структурного типа. Изоморфизм. Твердые растворы

**Тема 17. Лекция 17 Построение проекций кристаллических структур.**

зачет

**Тема 18. Лекция 18 Построение проекций кристаллических структур.**

зачет

**Итоговая форма контроля**

зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Понятие об элементах симметрии. Взаимодействие элементов симметрии. Примеры симметричных кристаллических многогранников Нахождение элементов симметрии моделей многогранников
2. Полярная система координат. Специальная система координат. Сингония. Соотношения между полярными координатами граней, связанных элементами симметрии (Нахождение полярных координат граней, связанных элементами симметрии.)
3. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Гномоническая проекция. (Построение стереографической проекции элементов симметрии куба)
4. Класс симметрии. Обозначение классов симметрии. Координатные и диагональные элементы симметрии, их запись в символе класса симметрии. Составление формулы симметрии кристаллических многогранников. Формирование международных символов классов симметрии
5. Параметры и индексы граней кристалла. Символ грани и ребра кристалла. Методы определения символов граней и ребер кристалла.
6. Простые формы в кристаллических многогранниках. Определение и образование названий простых форм
7. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки. Число структурных единиц. Число формульных единиц.
8. Трансляционные элементы симметрии. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси симметрии
9. Виды решеток Браве. Главные направления в кристаллах разных сингоний.
10. Символы пространственных групп симметрии. Правила записи символа пространственной группы симметрии.
11. Понятие правильной системы точек. Кратность правильной системы точек. Теоремы взаимодействия трансляционных элементов симметрии. Базис кристаллической структуры
12. Понятие атомного и ионного радиусов. Координационное число. Связь Координационных многогранников с ионными радиусами ионов
13. Плотнейшая шаровая упаковка. Виды плотнейших шаровых упаковок. Виды и размеры пустот в плотнейших шаровых упаковках
14. Понятие структурного типа. Изоморфизм. Твердые растворы
15. Алгоритм построения проекций кристаллических структур.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (баллы набираемые в течении семестра).

В течение семестра результирующим контролем самостоятельной работы являются 2 контрольных работы, проводимые в середине и в конце семестра.

За правильное выполнение заданий каждой контрольной работы студент получает до 25 баллов. Максимальное количество баллов набранных за самостоятельную работу 50

Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать более 28 баллов.

6.2 Аттестация по итогам освоения дисциплины (баллы набираемые на экзамене).

На экзамене студент получает 2 вопроса из прилагаемого списка (приложение 1 стр 1). За ответы на каждый из вопросов он получает до 25 баллов. Результирующая оценка получается суммированием баллов, полученных в течение семестра и на экзамене.

Итоговой рейтинг складывается из суммы рейтинга за семестр и оценки, полученной на экзамене.

### 7.1. Основная литература:

1. Егоров -Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия Москва. 2005. - 589с.
2. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Основы кристаллографии. Физматлит, 2006 - 498 с.
3. Брагина, В. И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Брагина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2647-0. <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=492236>
4. Аникина, В. И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения [Электронный ресурс] : Практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-2195-6. <http://znaniium.com/bookread.php?book=441367>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Г.Б.Бокий. Кристаллохимия. М., МГУ, 1971
2. М.П.Шаскольская. Кристаллография. М., Высшая школа, 1984.
3. Современная кристаллография в 4-х томах под ред. Б.К.Вайнштейна. М., Наука, 1979
4. И.Нараи-Сабо. Неорганическая кристаллохимия. Будапешт, 1969
5. Т.Пенкаля Очерки кристаллохимии. Л., Химия, 1974
6. И.Харгиттаи, М.Харгиттаи. Симметрия глазами химика. М., Мир, 1989
7. И.С.Желудев. Симметрия и ее приложения. М., Энергоатомиздат, 1983
8. Ю.К.Егоров-Тименко, Г.П. Литвинская, Ю.Г. Загальская. Кристаллография. М., МГУ, 1992.
9. А.В.Шубников, В.А.Копцик. Симметрия в науке и искусстве. М., Наука, 1972
10. К.М.Розин, Э.Б.Гусев. Практическое руководство по кристаллографии и кристаллохимии. Методы описания кристаллических многогранников. М., Металлургия, 1982
11. К.М.Розин, Э.Б.Гусев. Практическое руководство по кристаллографии и кристаллохимии. Методы описания кристаллических структур. М., Металлургия, 1985
12. В.Е.Найш. Теория симметрии кристаллов. Екатеринбург, 1998
13. В.Е.Найш. Структура кристаллов. Екатеринбург, 1998
14. Х.Батти, А Принт. Минералогия для студентов. М., Мир, 2001
15. Л.К.Аминов. Теория симметрии. Казань, 1998.
16. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент / М. Д. Любалин. Санкт-Петербург : Наука, 2008. 390 с
17. Физическая химия кристаллов с дефектами : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Микроэлектроника и твердотел. электроника" и "Микросистем. техника" направления подгот. дипломиру. специалистов "Электроника и микроэлектроника" / Б.М. Синельников .? Москва : Высш. шк., 2005 .? 134 с

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Видео Раздел кристаллография и кристаллохимия - <http://video.yandex.ru/users/geolcom/collection/2/>

Данные о структуре кристаллов в базе данных Crystallography Open Database - <http://www.crystallography.net/>

Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов - <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>

МГУ каф. Кристаллографии и кристаллохимии - <http://cryst.geol.msu.ru/courses/>

Уральский федеральный университет Геометрическая кристаллография - <http://media.ls.urfu.ru/154/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Симметрия кристаллов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Мультимедийный комплекс для чтения лекций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Физика магнитных явлений .

Автор(ы):

Марисов М.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Мухамедшин И.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.