

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:35:40

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Практическая кристаллография

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 4

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
*кфмн, доцент, Диденко И.С.*

Рабочая программа

**Практическая кристаллография**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.03.01-БНМТ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	формирование компетенций в соответствии с учебным планом: научить использовать законы кристаллографии и кристаллохимии, теорию симметрии и метод кристаллографических проекций для описания и анализа внешней формы и структуры кристаллов; дать представление о структурах соединений с металлической, ионной и ковалентной связью, а также научить применять полученные знания в профессиональной деятельности
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математика	
2.1.2	Органическая химия	
2.1.3	Химия	
2.1.4	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Безопасность жизнедеятельности	
2.2.2	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.2.3	Общее материаловедение	
2.2.4	Статистическая физика	
2.2.5	Технология материалов нанoeлектроники и микросистемной техники	
2.2.6	Физика конденсированного состояния	
2.2.7	Физические свойства кристаллов	
2.2.8	Электроника	
2.2.9	Материаловедение наноструктурированных материалов	
2.2.10	Материалы и элементы микро- и наносенсорики	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Физика диэлектриков	
2.2.13	Физика магнитных явлений	
2.2.14	Физика полупроводников и основы твердотельной электроники	
2.2.15	Инженерная математика	
2.2.16	Конструкционные материалы и их технологии	
2.2.17	Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники	
2.2.18	Оборудование микро- и нанотехнологий	
2.2.19	Оборудование производства магнитных материалов	
2.2.20	Физические основы микро- и наносистемной техники	
2.2.21	Функциональные материалы и их технологии	
2.2.22	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.23	Магнитные измерения	
2.2.24	Моделирование и проектирование микро- и наносистем	
2.2.25	Основы спинтроники	
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.27	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.28	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.29	Химия наноматериалов и наносистем	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Основные понятия, термины и законы кристаллографии

<b>ПК-3: Способен обоснованно выбирать методы нанотехнологий с целью получения функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы для реализации устройств и систем нано- и микросистемной техники</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Методы и подходы современной кристаллографии и кристаллохимии
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Знать:</b>
УК-2-31 Международную кристаллографическую символику, характеристики внешних форм кристаллов и основных типов современных кристаллических атомных структур
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Использовать основные понятия, законы и методы кристаллографии и кристаллохимии для описания и обоснованного выбора характеристик структуры и состава, предназначенных для целей дальнейшего использования
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 Характеризовать и анализировать кристаллические многогранники и кристаллические структуры элементов и соединений, рассчитывать параметры кристаллических многогранников и структур
<b>ПК-3: Способен обоснованно выбирать методы нанотехнологий с целью получения функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы для реализации устройств и систем нано- и микросистемной техники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Навыками использования в исследованиях и расчетах методов и подходов кристаллографии и кристаллохимии к описанию и анализу внешней формы и структуры кристаллов
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Владеть:</b>
УК-2-В1 Навыками сбора, описания и интерпретации данных о кристаллических многогранниках и кристаллических структурах элементов и соединений

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Геометрическая кристаллография</b>							
1.1	Анизотропия и симметрия кристалла. Закон постоянства углов. /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ5	
1.2	Элементы симметрии многогранников. Основные теоремы взаимодействия элементов симметрии многогранников. /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ5	
1.3	Кристаллографические категории и сингонии. Точечные группы (классы) симметрии /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ5	
1.4	Кристаллографические системы координат. Правила установки кристаллов /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ5	

1.5	Закон целых чисел. Индицирование плоскостей и направлений в кристаллах. Метод косинусов /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	
1.6	Простые формы огранки кристалла. Зоны в кристаллах /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	
1.7	Контрольная работа № 1 /Пр/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
1.8	Построение стереографических и гномостереографических проекций направлений и плоскостей. Определение угловых расстояний с помощью сетки Вульфа /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568</a>	КМ5	P1
1.9	Определение точечной группы симметрии кристаллических многогранников. Проектирование стереографических проекций элементов симметрии и гномостереографических проекций граней многогранника /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568</a>	КМ5	P2
1.10	Индицирование плоскостей и направлений кристаллических многогранников /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568</a>	КМ5	P3
1.11	Определение простых форм и зон кристаллических многогранников /Лаб/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568</a>	КМ5	P4
1.12	1) Выполнение домашнего задания № 1 2) Подготовка к контрольной работе № 1 3) Подготовка к лабораторным работам 4) Тест № 1 /Ср/	4	27	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э3	<a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568">http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=8568</a>	КМ3	P10
<b>Раздел 2. Структурная кристаллография и основы кристаллохимии</b>								
2.1	Структура кристалла и пространственная решетка. Правила выбора элементарной ячейки кристаллической структуры. Системы трансляций Бравэ /Пр/	4	1	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	
2.2	Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии (ПГС). Международный символ ПГС /Пр/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	

2.3	Правильные системы точек. Международные кристаллографические таблицы. Базис кристаллической структуры. Координаты структурных единиц /Пр/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	
2.4	Типы химической связи в кристаллах. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа и многогранники. Плотнейшие шаровые упаковки /Пр/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	
2.5	Контрольная работа № 2 /Пр/	4	2	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ2	
2.6	Определение элементарной ячейки, системы трансляций Бравэ и стехиометрической формулы вещества /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	Р5
2.7	Определение пространственной группы симметрии кристаллической структуры /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	Р6
2.8	Определение правильных систем точек и координат структурных единиц с помощью Международных кристаллографических таблиц /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	Р7
2.9	Определение координационных чисел, координационных многогранников, и параметров плотнейшей шаровой упаковки /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	Р8
2.10	Кристаллографический и кристаллохимический анализ моделей кристаллических структур химических элементов и соединений с металлической, ионной и ковалентной связью /Лаб/	4	4	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ5	Р9
2.11	1) Выполнение домашнего задания № 2 2) Подготовка к контрольной работе № 2 3) Подготовка к лабораторным работам 4) Тест № 2 /Ср/	4	30	УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р11

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа № 1	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Определение характеристик и проектирование двух моделей кристаллических многогранников с соответствии с Планом описания модели кристаллического многогранника
КМ2	Контрольная работа № 2	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Определение характеристик модели кристаллической структуры с соответствии с Планом описания модели кристаллической структуры
КМ3	Тест № 1. Проводится в LMS Canvas	ОПК-1-31;ПК-3-31;УК-2-31	тест содержит 10 вопросов по темам раздела 1 "Геометрическая кристаллография" 1. Элементы симметрии многогранников 2. Основные теоремы взаимодействия элементов симметрии многогранников 3. Кристаллографические категории и сингонии 4. Точечные группы (классы) симметрии 5. Кристаллографические системы координат 6. Правила установки кристаллов 7. Индексирование плоскостей и направлений в кристаллах 8. Простые формы огранки кристалла 9. Зоны в кристаллах
КМ4	Тест № 2. Проводится в LMS Canvas	ОПК-1-31;ПК-3-31;УК-2-31	тест содержит 8 вопросов по темам раздела 1 "Структурная кристаллография и основы кристаллохимии" 1. Элементарная ячейка кристаллической структуры 2. Системы трансляций Бравэ 3. Стехиометрическая формула вещества 4. Элементы симметрии кристаллических структур 5. Пространственные группы симметрии (ПГС) 6. Международный символ ПГС 7. Правильные системы точек 9. Базис кристаллической структуры. Координаты структурных единиц 10. Координационные числа и многогранники 11. Плотнейшие шаровые упаковки

КМ5	Экзамен	УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анизотропия и симметрия кристаллов. Закон постоянства углов.</li> <li>2. Кристаллографические проекции. Стереографическая и гномостереографические проекции</li> <li>3. Определение угловых параметров кристалла с помощью сетки Вульфа</li> <li>4. Элементы симметрии кристаллических многогранников</li> <li>5. Основные теоремы взаимодействия элементов симметрии многогранников</li> <li>6. Кристаллографические категории и сингонии</li> <li>7. Точечные группы (классы) симметрии кристаллов</li> <li>8. Кристаллографические системы координат. Правила установки кристаллов</li> <li>9. Закон целых чисел. Индексы Миллера</li> <li>10. Индицирование плоскостей и направлений в кристаллах. Единичная грань</li> <li>11. Особенности индицирования кристаллов тетрагональной и ромбической сингоний</li> <li>12. Особенности индицирования кристаллов тригональной и гексагональной сингоний</li> <li>13. Простые формы огранки кристалла</li> <li>14. Зоны в кристаллах. Закон зон</li> <li>15. Структура кристалла и пространственная решетка</li> <li>16. Правила выбора элементарной ячейки кристаллической структуры</li> <li>17. Системы трансляций Бравэ</li> <li>18. Определение стехиометрической формулы вещества кристаллической структуры</li> <li>19. Элементы симметрии кристаллических структур</li> <li>20. Пространственные группы симметрии (ПГС). Международный символ ПГС</li> <li>21. Правильные системы точек</li> <li>22. Международные кристаллографические таблицы</li> <li>23. Базис кристаллической структуры. Координаты структурных единиц</li> <li>24. Типы химической связи в кристаллах. Атомные и ионные радиусы.</li> <li>25. Координационные числа и многогранники</li> <li>26. Плотнейшие шаровые упаковки</li> </ol>
-----	---------	---	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Лабораторная работа № 1	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;УК-2-31;ПК-3-В1	Построение стереографических и гномостереографических проекций направлений и плоскостей. Определение угловых расстояний с помощью сетки Вульфа
Р2	Лабораторная работа № 2	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;УК-2-31;ПК-3-В1	Определение точечной группы симметрии кристаллических многогранников. Проектирование стереографических проекций элементов симметрии и гномостереографических проекций граней многогранника
Р3	Лабораторная работа № 3	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;УК-2-31;ПК-3-В1	Индицирование плоскостей и направлений кристаллических многогранников
Р4	Лабораторная работа № 4	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31	Определение простых форм и зон кристаллических многогранников
Р5	Лабораторная работа № 5	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-В1;ОПК-1-У1;УК-2-31	Определение элементарной ячейки, системы трансляций Бравэ и стехиометрической формулы вещества
Р6	Лабораторная работа № 6	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Определение пространственной группы симметрии кристаллической структуры



P7	Лабораторная работа № 7	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Определение правильных систем точек и координат структурных единиц с помощью Международных кристаллографических таблиц
P8	Лабораторная работа № 8	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Определение координационных чисел, координационных многогранников, и параметров плотнейшей шаровой упаковки
P9	Лабораторная работа № 9	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1	Кристаллографический и кристаллохимический анализ моделей кристаллических структур химических элементов и соединений с металлической, ионной и ковалентной связью
P10	Домашнее задание № 1	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	<p>Содержит 15 заданий по разделу 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дополнить стереографический проекции элементов симметрии, используя теоремы о сложении элементов симметрии, и записать международный символ полученного класса симметрии.</li> <li>2. Записать развернутые формулы симметрии классов симметрии, заданных международными символами.</li> <li>3. Пользуясь сеткой Вульфа: <ol style="list-style-type: none"> <li>а) построить стереографическую проекцию элементов симметрии кубического класса симметрии в стандартной установке;</li> <li>б) построить гномостереографические проекции граней, заданных углами с осями координат;</li> <li>в) определить угол между гранями 1 и 2;</li> <li>г) определить полярные координаты нормалей указанных граней;</li> <li>д) построить проекцию зоны, к которой относятся грани 1 и 2.</li> </ol> </li> <li>4. Пользуясь методом косинусов, рассчитать символы граней</li> <li>5. Рассчитать символ зоны</li> <li>6. Рассчитать символы ребер между гранями</li> <li>7. Рассчитать направляющие косинусы и построить гномостереографические проекции плоскостей</li> <li>8. Построить стереографические проекции элементов симметрии ромбического класса симметрии и указать положение граней</li> <li>9. Найти «четырёхосные» символы граней гексагонального или тригонального кристалла по «трехосным»</li> <li>10. Пользуясь сеткой Вульфа: <ol style="list-style-type: none"> <li>а) построить стереографическую проекцию элементов симметрии гексагонального или тригонального класса симметрии;</li> <li>б) построить гномостереографические проекции граней по заданным полярным координатам;</li> <li>в) дополнить проекцию, используя элементы симметрии данного класса;</li> <li>г) рассчитать направляющие косинусы и проиндцировать все грани кристалла</li> </ol> </li> <li>11. Определить символы ребер грани (hkl) простой формы кубического кристалла и привести чертеж этой грани</li> <li>12. Определить символ грани кристалла, ограниченной заданными ребрами</li> <li>13. Определить несколько символов граней кубического кристалла, принадлежащих зоне с заданной осью и указать их на проекции.</li> <li>14. Привести пространственное положение плоскостей и направлений в кубическом кристалле.</li> <li>15. Привести пространственное положение плоскостей и направлений в гексагональном кристалле.</li> </ol>

P11	Домашнее задание № 2	УК-2-В1;УК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-В1;УК-2-31	Содержит 9 заданий по разделу 2: 1. Определить элементы симметрии, представленные на чертеже пространственной группы симметрии (ПГС) в Международных кристаллографических таблицах, их взаимное расположение и описать действие каждого из них. 2. Пользуясь Международными кристаллографическими таблицами, указать все ПГС, которые можно получить из заданной точечной группы симметрии. 3. Из какой точечной группы симметрии может быть получена заданная ПГС? 4. Указать сингонию и правила записи символа заданной ПГС. 5. Как изменится символ заданной ПГС ромбической сингонии, если изменить установку граней с XYZ на заданную? 6. Пользуясь Международными кристаллографическими таблицами, указать, как выбирается начало координат в заданной ПГС. 7. Пользуясь Международными кристаллографическими таблицами, по координатам заданной точки М рассчитайте координаты всех других точек, входящих в ту же правильную систему точек (ПСТ) и определите кратность полученной ПСТ. 8. Определить стехиометрию тройного соединения, если известно, что ионы сорта А образуют плотнейшую шаровую упаковку, ионы сорта В занимают часть тетраэдрических пустот (Т), а ионы сорта С занимают часть октаэдрических пустот (О). 9. Пользуясь справочной литературой и базами данных, описать заданный структурный тип
-----	----------------------	---	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет содержит 6 заданий по всем разделам дисциплины.

Экзаменационные билеты хранятся на кафедре.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка за экзамен:

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе;

«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но использует методы и правила, необходимые для решения конкретной поставленной задачи, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, не использует методы и правила, необходимые для решения конкретной поставленной задачи

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Розин К. М.	Практическая кристаллография: учеб. пособие для студ. вузов напр. 150700(651800)-Физическое материаловедение и 150100 (651300)-Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
ЛЗ.2	Диденко И. С., Гераськин В. В.	Кристаллофизика. Симметрия кристаллических многогранников: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Кристаллография	<a href="https://lms.misis.ru/">https://lms.misis.ru/</a>
Э2	Interactive 3D Chemistry Animation	<a href="https://www.chemtube3d.com/">https://www.chemtube3d.com/</a>
Э3	International Union of CRYSTALLOGRAPHY	<a href="http://www.iucr.org/resources/data">http://www.iucr.org/resources/data</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	International Union of CRYSTALLOGRAPHY: <a href="http://www.iucr.org/resources/data">http://www.iucr.org/resources/data</a>
-----	---

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-521	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
К-521	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данной дисциплины работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется путем индивидуального опроса студентов во время практических и лабораторных занятий, проведения двух письменных контрольных работ, двух домашних заданий и двух тестов.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения лабораторных занятий, контрольных работ и тестов, а также график выдачи и сдачи домашних заданий.

При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.