Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 25.09.2023 15:15:44
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Кристаллография

Закреплена за подразделением Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки 03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144
в том числе:
аудиторные занятия 51
самостоятельная работа 57
часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**4 (2.2)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	34	34	34	34
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, ведущий эксперт, Дьяконова Наталья Павловна;старший преподаватель, Захарова Елена Александровна

Рабочая программа
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 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФЗ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании
Кафедра физического материаловедения

Протокол от 18.04.2023 г., №8-04

Руководитель подразделения А.Г.Савченко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Сформировать компетенции в соответствие с учебным планом, а также научить использовать теорию симметрии и метод кристаллографических проекций для описания и анализа структуры кристаллов; дать представление о структурах металлов и сплавов, соединений с металлической, ионной и ковалентной связью, о материалах с аморфной и квазикристаллической атомными структурами, а также научить применять полученные знания в профессиональной деятельности

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Математика
2.1.2	Органическая химия
2.1.3	Информатика
2.1.4	Химия
2.1.5	Инженерная и компьютерная графика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.2.2	Линейная алгебра
2.2.3	Методы исследования материалов
2.2.4	Методы контроля и анализа веществ
2.2.5	Теория поверхностных явлений
2.2.6	Теория функций комплексных переменных
2.2.7	Техника физико-химического эксперимента
2.2.8	Фазовые равновесия и структурообразование
2.2.9	Электродинамика
2.2.10	Анализ данных
2.2.11	Высшая математика. Спецглавы.
2.2.12	Квантовая механика
2.2.13	Машинное обучение
2.2.14	Методы обработки статистических данных (анализ данных)
2.2.15	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.2.16	Научно-исследовательская работа
2.2.17	Научно-исследовательская работа
2.2.18	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.19	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.20	Физика поверхности
2.2.21	Введение в физику полупроводников
2.2.22	Введение в физику твердого тела
2.2.23	Квантовая механика. Спецглавы.
2.2.24	Компьютерные методы в физике
2.2.25	Методы физико-химических исследований
2.2.26	Нелинейная физика
2.2.27	Оформление результатов научной деятельности
2.2.28	Специальный физический практикум
2.2.29	Статистическая физика
2.2.30	Строение некристаллических систем
2.2.31	Теория химической связи
2.2.32	Термодинамика металлических растворов
2.2.33	Физика конденсированного состояния
2.2.34	Физические свойства твердых тел
2.2.35	Квантовые вычисления
2.2.36	Методы вычислительной физики
2.2.37	Нормы и правила оформления ВКР

2.2.38	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.39	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.40	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.41	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.42	Статистические расчеты равновесий
2.2.43	Теоретическая нанофотоника
2.2.44	Термодинамика неравновесных процессов
2.2.45	Термодинамика сложных систем
2.2.46	Физика низкоразмерных систем
2.2.47	Фотоника

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-З2 Знать основные законы кристаллохимии и принципы кристаллофизики

ОПК-1-З1 Основные законы кристаллографии, элементы симметрии континуума и дисконтинуума; действие элементов симметрии кристаллических структур

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-2-З1 принципы исследования кристаллической структуры материала

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-З3 Основные классификации кристаллических структур, характеристики основных типов современных кристаллических и квазикристаллических атомных структур.

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

УК-1-З1 основные и перспективные направления развития кристаллографии

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-2-У1 рассчитывать параметры конкретных кристаллических структур, в том числе, с использованием компьютерных программ;

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-1-У2 характеризовать и анализировать структуры элементов, соединений, аморфных фаз и квазикристаллов;

ОПК-1-У1 использовать математический аппарат кристаллографии

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Уметь:

УК-1-У2 использовать основные понятия и закономерности кристаллографии и кристаллохимии для обоснованного выбора характеристик структуры и состава, стехиометрии фаз, в том числе, аморфных и квазикристаллических, предназначаемых для целей дальнейшего использования;
УК-1-У1 пользоваться справочной литературой.
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования
Владеть:
ОПК-2-В1 Навыками исследования сложных кристаллических структур и структур с отсутствием трансляционной симметрии.
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:
УК-1-В1 навыками сбора данных, в том числе, из международных баз, и поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах: о пространственной группе и структурном типе конкретной фазы для представления по ним ее симметрии и кристаллохимических характеристик.
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками сбора данных, в том числе, из международных баз, и поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах: о пространственной группе и структурном типе конкретной фазы для представления по ним ее симметрии и кристаллохимических характеристик.

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
	Раздел 1. Геометрическая кристаллография							
1.1	Понятие кристалла. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Элементы симметрии многогранников (континуума)Теоремы сложения элементов симметрии многогранников. Определяющие элементы симметрии. Правила установки кристаллов /Лек/	4	3	УК-1-З1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1			
1.2	Точечные группы (классы) симметрии. Принцип вывода 32 классов симметрии Главные направления. /Лек/	4	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Элементы симметрии кристаллических структур (дисконтинуума). Системы трансляций Бравэ. Базис. /Лек/	4	2	УК-1-З1 ОПК-1-З1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э4 Э5			
1.4	Пространственные группы симметрии.Правильные системы точек. Международные кристаллографические таблицы. /Лек/	4	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.5	Кристаллографические проекции /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2			Р1

1.6	Индексы плоскостей и направлений. Межплоскостное расстояние, совокупность плоскостей. Кристаллографические зоны, условие зональности. /Лаб/	4	4	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2,Р10
1.7	Стандартные проекции, принцип их построения. /Лаб/	4	2		Л1.1Л2.1 Л2.2			Р3
1.8	Определение класса симметрии по моделям многогранников. /Лаб/	4	4	ОПК-2-З1	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ2	Р4
1.9	Выбор элементарной ячейки кристаллических структур. Определение периодов решетки и осевых углов. Определение системы трансляций Бравэ. Определение пространственной группы симметрии по моделям кристалла. Определение базиса кристаллической структуры и правильных систем точек с помощью Международных кристаллографических таблиц /Лаб/	4	8	ОПК-2-З1	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ3	Р5
1.10	Подготовка к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ по разделу "Геометрическая кристаллография" /Ср/	4	10	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2			
1.11	Подготовка к контрольной работе №1 Тема: Кристаллографические проекции. Индексы плоскостей и направлений. /Ср/	4	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ1	
1.12	Выполнение домашнего задания 1 Тема: Геометрическая кристаллография. /Ср/	4	8	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-З1	Л1.1Л2.1 Л2.2			Р10
1.13	Подготовка к контрольной работе №2 Тема: Классы симметрии. Пространственные группы. Базис. /Ср/	4	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ3	
	Раздел 2. Основы кристаллохимии							
2.1	Типы химической связи в кристаллах. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа и многогранники. Плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот (пор) и мотивы их заполнения. Типичные плоские сетки. /Лек/	4	2	УК-1-З1 ОПК-1-З2 ОПК-1-З3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э4 Э5			

2.2	Структурный тип. Стандартная информация о структурном типе. Классификация структурных типов. Основные структуры химических элементов. Основные структуры соединений с металлической, ионной и ковалентной связью /Лек/	4	2	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-З2 ОПК-1-З3 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4 Э5			
2.3	Анализ основных структурных типов металлических элементов (А!, А2, А3,) /Лаб/	4	2	УК-1-У1 ОПК-2-З1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э4 Э5			Р6
2.4	Кристаллографический и кристаллохимический анализ моделей кристаллических структур химических элементов и соединений с металлической, ионной и ковалентной связью. /Лаб/	4	6	УК-1-У1 ОПК-1-З2 ОПК-1-З3 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э3 Э4 Э5			Р7
2.5	Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ по разделу "Основы кристаллохимии" /Ср/	4	2	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2			
2.6	Выполнение домашнего задания №2 Тема: Кристаллохимический анализ модели. /Ср/	4	8	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э4 Э5			Р11
	Раздел 3. Основы кристаллофизики							
3.1	Элементы кристаллофизики. /Лек/	4	2	УК-1-З1 ОПК-1-З2	Л1.1Л2.1 Э1			
3.2	Принцип суперпозиции Кюри. Изменение симметрии кристалла в результате внешних воздействий. /Лаб/	4	4	УК-1-З1 ОПК-1-З2 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1		КМ4	Р8
3.3	Подготовка к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ по разделу "Основы кристаллофизики" /Ср/	4	2	УК-1-В1 ОПК-1-З2 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
3.4	Подготовка к контрольной работе №3. Тема: Основы кристаллохимии и кристаллофизики. /Ср/	4	2	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-З2 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
	Раздел 4. Основные характеристики структур с полным или частичным отсутствием трансляционной симметрии							
4.1	Аморфные твердые тела. Нанокристаллы. Квазикристаллы. Жидкие кристаллы /Лек/	4	2	ОПК-1-З3 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
4.2	Описание структуры аморфных тел. /Лаб/	4	2	УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3.1			Р9

4.3	Подготовка к лабораторной работе "Описание структуры аморфных тел" /Ср/	4	1	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3.1			
4.4	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	4	20	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-З2 ОПК-1-З3 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-З1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э3 Э4 Э5		КМ5	

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 «Кристаллографические проекции. Индексы плоскостей и направлений»	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;УК-1-У1	1 Опишите принцип построения кристаллографических проекций? 2 Какие бывают комплексы? 3 Как получить гномостереографическую проекцию? 4 Как получить стереографическою проекцию? 5 Изобразите ГСП куба. 6 Что такое индексы плоскости? 7 Что такое индексы направления? 8 Дайте определение совокупности плоскостей. 9 Дайте определение зоне плоскостей. 10 Как рассчитать межплоскостное расстояние для заданной сингонии? 11 Напишите условие зональности. 12 Какие кристаллические системы Вы знаете? 13 Какие сингонии относятся к высшей, средней и низшей категориям? 14 Что такое стандартные проекции? 15 Для кристаллов каких сингоний можно построить стандартные проекции? 16 Укажите соотношения трансляций и углов для заданной сингонии. 17 Изобразите элементарную ячейку кристалла заданной сингонии? 18 Сколько плоскостей в совокупности для кристалла кубической сингонии? 19 Что произойдет с совокупностью, в случае понижения симметрии? 20 Как посчитать угол между двумя плоскостями?
КМ2	Тест "Теоремы сложения элементов симметрии"	ОПК-1-З1	Теоремы сложения элементов симметрии континуума

КМ3	Контрольная работа 2 «Внешнее и внутреннее строение кристалла»	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-2-З1;ОПК-2-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	1 Что такое класс симметрии? 2 Как правильно записать пространственную группу? 3 Перечислите элементы симметрии континуума. 4 Что такое определяющий элемент симметрии? 5 Как действует заданный элемент симметрии? 6 Теоремы сложения элементов симметрии. 7 Укажите правила установки кристалла заданной сингонии. 8 Перечислите элементы симметрии дисконтинуума? 9 Главные направления. 10 Что такое базис? 11 Как правильно записать базис? 12 Как посчитать количество атомов на элементарную ячейку? 13 Что такое формула симметрии? 14 Что такое эпюра? 15 Как построить эпюру данного класса? 16 Какие типы решеток Бравэ Вы знаете? 17 Перечислите элементы симметрии со скольжением? 18 Перечислите элементы симметрии, не содержащие трансляций? 19 Какое положение точки на эпюре называется частным? 20 Какое положение точки на эпюре называется общим? 21 Перечислите принципы выбора элементарной ячейки. 22 Что такое правильная система точек? 23 Что такое кратность? 24 Как посчитать кратность элемента структуры?
КМ4	Контрольная работа 3 «Основы кристаллохимии и кристаллофизики»	ОПК-1-З2;ОПК-1-З3;ОПК-2-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;УК-1-У1;УК-1-У2	1 Какие типы химической связи бывают в кристаллах? 2 Что такое координационное число? 3 Что такое координационный полиэдр? 4 Как посчитать координационное число в структуре? 5 Какие типы пустот бывают? 6 Какие упаковки называются плотнейшими? 7 Какие типы пустот бывают в плотнейших упаковках? 8 Как посчитать количество пор в структуре? 9 Что такое структурный тип? 10 Классификация структурных типов. 11 Опишите структурный тип (A1, A2, A3, B1, B2, C1) 12 От чего зависит радиус атома? 13 Как посчитать радиус атома в заданной структуре? 14 Что такое предел устойчивости структуры? 15 Как посчитать объём элементарной ячейки? 16 Что показывает коэффициент заполнения? 17 Как посчитать коэффициент компактности? 18 Как правильно записать Пирсон код. 19 Как изменится симметрия кристалла после внешнего воздействия?

КМ5	Экзамен	ОПК-2-З1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-З2;ОПК-1-З3;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;УК-1-З1;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1	Индексы плоскостей и направлений; Зона плоскостей, уравнение зональности; Межплоскостное расстояние, совокупность плоскостей; Элементарная ячейка; Категория, сингония, кристаллическая система; Элементы симметрии внешней формы кристалла (континуума); Определяющие элементы симметрии; Правила установки кристаллов; Теоремы сложения элементов симметрии; Понятие класса симметрии (точечная группа); Главные направления кристалла; Системы трансляций Бравэ; Особенности элементов симметрии внутреннего строения кристаллов; Пространственные группы, правильные системы точек; Понятие базиса; Плотнейшие шаровые упаковки; Типы пустот (пор) и мотивы их заполнения; Типы химической связи в кристаллах; Атомные и ионные радиусы; Координационные числа и многогранники; Идеальная плотность заполнения; Стандартная информация о структурном типе. Классификация структурных типов; Структурный тип (знать А1, А2, А3, В1, В2); Размерный фактор; Пирсон символ код; Элементы кристаллофизики; Предельные группы симметрии; Проекции кристаллов (СП, ГСП). Комплексы (полярный, кристаллический) Примеры задач: Достроить эпюру, определить класс симметрии. По базису изобразить эл.ячейку. По пространственной группе определить сингонию кристалла Определить стехиометрию кристалла, зная количество и тип занимаемых пор. Как изменится симметрия кристалла в результате внешнего воздействия?

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 Кристаллографические проекции	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1	Стериографические и гномостериографические проекции. Принципы их построения. Решение задач с использованием сетки Вульфа.
Р2	Лабораторная работа 2 Основные понятия и математический аппарат кристаллографии	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Индексы плоскостей и направлений. Межплоскостное расстояние, совокупность плоскостей. Кристаллографические зоны, условие зональности.
Р3	Лабораторная работа 3 Стандартные проекции.	ОПК-1-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Построение стандартной проекции для кристалла кубической сингонии с заданной осью проекции.
Р4	Лабораторная работа 4 Классы симметрии.	ОПК-1-З1;ОПК-2-З1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1	Определение класса симметрии по моделям многогранников (низшая/средняя категория + высшая категория)

Р5	Лабораторная работа 5 Пространственные группы	ОПК-1-З1;ОПК-1-У2;ОПК-2-З1;ОПК-2-У1;УК-1-У1	Выбор элементарной ячейки кристаллических структур. Определение периодов решетки и осевых углов. Определение системы трансляций Бравэ. Определение пространственной группы симметрии по моделям кристалла. Определение базиса кристаллической структуры и правильных систем точек с помощью Международных кристаллографических таблиц
Р6	Лабораторная работа 6 Основные структурные типы металлов.	ОПК-1-З2;ОПК-1-З3;ОПК-2-З1;ОПК-2-У1	Анализ основных структурных типов металлических элементов (А!, А2, А3,)
Р7	Лабораторная работа 7 Кристаллохимический анализ моделей кристаллических структур.	ОПК-1-З1;ОПК-1-З2;ОПК-1-З3;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Кристаллографический и кристаллохимический анализ моделей кристаллических структур химических элементов и соединений с металлической, ионной и ковалентной связью. Определение типа связи, коэффициента заполнения, типа и колличества пор, слойности, устойчивости структуры.
Р8	Лабораторная работа 8 Основы кристаллофизики	ОПК-1-З2;ОПК-1-У1;УК-1-У1;УК-1-З1	Принцип суперпозиции Кюри. Изменение симметрии кристалла в результате внешних воздействий.
Р9	Лабораторная работа 9 Описание структуры аморфных тел.	ОПК-1-У2	С помощью двухмерного моделирования описать струкруру вещеста, находящегося в аморфном состоянии. Рассчитать степень ближнего порядка.
Р10	Домашнее задание 1 Геометрическая кристаллография	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1	Решение задач по геомертрической кристаллографии
Р11	Домашнее задание 2 Кристаллографический и кристаллохимический разбор модели	ОПК-1-З1;ОПК-1-З2;ОПК-1-З3;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	По модели кристаллической решетки провести кристаллографический и кристаллохимический анализ.

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

Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса и задачу. Примеры вопросов в разделе: вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену.

Пример экзаменационного билета приведен в приложении.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.
Оценка «хорошо» - обучающийся 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 мате-риал.
Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы
Оценка «неявка» – обучающийся не явился на экзамен.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: практ. рук. по рентгенографии, электронографии и электрон. микроскопии металлов, полупроводников и диэлектриков: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1970
Л1.3	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: приложения: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1970

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984
Л2.2	Новиков И. И., Розин К. М.	Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.3	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

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ягодкин Ю. Д., Свиридова Т. А.	Атомное строение фаз. Кристаллохимия твердых растворов и промежуточных фаз. Структура аморфных, квазикристаллических и нанокристаллических материалов: курс лекций для студ. спец. - 'Физика металлов' и 'Наноматериалы'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY	http://elibrary.ru/
Э2	РЕСУРСЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА Springer Nano -ресурс содержит информацию о наноматериалах и наноустройствах	http://nano.nature.com/
Э3	International Centre for Diffraction Data	http://www.icdd.com/
Э4	Inorganic Crystal Structure Database:	http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html
Э5	International Union of CRYSTALLOGRAPHY:	http://www.iucr.org/resources/data

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft Office
П.4	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.5	ESET NOD32 Antivirus

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	International Union of CRYSTALLOGRAPHY: http://www.iucr.org/resources/data
И.2	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.3	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.4	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news

И.5	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.7	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.8	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.9	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов геометрической кристаллографии и кристаллохимии. Лабораторные работы нацелены на практическое изучение симметрии кристаллов, анализа структурных типов, построение кристаллографических проекций.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических и лабораторных занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование парка моделей структур и моделей внешней формы кристаллов.

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется путем индивидуального опроса студентов во время лабораторных занятий, проведения трех письменных контрольных работ и двух домашних заданий. Рекомендуется на каждом практическом занятии и лабораторной работе проводить экспресс опрос с целью установления усвояемости дисциплины.

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

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации.