

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудачов Дмитрий Викторович
Должность: Директор Выксунского филиала НИТУ "МИСИС"
Дата подписания: 18.09.2026 13:01:32
Уникальный программный ключ:
619b0f17f7227a6c5a9c0ba0ba42f20ef21f066

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС»

Рабочая программа утверждена решением
Учёного совета ВФ НИТУ «МИСИС»
от «30» мая 2024г.
протокол № 7-24

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Кристаллофизика

Закреплена за кафедрой Направление подготовки Профиль Квалификация бакалавр Форма обучения заочная Общая трудоемкость 3 ЗЕТ Часов по учебному плану в том числе: аудиторные занятия самостоятельная работа	Естественно-научных дисциплин 22.03.02 Металлургия Обработка металлов давлением 108 Формы контроля в семестрах: зачет с оценкой 4 8 100
--	--

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Недель	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Итого ауд.	8	8	8	8
Контактная работа	8	8	8	8
Сам. работа	100	100	100	100
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.х.н., Доцент, Плехович С.Д.

Рабочая программа

Кристаллофизика

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 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-22 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Базовых дисциплин

Протокол от 20.05.2024 г., №9

И.о. зав.каф. БД Л.О. Мокрецова

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ						
1.1	- ознакомление с основными принципами строения важнейших классов кристаллических веществ					
1.2	- ознакомление с основными разделами структурной кристаллографии и кристаллохимии, необходимыми для современного химика или физика					
1.3	- изучение строения жидких кристаллов, кластеров, молекулярных комплексов, соединений, включений, координационных полимеров					
1.4	- формирование общих представлений о симметрии					
2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ						
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В					
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:					
2.1.1	Математика					
2.1.2	Физика					
2.1.3	Химия					
2.1.4	Начертательная геометрия и инженерная графика					
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:					
2.2.1	Основы технологических процессов пластической обработки и формовки					
2.2.2	Основы автоматизации процессов обработки металлов давлением					
2.2.3	Физические основы процессов пластической деформации					
2.2.4	Теплофизика и теплотехника					
2.2.5	Методы контроля и анализа веществ					
2.2.6	Термическая обработка металлопродукции					
2.2.7	Материаловедение					
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ						
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						
УК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов						
Знать:						
УК-1.3-33 основы анализа строения любых типов кристаллов и поиска трансляционных элементов симметрии, а также определения пространственных групп кристаллов						
УК-1.3-32 основы анализа электронного строения простых молекул;						
УК-1.3-31 важнейшие термины современной кристаллофизики;						
Уметь:						
УК-1.3-У2 определять точечную группу симметрии любого объекта, в том числе кристалла						
УК-1.3-У1 обнаруживать элементы симметрии в любых объектах;						
Владеть:						
УК-1.3-В2 навыками пользования современным кристаллохимическим программным обеспечением и поиска информации в важнейших банках структурных данных						
УК-1.3-В1 навыками формулирования выводов о потенциальных свойствах веществ на основе структурных данных и симметрии кристалла;						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Операции и элементы симметрии					
1.1	Основные понятия симметрии /Лек/	4	0,3	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

1.2	Элементы симметрии кристаллов /Пр/	4	0,3	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	10	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 2. Точечные группы симметрии					
2.1	Обозначение точечных групп симметрии кристаллов /Лек/	4	0,3	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Правила нахождения элементов симметрии кристаллов и определения точечной группы /Пр/	4	0,3	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	10	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 3. Пространственные группы симметрии					
3.1	Трансляции и кристаллическая решетка /Лек/	4	0,4	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Сингонии. Решетки Браве. Открытые элементы симметрии /Пр/	4	0,4	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	10	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 4. Примеры анализа структуры кристаллов					
4.1	Анализ структуры молекулярного кристалла /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Анализ структуры цепочечного кристалла /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	10	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 5. Важнейшие понятия кристаллохимии					
5.1	Изоморфизм, изоструктурность, изоточечность /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Принцип максимального заполнения пространства /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	10	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

	Раздел 6. Строение простых веществ и сплавов					
6.1	Неметаллы. Правило Юм-Розери /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.2	Металлы. Сплавы. Интерметаллиды /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	12	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 7. Строение химических соединений					
7.1	Структуры с заполнением октаэдрических пустот. Структуры с заполнением тетраэдрических пустот /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.2	Структуры с одновременным заполнением октаэдрических и тетраэдрических пустот /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	12	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 8. Валентные усилия и кристаллохимические формулы					
8.1	Валентные усилия связей. Правило Полинга /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.2	Координационные соединения и кристаллохимические формулы /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	4	12	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 9. Дополнительная информация о кристаллах					
9.1	Рентгеновская плотность вещества /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.2	Квазикристаллы и модулированные кристаллы. Алгоритм для определения точечных групп симметрии кристаллов /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.3	Самостоятельное изучение материала и подготовка к зачету /Ср/	4	14	УК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы для проведения зачета с оценкой:

1. История развития кристаллографических наук. Первые кристаллографические законы. Основные направления современной науки.
2. Кристаллическое вещество. Основные характеристики, отличающие его от аморфных тел.
3. Симметрия, операция симметрии, элемент симметрии.

4. Конгруэнтное и энантиоморфное равенство. Элементы симметрии, связывающие конгруэнтно равные и энантиоморфно равные фигуры.
5. Элементы симметрии первого рода – поворотные оси симметрии. Их характеристики. Основной закон кристаллографии. Элементы симметрии второго рода – зеркальная плоскость, центр симметрии.
6. Сложные элементы симметрии. Их взаимосвязь и реализация в кристаллическом веществе.
7. Осевая теорема Эйлера. Ее частные случаи. Доказательства.
8. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при выводе и вычерчивании графиков классов симметрии.
9. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при расшифровке символов Шенфлиса.
8. Использование теорем взаимодействия элементов симметрии при построении международных символов классов симметрии.
10. Сферическое, стереографическое и гномостереографическое проецирование кристаллов. Особенности каждого из них. Сферические координаты. Их использование при проецировании кристаллов. Примеры.
11. Использование сетки Вульфа при проецировании кристаллов. Задачи, решаемые с помощью этих сеток. Взаимосвязь стереографических и гномостереографических проекций граней и ребер кристаллов. Понятие «зона». Использование зон при проецировании кристаллов.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Формы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине:

- По разделу 1 – контрольная работа
- По разделу 2 – написание реферата
- По разделу 3 – устный опрос
- По разделу 4 – контрольная работа
- По разделу 5 – написание реферата
- По разделу 6 – письменное задание
- По разделу 7 – устный опрос
- По разделу 8 – тест
- По разделу 9 – контрольная работа

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

Экзамен не предусмотрен

По разделу 1 –

Темы контрольной работы:

1. Симметрия, симметричная фигура, операция симметрии, элемент симметрии.
2. Конгруэнтное и энантиоморфное равенство.
3. Элементы симметрии, связывающие конгруэнтно равные и энантиоморфно равные фигуры.

По разделу 2 –

Темы рефератов:

1. Привести примеры простых форм, встречающихся в кристаллах разной симметрии.
2. Обозначения точечных групп симметрии кристаллов.

По разделу 3 – устный опрос

Вопросы для устного опроса:

1. Пространственная симметрия атомной структуры кристаллов.
2. Основные элементы симметрии пространственных групп.

По разделу 4 – контрольная работа

Темы контрольной работы:

1. Привести примеры анализа структуры кристаллов.
2. Решетка Браве.

По разделу 5 – написание реферата

Темы рефератов:

1. Важнейшие понятия кристаллохимии: Атомно-кристаллическая структура,
2. Правильная система точек. Формульная единица

По разделу 6 – письменное задание

Варианты письменных заданий:

1. Строение простых веществ и сплавов.
2. Аллотропные модификации. Агрегатное состояние.

По разделу 7 – устный опрос

Вопросы для устного опроса:

1. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова.
2. Строение органических и неорганических соединений.

По разделу 8 – тест

Пример тестовых заданий:

1. Валентные усилия и кристаллохимические формулы. Валентные усилия связей.
2. Правило Полинга. Координационные соединения и кристаллохимические формулы.

По разделу 9 – контрольная работа

Темы контрольной работы:

1. Дополнительная информация о кристаллах.
2. Рентгеновская плотность вещества. Квазикристаллы и модулированные кристаллы.

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

Шкала оценивания зачета с оценкой

"Отлично" - Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на вопросы аттестующего преподавателя;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

"Хорошо" - Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- знание теоретического материала;
- развернутые ответы на поставленные вопросы;
- умение выполнять практические задания, но допускает незначительные неточности при выполнении;
- владение рекомендованной основной и дополнительной литературой

"Удовлетворительно" - Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;

- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- неуверенное владение рекомендованной литературой

"Неудовлетворительно" - Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание рекомендованной литературы

Методика оценивания:

Оценка «зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка «не зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены не в полном объеме, имеются недочеты в оформлении заданий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Розин К.М., Петраков В.С.	Кристаллофизика: Учебное пособие	Методические пособия	Москва, 2006
Л1.2	Егоров -Тисменко Ю.К Егоров -Тисменко Ю.К.	Кристаллография и кристаллохимия: учебник	Электронный каталог	Москва КДУ, 2010

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Малышева Т.Я.	Кристаллофизика, Минералогия природных процессов: Курс лекций	Методические пособия	Москва, 2005

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Николаев А.А.	Кристаллофизика минералов: Практикум	Методические пособия	Москва, 2009

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
Э1	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru	https://elibrary.ru
Э2	Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru	http://lib.misis.ru
Э3	ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru	http://biblioclub.ru
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Microsoft Office	
П.2	Microsoft Teams	
П.3	Canvas	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru	
И.2	Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru	
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru	
И.4	Российская платформа открытого образования http://openedu.ru	
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
16	Кристаллофизика	Ноутбук, проектор, экран, интерактивная доска
16/1	Кристаллофизика	комплект тематических презентаций, доступ к
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
Объем знаний, которые необходимо усвоить при изучении учебной дисциплины, определяется федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), который определяет государственные требования к минимуму содержания знаний и уровню подготовки выпускника по дисциплине. Образовательные результаты освоения дисциплины, соответствующие определенным компетенциям согласно ФГОС, приведены в начале настоящей программы. Содержание тем учебной дисциплины и тем практических занятий приведены в программе. Этим определяются минимальные знания, которые студент должен демонстрировать после изучения дисциплины. Итоговым контролем по дисциплине является зачет. Зачет проводится аудиторно по индивидуально заданным вопросам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия: систематически прорабатывать лекционный материал при подготовке к практическим занятиям; выполнить практические работы по всем темам дисциплины (выполнение практических работ предусматривает заполнение отчетов, которые составляются в электронном виде); защитить практические работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования		