Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра физики и методики преподавания физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.4.2 Дифракционный структурный анализ»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Физика наноматериалов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.4.2 Дифракционный структурный анализ*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра физики и методики преподавания физики
наименование кафедры

протокол № 7 от "20" 02 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра физики и методики преподавания физики А.Г. Четверикова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Зав.кафедрой ФиМПФ А.Г. Четверикова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика Чмерева Т.М. Чмерева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Зав. библиотекой С.А. Бекишиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Четверикова А.Г., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: *изучение теоретических основ рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа.*

Задачи:

- *ознакомление студентов с основными вопросами рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа;*
- *формирование умения и навыков практического использования достижений науки.*

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Молекулярная физика, Б1.Д.В.11 Введение в наноматериалы*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК*-1-В-1 Знает фундаментальные основы специализированных знаний в области радиоэлектроники, телекоммуникационных систем и антенных комплексов ПК*-1-В-2 Владеет специализированными знаниями в области физики и смежных естественнонаучных дисциплин ПК*-1-В-3 Умеет решать профессиональные задачи с применением специализированных физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования	**Знать:** основные понятия, закономерности, физическую суть метода дифракционного структурного анализа **Уметь:** выполнять лабораторные работы на основе приобретенных теоретических навыков и освоения методов работы на рентгеновском дифрактометре, пользоваться международной рентгенометрической картотекой, рентгенографическими определителями, электронной базой данных, **Владеть:** современной терминологией и знаниями о дифракционном

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		структурном анализе.
ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	**Знать:** физическую суть метода рентгеноструктурного анализа, методы рентгенофазового анализа в дифрактометрическом и фотографическом вариантах, устройство аппаратуры и камер для рентгеноструктурного анализа, этапы расшифровки структур методами рентгеноструктурного анализа **Уметь:** рассчитывать межплоскостные расстояния с использованием различных методов, интенсивности дифракционных максимумов, индицировать рентгенограмму и определять параметры элементарной ячейки, определять неизвестное вещество по рентгендифракционному спектру **Владеть:** методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Контактная работа:	**36,25**	**36,25**
Лекции (Л)	22	22
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения MOODLE;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**107,75**	**107,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Исторический обзор	10	2	-	-	8
2.	Физика рентгеновских лучей	10	2	-	-	8
3.	Основные понятия и элементы структурной кристаллографии	20	2	4	-	14
4.	Дифракция рентгеновских лучей при прохождении через кристалл	12	2	-	-	10
5.	Рассеяние регулярными и искаженными совокупностями атомов	12	2	-	-	10
6.	Методы дифракционного структурного анализа	22	4	2	-	14
7.	Рассеяние под малыми углами. Введение в физику малоуглового рассеяния	12	2	-	-	10
8.	Индицирование порошковых рентгенограмм.	14	2	2	-	12
9.	Прецизионное определение параметров элементарной ячейки.	12	2	2	-	8
10.	Качественный и количественный фазовый анализ	20	2	4	-	14
	Итого:	144	22	14		108
	Всего:	144	22	14		108

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. **Исторический обзор.** *Свойства Х-лучей, обнаруженные Рентгеном. Биография В.К. Рентгена. Нобелевские премии, связанные с рентгеновскими лучами.*
2. **Физика рентгеновских лучей.** *Волновая природа рентгеновских лучей. Спектр рентгеновского излучения.*
3. **Основные понятия и элементы структурной кристаллографии.** *Понятие и признаки кристалла. Пространственная решетка, обратная решетка. Решетки Бравэ. Примера кристаллических структур.*
4. **Дифракция рентгеновских лучей при прохождении через кристалл.** *Открытие дифракции рентгеновских лучей. Рентгеновская аппаратура.*

5. **Рассеяние регулярными и искаженными совокупностями атомов.** *Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Ослабление рентгеновского излучения.*
6. **Методы дифракционного структурного анализа.** *Классификация методов рентгеновской дифрактометрии. Метод Лауэ, метод порошка, метод вращения кристалла, возможности рентгеновской дифрактометрии.*
7. **Рассеяние под малыми углами.** *Введение в физику малоуглового рассеяния. Физические основы малоуглового рассеяния. Малоугловое рассеяние на жидкости со случайно распределёнными частицами одинаковой формы. Области применения малоуглового рассеяния. Метод малоуглового рассеяния*
8. **Индицирование порошковых рентгенограмм.** *Условия возникновения дифракционных максимумов. Присвоение дифракционным максимумам индексов Миллера (hkl).*
9. **Прецизионное определение параметров элементарной ячейки.** *Прецизионная область. Уменьшение погрешности с помощью точной экспериментальной техники.*
10. **Качественный и количественный фазовый анализ.** *Сборники дифракционных данных и работа с ними. Чувствительность метода. Методы количественного фазового анализа. Погрешности количественного фазового анализа.*

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	3	Основные понятия и элементы структурной кристаллографии.	4
3	6	Методы дифракционного структурного анализа	2
4	8	Индицирование порошковых рентгенограмм.	2
5	9	Прецизионное определение параметров элементарной ячейки	2
6-7	10	Качественный и количественный фазовый анализ. Полнопрофильный анализ рентгенограмм.	4
		Итого:	14

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кристаллофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 03.04.02 Физика и 04.04.01 Химия / В. Л. Бердинский, О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 8.51 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - 104 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32849_20170113.pdf - ISBN 978-5-7410-1619-0.

2. Физика твердого тела: кристаллическое строение, прочность, пластичность и разрушение [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, аспирантов, преподавателей вузов, а также инженеров и научных работников, специализирующихся в конкретных прикладных областях / Л. В. Шашкова, В. К. Шашкова, Э. А. Савченков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.69 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 223 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2659_20110923.pdf

5.2 Дополнительная литература

1. Рентгенографический и электронно-оптический анализ [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : МИСиС, 2002. - 360 с. - Прил.: с. 259-356. - Библиогр.: с. 357-358. - ISBN 5-87623-096-0.

3.

2. Проведение фазового анализа поликристаллических веществ на дифрактометре МД-10 ЭФА [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение, 27.03.03 Системный анализ и управление, 27.03.04 Управление в технических системах / Е. С. Козик, Е. В. Свиденко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. материаловедения и технологии материалов. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.20 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 14 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0

3. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра общего назначения. Фазовый анализ [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторной работе для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 150700.62 Машиностроение / Е. А. Шеин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. материаловедения и технологии материалов. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.72 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2013. - 26 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0.

5.3 Периодические издания

1. Радиотехника и электроника : журнал. - Москва : Российская академия наук, 2016. – 2023.

2. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки : журнал. – Пенза : Пензенский государственный университет, 2009. – 2021.

3. Металловедение и термическая обработка металлов – Москва : ООО "Фолиум", 2023. - 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://elementy.ru/lib/lections - Видеозаписи и текстовый материал публичных лекций известных ученых мира.

2. http://mipt.ru/ - сайт Московского физико-технического института (государственный университет).

3. http://www.imyanauki.ru/ - Ученые изобретатели России

4. https://universarium.org/catalog.ru/ - Он-лайн платформа: «Универсариум», Курсы, МООК: «Ключевые идеи физики».

5. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=615491

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС[1]

2. Пакет офисных приложений LibreOffice[2]

3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе

---

[1] Для Рабочих станций в редакции «Стандартная»

2 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.

в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe.

5. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.