

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 03.04.2025 14:25:40
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



О.Н. Медведева

«21» _____ мая _____ 2024 г.

Рабочая программа факультативной дисциплины (с аннотацией)
Специальные методы исследования структуры материалов

Направление подготовки

27.03.05 Инноватика

профиль

Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Семенова Е.М.

Тверь, 2024

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение методов исследования структуры материалов современными средствами с применением цифровых инструментов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение экспериментальных методов исследования мягких мод;
- радиоспектроскопические исследования;
- исследования эффекта Мессбауэра;
- эхо-спектроскопия;
- описание современного состояния достижений в области современных исследований твердых тел;
- подготовка студентов к изучению специальных обзоров и оригинальных работ по отдельным вопросам данной области знания.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Специальные методы исследования структуры материала» изучается в шестом семестре и является факультативной. Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Физика конденсированного состояния вещества», «Кристаллография», «Физика конденсированного состояния вещества».

Уровень начальной подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины: обучающийся должен иметь представление о строении и об основных свойствах конденсированных сред, знать материал общефизических и математических курсов в объеме программ, принятых на физико-техническом факультете, а также статистическую физику и квантовую механику в объеме обычных университетских курсов и основные понятия кристаллофизики.

3. Объем дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов, **в том числе контактная работа:** лекции 28 часа, практические занятия 28 часа; **самостоятельная работа:** 52 час.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	ОПК-1.2. Анализирует физические объекты и процессы используя положения, законы и методы естественных и технических наук ОПК-1.3. Осуществляет поиск и анализ информации в рамках поставленной задачи, используя знание положений, законов и методов физики

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет

6. Язык преподавания

русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа–наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Введение методы структурных исследования материалов.	5	2	2	6
Исследование механических свойств материалов.	9	4	4	8
Влияние структуры на электрические, магнитные и оптические свойства материалов.	10	6	6	8
Микроскопические методы исследования вещества	6	4	4	10
Рентгеновские методы исследования структуры материалов.	9	6	6	10
Спектроскопические методы исследования структуры материалов.	6	6	6	10
ИТОГО:	108	28	28	52

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение методы структурных исследования материалов.	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>
Исследование механических свойств материалов	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>

Влияние структуры на электрические, магнитные и оптические свойства материалов.	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>
Микроскопические методы исследования вещества	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>
Рентгеновские методы исследования структуры материалов.	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>
Спектроскопические методы исследования структуры материалов.	Лекция, практическое	<i>Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация) Дискуссионные технологии Дистанционные образовательные технологии</i>

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету

1. Общая характеристика структурных методов исследования материалов. Их особенности, возможности и границы применимости.
2. Устройство металлографических микроскопов. Назначение основных линз микроскопа. Аберрации линз и методы их устранения. Источники света в металлографических микроскопах.
3. Формирование оптического изображения поверхности шлифа. Основные методы микроскопического исследования: светлпольное, косое, темнопольное освещение; метод поляризованного света.
4. Подготовка образцов к металлографическому исследованию. Методы резки образцов, шлифовки, полировки и травления.
5. Количественная металлография, ее основные задачи и трудности. Принципы количественной металлографии. Принцип Кавальери-Акера.
6. Основные стереометрические соотношения. Методы определения относительного содержания фаз: анализ площадей, линейный метод, точечный метод. Распределение частиц по размеру. Определение размера зерна: сравнительный метод и метод средней длины пересекающего зерно отрезка.
7. Электронная микроскопия и ее физические основы. Типы электронных микроскопов. Электронные линзы. Устройство и основные характеристики электронных микроскопов просвечивающего типа. Физические основы получения изображения.
8. Методы подготовки образцов для просвечивающих электронных микроскопов. Метод реплик и их приготовление. Тонкие фольги для исследования на просвет и их приготовление.
9. Растровая электронная микроскопия и ее физические основы. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Принципиальная схема и характеристики растрового электронного микроскопа. Типы растровых электронных микроскопов, их устройство и основные характеристики.
10. Типы сканирующих зондовых микроскопов. Принципы работы и основные узлы сканирующих зондовых микроскопов. Методы сканирующей туннельной микроскопии. Изготовление зондов для сканирующих туннельных микроскопов.
11. Принципы работы и основные узлы атомно-силового микроскопа. Контактные и колебательные методики атомно-силовой микроскопии. Принцип работ и особенности магнитно-силовой микроскопии. Двухпроходные методики.

12. Виды, общие черты и отличия дифракционных методов. Условие Лауэ и Брэгга-Вульфа. Устройства для рентгеновского структурного анализа: рентгеновские трубки, камеры, гониометры, дифрактометры.
13. Экспериментальные методы рентгеновского структурного анализа: Лауэ; качания и вращения образца; рентгенгониометрические; Дебая-Шеррера; малоуглового рассеяния; рентгеновская топография.
14. Определение атомной структуры по данным дифракции рентгеновских лучей. Физические основы электронографии и особенности ее методов по сравнению с другими дифракционными методами.
15. Основные направления электронографии. Физические основы, области применения и экспериментальные методы нейтронографии.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Суворов, Э. В. Физические основы экспериментальных методов исследования реальной структуры кристаллов : учебное пособие / Э. В. Суворов ; составители «Металловедение и термическая. — Черноголовка : ИФТТ РАН, 2021. — 209 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181358>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766> .
3. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Марголин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>.
4. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2023> .
- 5.

б) Дополнительная литература:

1. Исаенкова, М. Г. Дифрактометрический фазовый анализ порошковых материалов : учебное пособие / М. Г. Исаенкова, О. А. Крымская, Ю. А. Перлович. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2019. — 85 с. — ISBN 978-5-7262-

- 2356-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126662>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В. Дифракционный анализ. — Минск: "Вышэйшая школа", 2011. — 215 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/65405?category_pk=925#book_name
 3. Алексеев П.А., Менушенков А.П. Нейтронные методы в физике конденсированного состояния. Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — 164 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75924?category_pk=925#book_name
 4. Гусев, А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 856 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2681> .

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Научная библиотека ТвГУ — <http://library.tversu.ru>;
- 2) Электронно-библиотечная система Znaniy.com — <http://znaniy.com/>
- 3) Электронная библиотека ЮРАЙТ — <https://biblio-online.ru/>
- 4) Электронно-библиотечная система IPRbooks — <http://www.iprbookshop.ru/>
- 5) Электронно-библиотечная система издательства «Лань» — <https://lanbook.com/>
- 6) Электронно-библиотечная система BOOK.ru — <https://www.book.ru/>
- 7) Научная электронная библиотека eLibrary.ru: <https://elibrary.ru/> ;
- 8) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» — <http://window.edu.ru>.

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Вопросы для подготовки к письменным опросам рейтингового контроля

Модуль №1

1. Общая характеристика структурных методов исследования материалов. Их особенности, возможности и границы применимости.
2. Устройство металлографических микроскопов.
3. Назначение основных линз микроскопа. Аберрации линз и методы их устранения.
4. Подготовка образцов к металлографическому исследованию. Методы резки образцов, шлифовки, полировки и травления.
5. Количественная металлография, ее основные задачи и трудности.

6. Принципы количественной металлографии. Принцип Кавальери-Акера.
7. Основные стереометрические соотношения.
8. Методы определения относительного содержания фаз: анализ площадей, линейный метод, точечный метод.
9. Распределение частиц по размеру.
10. Определение размера зерна: сравнительный метод и метод средней длины пересекающего зерно отрезка.

Модуль №2.

1. Электронная микроскопия и ее физические основы. Типы электронных микроскопов. Электронные линзы.
2. Устройство и основные характеристики электронных микроскопов просвечивающего типа. Физические основы получения изображения.
3. Методы подготовки образцов для просвечивающих электронных микроскопов. Метод реплик и их приготовление. Тонкие фольги для исследования на просвет и их приготовление.
4. Растровая электронная микроскопия и ее физические основы. Взаимодействие электронного пучка с образцом.
5. Принципиальная схема и характеристики растрового электронного микроскопа.
6. Типы растровых электронных микроскопов, их устройство и основные характеристики.
7. Типы сканирующих зондовых микроскопов. Принципы работы и основные узлы сканирующих зондовых микроскопов.
8. Методы сканирующей туннельной микроскопии. Изготовление зондов для сканирующих туннельных микроскопов.
9. Принципы работы и основные узлы атомно-силового микроскопа. Контактные и колебательные методики атомно-силовой микроскопии.
10. Принцип работ и особенности магнитно-силовой микроскопии. Двухпроходные методики.
11. Виды, общие черты и отличия дифракционных методов. Условие Лауэ и Брэгга-Вульфа.
12. Устройства для рентгеновского структурного анализа: рентгеновские трубки, камеры, гониометры, дифрактометры.
13. Экспериментальные методы рентгеновского структурного анализа: Лауэ; качания и вращения образца; рентгенгонометрические; Дебая-Шеррера; малоуглового рассеяния; рентгеновская топография.

14. Определение атомной структуры по данным дифракции рентгеновских лучей. Физические основы электронографии и особенности ее методов по сравнению с другими дифракционными методами.
15. Основные направления электронографии.
16. Физические основы, области применения и экспериментальные методы нейтронографии.

VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудит-я	Оборудование
3-40	комплект учебной мебели, вольтметр, экран настенный, контроллер, сканеры для

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			