

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физического факультета

С.Н. Филимонов
«15» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы растровой электронной микроскопии
по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр


Год приема

2021

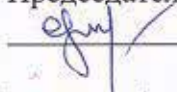
Код дисциплины в учебном плане **Б1.В.ДВ.01.04.03**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.Н. Чайковская

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2021

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 –Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости;

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Задачи освоения дисциплины

- Знакомство с устройством растрового электронного микроскопа;
- Изучение физических принципов построения изображения и формирования контраста в растровой электронной микроскопии; принципов рентгеноспектрального анализа, использования метода для изучения кристаллической структуры твердых тел;
- Знакомство с некоторыми практическими методами исследования поверхности металлических сплавов, их элементного состава, анализа кристаллографических разориентировок зеренной структуры.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, зачет .

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по курсу общей физики, курсу кристаллографии и рентгеноструктурного анализа.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лабораторные работы: 24 ч.

в том числе практическая подготовка: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Устройство растрового электронного микроскопа. Формирование изображения

Устройство растрового электронного микроскопа. Разрешающая способность и глубина фокуса растрового электронного микроскопа. Ход лучей в электронном микроскопе. Принципы формирования изображения во вторичных и упруго-рассеянных электронах. Виды контраста

Тема 2. Рентгеноспектральный элементный анализ

Генерация рентгеновского излучения. Некоторые соотношения характеристического рентгеновского излучения. Регистрация рентгеновского излучения. Качественный и количественный элементный анализ. Метод трех поправок

Тема 3. Дифракция упруго - рассеянных электронов

Закон Брегга. Регистрация картины дифракции упруго-рассеянных электронов. Геометрия электронограмм. Влияние дефектной структуры поверхностного слоя объекта. Анализ разориентировок, текстуры, размеров зерен и субзерен

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, написания отчета по лабораторной работе и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

Перечень теоретических вопросов

1. Устройство растрового электронного микроскопа.
2. Разрешающая способность растрового электронного микроскопа глубина фокуса.
3. Формирование изображения в рэм.
4. Интенсивность сигнала отраженных электронов. Контраст, обусловленный различием в атомном номере.
5. Интенсивность сигнала вторичных электронов.
6. Контраст, обусловленный рельефом, магнитный контраст, вольтов контраст.
7. Рентгеноспектральный микроанализ.
8. Генерация рентгеновского характеристического излучения.
9. Чувствительность микроанализа.
10. Количественный рентгеноспектральный микроанализ. Метод трех поправок.
11. Дифракция обратно рассеянных электронов. Формирование кикучи-линий.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25878>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применения / Уэйли Жу, Чжун Лин Ван. – Бином. Лаборатория знаний, 2016. – 600 с.

2. Метод дифракции отраженных электронов в области материаловедения / под ред. А. Шварца, М. Кумара, Б. Адамса, Д. Филда – Москва: Техносфера, 2014. – 544с.+104 с. цв. вкл.
3. Электронная микроскопия : учеб. пособие / А.И. Власов, К.А. Елсуков, И.А. Косолапов. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 168 с.
4. Возможности метода дифракции обратнорассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов. В.Н. Варюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завдоев, В.В. Бурховецкий. – Киев: Наукова Думка, 2014. – 104 с.

б) дополнительная литература:

1. Практическая растровая электронная микроскопия. Под ред. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица. - Изд. "Мир". - Москва, 1978. - 656 с.
2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: В 2-х книгах. Книга 1. Пер. с англ.-М.: Мир, 1984. -303 с.
3. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: В 2-х книгах. Книга 2. Пер. с англ.-М.: Мир, 1984. -348 с.
4. Черепин В.Т., Васильев М.А. Методы и приборы для анализа поверхности материалов. Изд. "Наукова думка". – Киев, 1982. – 398 с.
5. Физические основы рентгеноспектрального локального анализа. Перев. с англ., под ред. Боровского И.Б. Изд. "Наука", Москва, 1973. 310 с.
6. Electron Backscatter Diffraction in Materials Science Edited by A.J. Schwartz, M. Kumar and V.L. Adams. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000, - 340 p.
7. Павлинский Г.В. Основы физики рентгеновского излучения.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 240с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – М., 2013- . URL: <http://www.biblio-online.ru/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012- . URL: <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система Консультант студента [Электронный ресурс] / ООО «Политехресурс». - М, 2012- . – URL: <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011-. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
6. Электронный каталог [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 2008-2016. – URL: <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?theme=system>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
8. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справ. правовая система. – Электрон. дан. – М., 1992- . – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
9. Гарант [Электронный ресурс] : информ.-правовое обеспечение / НПП «Гарант-Сервис». – Электрон. дан. – М., 2016. – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
10. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>

11. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>
12. ProQuest Ebook Central [Electronic resource] / ProQuest LLC. – Electronic data. – Ann Arbor, MI, USA, [s. n.]. – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/home.action>
 – Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 – Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 – публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

- Аудитории для проведения занятий лекционного типа.
 Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.
 Растровый электронный микроскоп Quanta 3D

15. Информация о разработчиках

- Пинжин Юрий Павлович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, кафедра физики металлов физического факультета ТГУ, доцент.