

УДК 537.533.35:620.3(075)
ББК 22.338+30.6я73
Т33

Авторы:

Д. А. Полонянкин, А. И. Блесман, Д. В. Постников, А. А. Теплоухов

Рецензенты:

В. И. Струнин, д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой экспериментальной физики
и радиофизики ОмГУ им. Ф. М. Достоевского;

П. М. Корусенко, к.ф.-м.н., н.с. лаборатории физики наноматериалов
и гетероструктур Омского научного центра СО РАН

**Теоретические основы растровой электронной микроскопии
и энергодисперсионного анализа наноматериалов** : учеб. пособие /
Т33 [Д. А. Полонянкин и др.] ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во
ОмГТУ, 2019. – 116 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-2914-3

Представлены теоретические основы методов растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа, а также аспекты их применения к исследованию размеров, формы, состава, структуры и других физико-химических свойств наноматериалов.

Пособие разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и предназначено для обучающихся по направлению подготовки 28.03.02, 28.04.02 «Наноинженерия».

УДК 537.533.35:620.3(075)
ББК 22.338+30.6я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-2914-3

© ОмГТУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ	5
1.1. Возможности, особенности и преимущества методов РЭМ и ЭДА как универсального инструмента прикладных и фундаментальных исследований	5
1.2. Устройство растрового электронного микроскопа	7
1.3. Термоэлектронная эмиссия	9
1.4. Распределение электронов по скоростям и энергиям	16
1.5. Пробег электронов в веществе	22
Контрольные вопросы	60
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА	61
2.1. Закон Мозли	61
2.2. Обратноотраженные электроны	68
2.3. Композиционный и топографический контраст.....	81
Контрольные вопросы	85
3. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ МЕТОДАМИ РЭМ и ЭДА	86
4. РАБОТА С УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММОЙ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА JEOL JMC-5700	88
4.1. Основные функции	88
4.2. Юстировка электронной пушки микроскопа	91
4.3. Параметры формируемого изображения и дополнительные функции меню электронного микроскопа JEOL JMC-5700	92
5. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЭМ и ЭДА	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Микрофотография перегоревшей нити вольфрамового катода	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Микрофотографии образца во вторичных (SEI) и обратноотраженных электронах, топографический (BET) и композиционный контраст (BEC).....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Микрофотографии углеродных нанотрубок, полученные методом РЭМ, увеличение $\times 1000$, $\times 3000$ и $\times 10\,000$ крат	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Микрофотографии образцов алмазоподобных растворов, полученных методом РЭМ, увеличение $\times 3000$, $\times 15\,000$ и $\times 30\,000$ крат	115