

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	11
ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ	13
I. ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ, СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ, ИОННАЯ МИКРОСКОПИЯ И НАНОПРОИЗВОДСТВО.....	17
1. КОНФОКАЛЬНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ И НАНОТЕХНОЛОГИЯ.....	19
1. Введение	19
2. Конфокальная микроскопия	24
3. Применение в нанотехнологиях	30
4. Выводы и перспективы	37
Благодарности	38
Литература.....	38
2. СКАНИРУЮЩАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ БЛИЖНЕГО ПОЛЯ В НАНОНАУКЕ	43
1. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля и нанотехнология....	43
2. Основные идеи	44
3. Аппаратура	45
4. Приложения в нанонауке	52
5. Перспективы	69
Литература.....	70
3. СКАНИРУЮЩАЯ ТУННЕЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ	73
1. Основные принципы сканирующей туннельной микроскопии	73
2. Определение структуры поверхности с помощью сканирующей туннельной микроскопии	77
3. Сканирующая туннельная спектроскопия	98
4. Манипулирование атомами с помощью СТМ.....	107
5. Последние разработки.....	113
Литература.....	124

4. НАБЛЮДЕНИЕ НАНОСТРУКТУР В АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ.....	128
Вступительные заметки	128
Основы атомно-силовой микроскопии	130
Получение изображения макромолекул и их ансамблей	148
Исследование гетерогенных систем	159
Заключение.....	166
Литература.....	167
5. СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЛЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ СТРУКТУР НА НАНОМАСШТАБЕ.....	169
1. Введение	169
2. Письмо наноразмерным пером.....	174
3. Гравировка на наномасштабе	179
4. Манипулирование на наномасштабе	183
5. Нанохимия.....	186
6. Облучение светом на наномасштабе.....	190
7. Дальнейшие перспективы.....	191
Литература.....	192
6. СКАНИРУЮЩАЯ ТЕПЛОВАЯ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ	195
1. Введение	195
2. Средства измерений сканирующей тепловой и термоэлектрической микроскопии	196
3. Теория сканирующей тепловой и термоэлектрической микроскопии	203
4. Приложения сканирующей тепловой и термоэлектрической микроскопии в нанотехнологии	208
5. Итоги и перспективы.....	214
Благодарности	215
Литература.....	215
7. ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ	217
1. Масс-спектрометрия вторичных ионов и нанотехнология.....	217
2. Введение в масс-спектрометрию вторичных ионов.....	218
3. Проблемы эксперимента в МСВИ-изображениях	222
4. Применение в нанотехнологиях	225
5. Заключение и перспективы.....	232
Литература.....	232
8. АТОМНО-ЗОНДОВАЯ ТОМОГРАФИЯ	235
1. Атомно-зондовая томография и нанотехнологии	235
2. Виды атомно-зондовых приборов.....	235

3. Основная информация (исходные данные)	244
4. Графическое представление и интерпретация данных	245
5. Пример исследования наноматериала: многослойные пленки	250
6. Заключение и перспективы.....	250
7. Благодарности	252
Литература.....	252
9. ФОКУСИРОВАННЫЙ ИОННЫЙ ПУЧОК – МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В НАНОТЕХНОЛОГИИ	254
1. Введение	254
2. Принципы работы и практическое использование систем ФИП.....	256
3. Применение оборудования фокусированного ионного пучка.....	271
Благодарности	289
Литература.....	289
10. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ЛИТОГРАФИЯ	292
1. Электронно-лучевая литография и нанотехнология	292
2. Оборудование для электронно-лучевой литографии	294
3. Взаимодействие электронов с твердым телом.....	305
4. Процесс переноса структуры	309
5. Применения в нанотехнологии	313
6. Заключение и перспективы.....	321
Литература.....	322
II ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.....	325
11. СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	327
1. Введение: сканирующая электронная микроскопия и нанотехнологии.....	327
2. Взаимодействие электронов с образцом	331
3. Устройство сканирующих электронных микроскопов.....	335
4. Разрешение изображений во вторичных и отраженных электронах	343
5. Механизмы контрастирования изображений наночастиц и других систем, полученных во вторичных и отраженных электронах	346
6. Применение СЭМ для характеристики наноматериалов.....	353
7. Заключение и перспективы развития.....	356
Литература.....	359
12. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВЫЙ МИКРОАНАЛИЗ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	361
1. Введение	361
2. Проблемы определения параметров наноматериалов: объемных наноструктур и отдельных наночастиц	362

3. Физические основы методов электронной аналитической спектроскопии.....	364
4. Определение элементного состава электронным пучком высоких энергий на наномасштабах.....	366
5. Определение элементного состава электронным пучком низких и средних энергий на наномасштабах.....	378
6. Примеры применения к наноразмерным материалам.....	388
7. Заключение.....	397
Литература.....	398
13. ХАРАКТЕРИСТИКА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ ОБРАТНО РАССЕЯННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ (ДОЭ) В РАСТРОВОМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ.....	399
1. Введение.....	399
2. История развития метода ДОЭ.....	400
3. Происхождение ДОЭ-картин.....	400
4. Разрешение метода ДОЭ.....	406
5. Приготовление образцов наноматериалов для ДОЭ.....	410
6. Применение метода ДОЭ к наноматериалам.....	412
7. Заключение.....	420
Благодарности.....	420
Литература.....	420
14. ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ (ПЭМ) ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ.....	422
1. ПЭМ высокого разрешения и нанотехнология.....	422
2. Принципы и практическое использование ПЭМ высокого разрешения.....	422
3. Применение ПЭМ высокого разрешения.....	429
4. Текущие тенденции.....	437
5. Текущие задачи.....	442
6. Итоги и дальнейшие перспективы.....	444
Литература.....	444
15. СКАНИРУЮЩАЯ ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.....	449
1. Введение.....	449
2. Получение изображений методом СПЭМ.....	453
3. Получение изображений кристаллов методом СПЭМ.....	459
4. Дифракция в приборах СПЭМ.....	462
5. Микроанализ в СПЭМ.....	465
6. Исследования наночастиц и нанотрубок.....	466
7. Исследования кристаллических дефектов и межфазной границы.....	469
8. Структура и состав поверхностей.....	470

9. Аморфные материалы	473
10. СПЭМ голография	474
11. СПЭМ со сверхвысоким разрешением	476
12. Выводы	479
Благодарности	480
Литература	480
16. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ IN SITU ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАНОИЗМЕРЕНИЙ	484
1. Введение	484
2. Термоиндуцированные поверхностные динамические процессы в наноструктурах	484
3. Измерение динамического модуля изгиба с помощью индуцируемого электрическим полем механического резонанса	485
4. Модуль упругости композитных нанопроволок	495
5. Модуль упругости оксидных наноремней	498
6. Наноремни как нанокантилеверы	501
7. Полевая эмиссия <i>in situ</i> от нанотрубок	501
8. Работа выхода у конца нанотрубок и наноремней	502
9. Картирование электростатического потенциала у концов нанотрубок	506
10. Вызываемые полевой эмиссией структурные повреждения	507
11. Нанотермометр и наноподшипник	509
12. Измерение <i>in situ</i> электропереноса в нанотрубках	509
13. Заключение	515
Благодарности	516
Литература	516
17. ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ПЭМ ОС) И НАНОТЕХНОЛОГИИ	518
1. Введение	518
2. История развития ПЭМ ОС	519
3. Получение данных	525
4. Стратегии планирования эксперимента	527
5. Применение к наноматериалам	529
6. Выводы	547
Литература	548
18. ЭЛЕКТРОННАЯ НАНОКРИСТАЛЛОГРАФИЯ	551
1. Введение	551
2. Режимы электронной дифракции и геометрия	552
3. Теория электронной дифракции	556
4. Экспериментальный анализ	565
5. Приложения к определению характеристик нанообъектов	574
6. Заключение и дальнейшие перспективы	580
Литература	581

19. ТОМОГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСМИССИОННОГО (ПРОСВЕЧИВАЮЩЕГО) ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА (ТЭМ-ТОМОГРАФИЯ).....	583
1. Введение	583
2. Томография.....	585
3. Практика электронно-микроскопической томографии.....	592
4. СТЭМ-томография с использованием широкоугольного кольцевого темнопольного детектора (HAADF или Z-контраст-томография).....	597
5. ЭМЭФ-томография.....	603
6. Заключение.....	606
Благодарности.....	607
Литература.....	608
20. ВНЕОСЕВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ГОЛОГРАФИЯ.....	611
1. Электронная голография и нанотехнология	611
2. Описание внеосевой электронной голографии.....	612
3. Наноразмерные электростатические поля	619
4. Магнитные поля на наномасштабе	624
5. Будущие перспективы	628
Литература.....	630
21. СПЕКТРОСКОПИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНАМИ С СУБНАНОМЕТРОВЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ.....	632
1. Введение: спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и нанотехнология	632
2. Понимание данных, содержащихся в ХПЭЭ-спектре.....	633
3. Спектроскопия ХПЭЭ с пространственным разрешением	641
4. Элементное отображение (картирование) индивидуальных наночастиц с использованием сигналов от области вблизи края поглощения	647
5. Картирование связанных состояний и электронных структур с использованием особенностей потери энергии электронами вблизи края поглощения (ELNES)	652
6. Заключение.....	656
Литература.....	657
22. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ ПЭМ	660
1. Введение	660
2. Лоренцева микроскопия (микроскопия Лоренца)	661
3. Электронная голография.....	673
4. Итоги.....	689
Литература.....	690
Список авторов	692
Переводчики	695