

УДК 620.179.118(076.5)

ББК 32.85я7

Е52

Елманов Г.Н., Логинов Б.А., Севрюков О.Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии. Лабораторный практикум: *Учебное пособие*. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 64 с.

Даны общие принципы работы атомно-силовых микроскопов, их устройство и основные конструктивные элементы. Приведено описание устройства, программного обеспечения сканирующего зондового мультимикроскопа СММ-2000 модификации 2000 г. и порядка работы на нем в режиме контактной атомно-силовой микроскопии. Подробно изложена методика запуска и пошаговой настройки микроскопа, а также получения и оптимизации изображений. Рассмотрены методы математической обработки (медианная, фурье-фильтрация и др.) и статистического анализа изображений поверхности (вычисление шероховатости, фрактальный и морфологический анализы). Даны порядок выполнения лабораторной работы, требования к оформлению отчета, а также контрольные вопросы.

Предназначено для студентов НИЯУ МИФИ, обучающихся по специальности «Физика металлов». Используется в дисциплинах «Получение и обработка металлов и соединений: наноматериалы и нанотехнологии» и «Кристаллография, рентгенография и микроскопия: электронная микроскопия».

Подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ.

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук В.Л. Якушин (НИЯУ МИФИ);
д-р физ.-мат. наук К.Н. Ельцов (ЦЕНИ ИОФРАН)

ISBN 978-5-7262-1581-5

© Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВЫ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	4
1.1. Основные принципы сканирующей зондовой микроскопии	4
1.2. Устройство и режимы работы атомно-силового микроскопа	6
1.3. Факторы, влияющие на качество и достоверность АСМ-изображения	10
2. КОНСТРУКЦИЯ МИКРОСКОПА СММ-2000	15
3. ПОРЯДОК РАБОТЫ НА МИКРОСКОПЕ В АСМ-РЕЖИМЕ	17
3.1. Установка кантилевера в АСМ-столик	17
3.2. Установка образца для АСМ-режима.....	20
3.3. Установка и настройка АСМ-столика	23
3.4. Включение и настройка АСМ-режима	27
3.5. Выбор области сканирования	30
3.6. Подвод иглы к образцу	32
3.7. Сканирование кадра и настройка параметров сканирования	33
3.8. Выход из режима сканирования и выключение микроскопа	36
4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	37
4.1. Медианная фильтрация.....	39
4.2. Фурье-фильтрация	40
5. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ	44
5.1. Измерение шероховатости по профилю и поверхности.....	44
5.2. Фрактальный анализ поверхности и профиля сечения	45
5.3. Морфологический анализ объектов	50
6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	56
6.1. Лабораторная работа «Математическая обработка и статистический анализ изображения поверхности»	56
6.2. Лабораторная работа «Исследование топологии поверхности методом АСМ»	60
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	63