

2.4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОБРАБОТКА И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СЗМ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Цель работы: получить практические навыки в области обработки и количественного анализа СЗМ-изображений.

Задание по работе

1. Выбрать один из предназначенных для проведения работы образцов: тестовый образец с периодической структурой или любой другой по выбору преподавателя (тестовый образец TGZ3 (маркировка фирмы НТ-МДТ)).
2. Осуществить подбор зонда с наиболее характерной амплитудно-частотной характеристикой (одиночный симметричный максимум) согласно процедуре, представленной в руководстве пользователя комплекса NanoEducator.
3. Получить эталонное СЗМ-изображение. Получение изображения выполняется на одном приборе под контролем преподавателя.
4. Провести обработку полученного изображения. Обработка экспериментальных данных каждым студентом проводится индивидуально. Выполнить фильтрацию изображения. Измерить и сравнить параметры шероховатости изображений до и после фильтрации. Построить Фурье-спектр изображения и измерить величины преобладающих пространственных частот спектра, сравнить соответствующие этим частотам периоды повторения элементов изображения с интервалами, полученными при измерениях на изображении. Определить углы между направлениями на изображении двумя способами и сравнить результаты.
5. Проанализировать результаты работы, сформулировать краткие выводы по работе, оформить отчет и представить его к защите.

Методические указания по выполнению работы

Перед выполнением заданий данного практического упражнения необходимо выполнить все работы, предусмотренные практической работой № 2 «Подготовка и проведение СЗМ-эксперимента» и № 3 «Визуализация структур с помощью СЗМ».

Включите комплекс NanoEducator и перейдите в управляющей программе к режиму: просмотр и обработка данных из файла.

Открыть файл, с которым будет проводиться работа, провести контрольное сечение изображения (например, имеющийся файл сканирования тестовой решетки TGX1, см. рис. 2.15).

Определить характер имеющихся искажений и провести необходимую обработку и фильтрацию данных с помощью методов, доступных в программе (вычитание плоскости, кривой второго порядка, медианная фильтрация, устранение перепадов высот и т. п.).

Провести контрольные сечения файла после обработки и сравнить с сечением исходного изображения.

Вызвать окно *Image Analysis* (рис. 2.23) при активном окне обработанного изображения. Изучить и описать гистограмму изображения (*Roughness*→*Image Histogram*). Зафиксировать значения величин средней и среднеквадратичной шероховатости.

Открыть закладку *Fourier Spectrum* (рис. 2.24, 2.25). Определить по характеру спектра, имеются ли на изображении периодические структуры. Если имеются, то измерить величины преобладающих частот (переход в режим измерения частот осуществляется при нажатии кнопки *Freq*), указав на них на изображении Фурье-образа с помощью левой кнопки мыши. Сравнить периодичность изображений, измеренную при помощи инструмента «линейка» , расположенного над исходным изображением, с результатами, полученными с помощью Фурье-образа. Измерить величины углов между направлениями (инструмент ) по изображению Фурье-образа и сравнить с величинами углов между соответствующими сечениями исследуемого изображения.

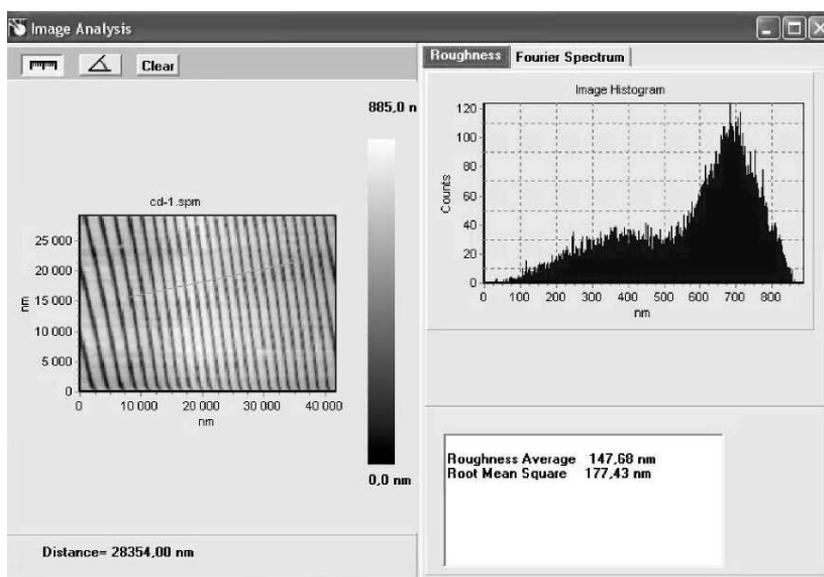


Рис. 2.23. Окно анализа изображений.

Выполнение анализа свойств поверхности изображения

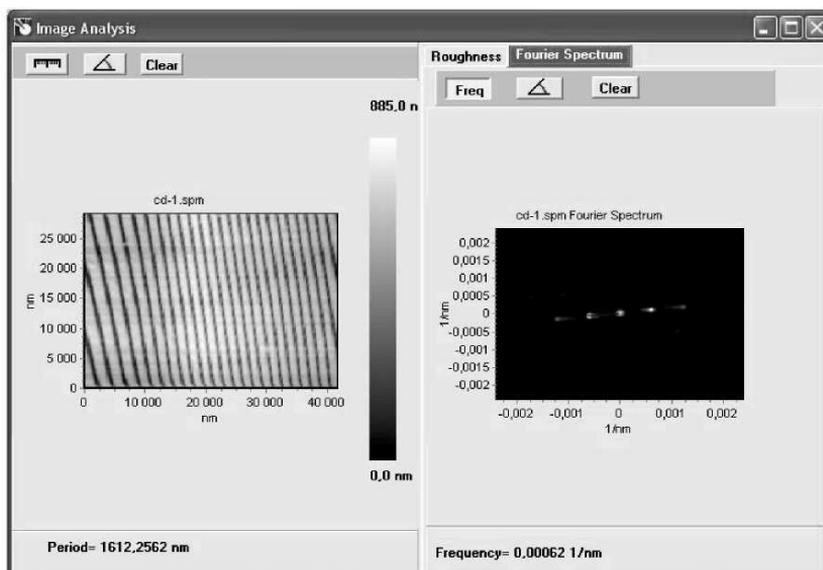


Рис. 2.23. Окно анализа изображений.

Выполнение анализа свойств поверхности изображений

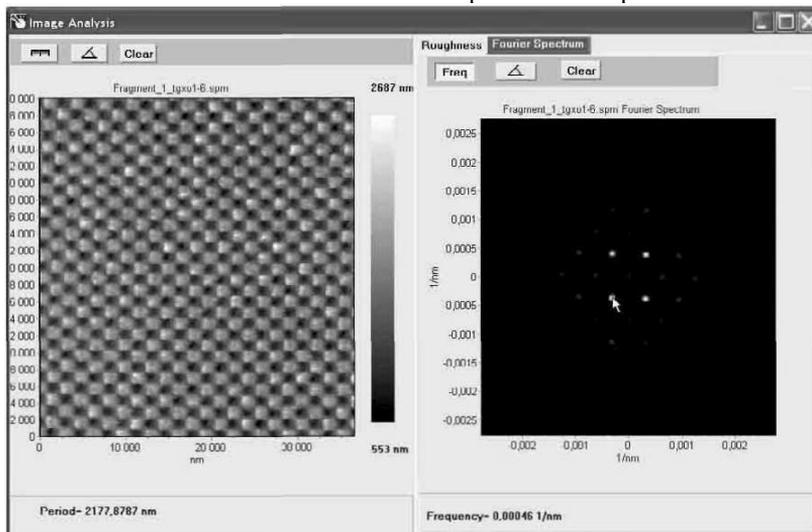


Рис. 2.25. Пример анализа двухмерного периодического изображения с помощью Фурье-спектра

В результате обработки Фурье-спектра можно сделать вывод о наличии периодичности структуры, ее ориентации относительно осей исходного изображения, а также о величине преобладающих частот в периодичности структуры на анализируемом изображении.

Порядок оформления отчета по лабораторной работе

Отчет оформляется в виде журнала лабораторных работ и должен содержать:

1. Краткую теоретическую часть.
2. Схематическое изображение или фотографию сканирующего зондового микроскопа NanoEducator с указанием его основных частей.
3. Фотографии или эскизы исследуемых образцов.
4. Фотографию или эскиз полученного на экране изображения образцов.
5. Обработку результатов исследования
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие типы искажений характерны для СЗМ-изображений и по каким причинам они возникают?
2. Каковы основные методы фильтрации СЗМ-изображений?
3. Назовите некоторые методы определения количественных характеристик изображений?
4. Для каких изображений следует воспользоваться частотным представлением?
5. Какую информацию об изображении можно получить по его Фурье-образу?