2. Василевская Е. А. Профессиональная направленность обучения высшей математике студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. М., 2000. 229 с.
3. Носков М. В., Шершнева В. А. Компетентностный подход к обучению математике в техническом вузе // Высш. образование в России. 2005. № 4. С. 36—39.
4. Плотникова С. В. Профессиональная направленность обучения математическим дисциплинам студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Самара, 2000. 160 с.

УДК 004.932.4

И. В. Прихач
Белорусский национальный технический университет, Минск

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ШУМ

В статье рассматриваются основные количественные характеристики изображения, содержащего шум. В качестве статистических оценок используются среднее значение и дисперсия. Полученные гистограммы сравниваются с нормально распределённой гистограммой.

This article reviews the basic quantitative characteristics of the image, containing noise. Mean and variance are used as the statistical estimators. The obtained histograms are compared to the histograms with the normal distribution.

Введение. Вследствие несовершенства технологии получения снимков промышленного назначения большинство из них обладает определённого рода дефектом, называемым шумом. Он выражается в проявке на снимках хаотично разбросанных значений пикселей различной интенсивности. Основными причинами этого являются высокая чувствительность матрицы прибора при низкой освещённости, неправильно установленные параметры выдержки, технические неисправности электроники и др.

Основная часть. Фактически шум представляет собой ошибки в записи файла с матрицы прибора. Чтобы оценить, насколько объективно изображение отражает реальную картину, необходимо дать количественную оценку множества пикселей, содержащих шум.

В качестве оценки параметров шума используем дисперсию и среднее значение интенсивности изображения. Представим снимки, полученные с помощью промышленного микроскопа (рисунок 1).

Будем придерживаться следующей процедуры при оценке шума на изображении. Основная задача будет заключаться в оценке среднего значения (математического ожидания) и дисперсии интенсивности изображения, что позволит определить уровень «зашумленности» изображения.

Пусть z_i — дискретные значения интенсивности цветового спектра исходного изображения. Пусть вероятность появления величины интенсивности z_j на изображении вычисляется следующим образом:

$$p = \frac{n_i}{n},$$

где n_i — количество пикселей, которые попали в *j*-й диапазон; *n* — общее количество пикселей.

Введём в рассмотрение статистический центральный момент:

$$\mu_n = \sum_{i=1}^{L} (z_i - m)^n \cdot p(z_i),$$

где z_i — значение *i*-й интенсивности; *m* — среднее значение, $m = \sum_{i=1}^{L} z_i \cdot p(z_i)$.

а) *б)* *в)*

Рисунок 1 — Снимки дифракционной решётки металлической пластины (*а*), полупроводникового кристалла (*б*), пористой структуры угля (*в*)

© Прихач И. В., 2015

Репозиторий БарГУ

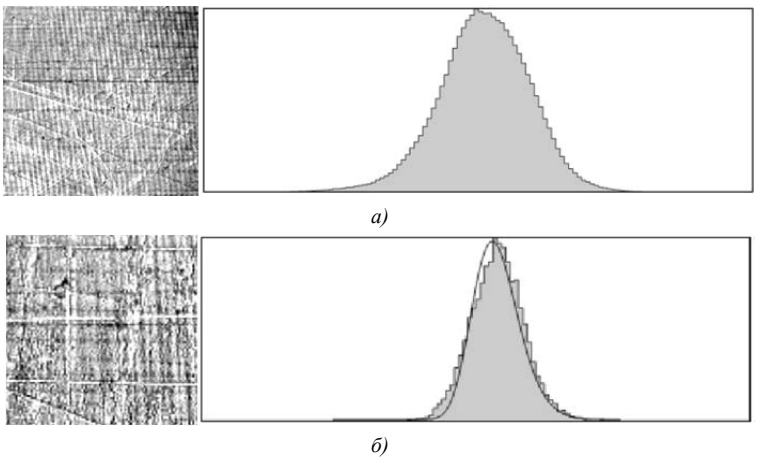

Рисунок 2 — Снимок дифракционной решётки металлической пластины (*а*) и область интереса (*б*) с их гистограммами

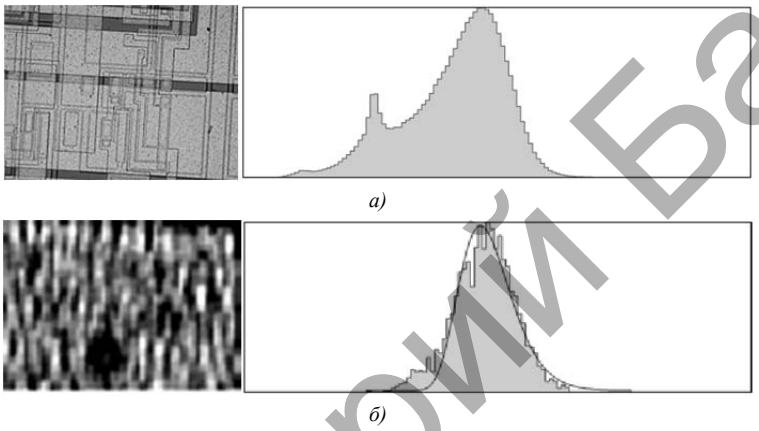

Рисунок 3 — Снимок полупроводникового кристалла (*а*) и область интереса (*б*) с их гистограммами

Поскольку количество всех n_i совпадает с общим количеством пикселей на изображении, то можно считать гистограмму нормированной.

Для реализации этих оценок зашумленности изображений может быть использована система Mathematica. Поскольку изображение в компьютере хранится в виде матрицы интенсивностей пикселей, иногда эти матрицы содержат тысячи и десятки тысяч элементов. По этой причине сложностью при работе в системе является то, что большое количество операций приводит к переполнению памяти, и такая простая операция, как сумма этих элементов, становится невыполнимой.

Для подсчёта средней интенсивности изображения изменим структуру выражения, получив вместо списка сумму всех элементов: ImageData[«Изображения»]//Flatten/(ImageDimensions[«Изображение»][[1]]* ImageDimensions[«Изображение»][[2]])/.List->Plus.

Для оценки параметров шума непосредственно на зашумленном изображении необходимо выбрать область, по возможности однотонную, фоновую или тёмную, так как шум в большой мере проявляется именно на подобных участках, и распределение яркости будет произведено благодаря ему. По выбранной в соответствии с вышеизложенными требованиями области строится бинарная маска — исходное изображение с выделенной областью интереса переводится в бинарное. После этого строится гистограмма области интереса и высчитывается среднее значение и дисперсия области интереса исходного изображения, накрытого бинарной маской. Находя количественные параметры однотонной области, можно оценить отклонения от среднего уровня интенсивности изображения. Построим гистограммы рассмотренных изображений и сравним их распределения с гауссовым шумом (рисунки 2 и 3).

Распределение шума на исходном изображении наиболее походит на гауссов шум. Следовательно, средняя интенсивность изображений с шумом равна средней интенсивности этих изображений без шума, так как область интереса однородна по интенсивности, то можно утверждать, что дисперсия прежде всего определяется дисперсией шумового слагаемого.

Низкая степень шумового загрязнения данного изображения связана, прежде всего, с высокой точностью прибора, с помощью которого были сделаны данные снимки.

Заключение. Рассмотрена статистическая оценка одного из ряда дефектов изображения. В качестве количественных оценок выбрана дисперсия и среднее значение интенсивности.

Репозиторий БарГУ