

УДК 621.372, 681.142

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МИКРОСКОПАХ

Татьяна Владимировна Павкина

*Студентка 6 курса,  
кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»  
Московского Государственного Технического Университета имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С. Комшин,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

Микроскопы и другие оптические приборы, которые находятся в эксплуатации какое-то время, подвержены амортизации, износу, просто постепенно приходят в негодность. Как правило, оптические детали покрываются слоем пыли или мутнеют от воздействия внешней среды. Даже если оптика эксплуатируется очень аккуратно, оптические покрытия на линзах могут быть испорчены даже в результате контакта с воздухом. Все эти факторы так или иначе влияют на точность проведения измерений. Для лучшей работы микроскопа и обеспечения более высокой точности измерения можно использовать более новые приборы не механического действия, такие как фотоэлектрические преобразователи и цифровая камера. В данной работе представлен способ модернизации измерительного микроскопа и оснащение его измерительными датчиками и цифровой оптической системой, при помощи которых результат измерений и изображение измеряемого объекта выводятся на компьютер, далее происходит цифровая обработка полученных изображений.

Изображение представляет собой двумерную функцию  $f(x, y)$ , где  $x$  и  $y$  — это пространственные координаты, а амплитуда  $f$  в любой точке с парой координат  $(x, y)$  называется интенсивностью или уровнем серого цвета изображения в этой точке. Если переменные  $x$ ,  $y$  и  $f$  принимают значения их конечного (дискретного) множества, то говорят о цифровом изображении. Под цифровой обработкой изображений подразумевается обработка цифровых изображений с помощью цифровых вычислительных машин (компьютеров).

Существует множество способов цифровой обработки изображений [1, 2, 3]. Были рассмотрены следующие: преобразование яркости изображения, логарифмические преобразования и преобразования растяжения контрастности, гистограммная эквализация, пространственная фильтрация. Все преобразования совершались с помощью среды MATLAB.

Наиболее интересные и полезные результаты дали два метода: гистограммная эквализация и пространственная фильтрация.

### **Гистограммная эквализация.**

На рис. 1, а) представлено изображение кромки пластинки режущего инструмента. Гистограмма этого изображения дана на рис. 1, б). Пусть  $f$  обозначает это изображение, к которому применим следующую последовательность команд, которая построит все изображения на рис. 1 от а) до г):

Изображение на рис. 1, в) является гистограммной эквализацией исходного изображения. Улучшение средней яркости и контрастности вполне очевидно. То же можно заключить, изучив его гистограмму, приведенную на рис. 1, г). Повышение контрастности вызвано существенным расширением динамического диапазона на всю шкалу яркости. Повышение общей яркости изображения связано с тем, что средний уровень яркости на гистограмме эквализованного изображения стал выше (ярче), чем на исходном изображении. Несмотря на то, что обсуждаемый метод гистограммной эквализации не приводит к плоской гистограмме, он обладает требуемыми характеристиками, позволяющими повышать динамический диапазон уровней яркости изображений.

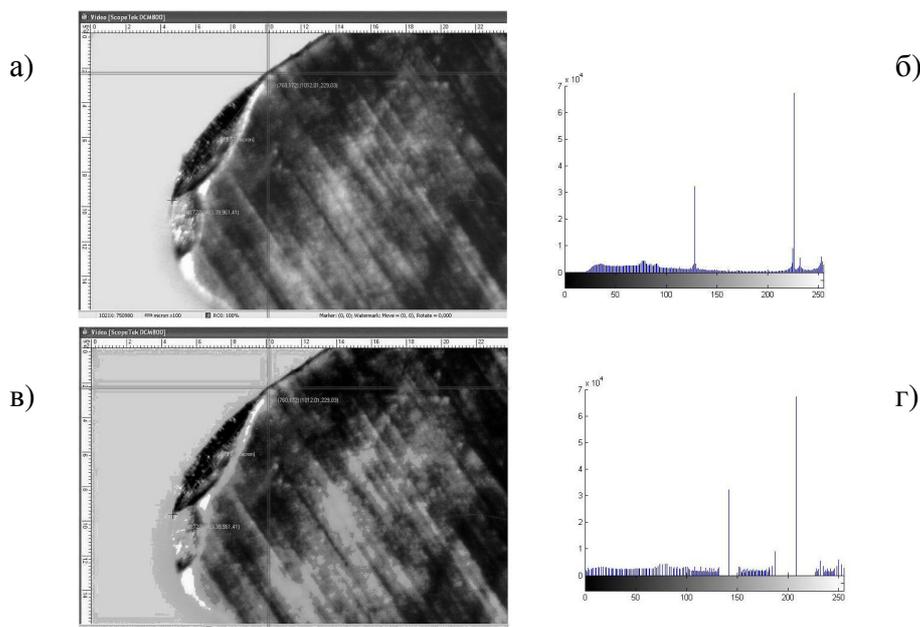


Рис. 1. Иллюстрация гистограммной эквализации. а) Исходное изображение. б) Его гистограмма. в) Изображение после эквализации. г) Эквализованная гистограмма

### Линейная пространственная фильтрация.

Теперь рассмотрим улучшение изображения на рис. 2, а) с помощью фильтра Лапласа.

На этой фотографии дан несколько расплывчатый снимок кромки пластинки режущего инструмента. Улучшение в этом случае заключается в подчеркивании перепадов уровней на изображении при сохранении, насколько это возможно, областей постоянной тональности. Сначала мы генерируем и отображаем фильтр Лапласа.

Этот результат представляется правдоподобным, но имеется одна проблема: все его пиксели положительны. В силу отрицательности центрального коэффициента фильтра можно ожидать появления фильтрованного изображения с отрицательными значениями пикселей. Следует преобразовать изображение  $f$  в класс `double` перед фильтрацией:

Результат, показанный на рис. 2, в), является правильно обработанным изображением при фильтрации с помощью лапласиана.

Наконец, для восстановления тонов областей, потерянных при выполнении фильтрации лапласианом, следует вычесть отфильтрованное изображение из исходного:

Окончательный результат приведен на рис. 2, г). Видно, насколько улучшенное изображение является более резким по сравнению с исходным.

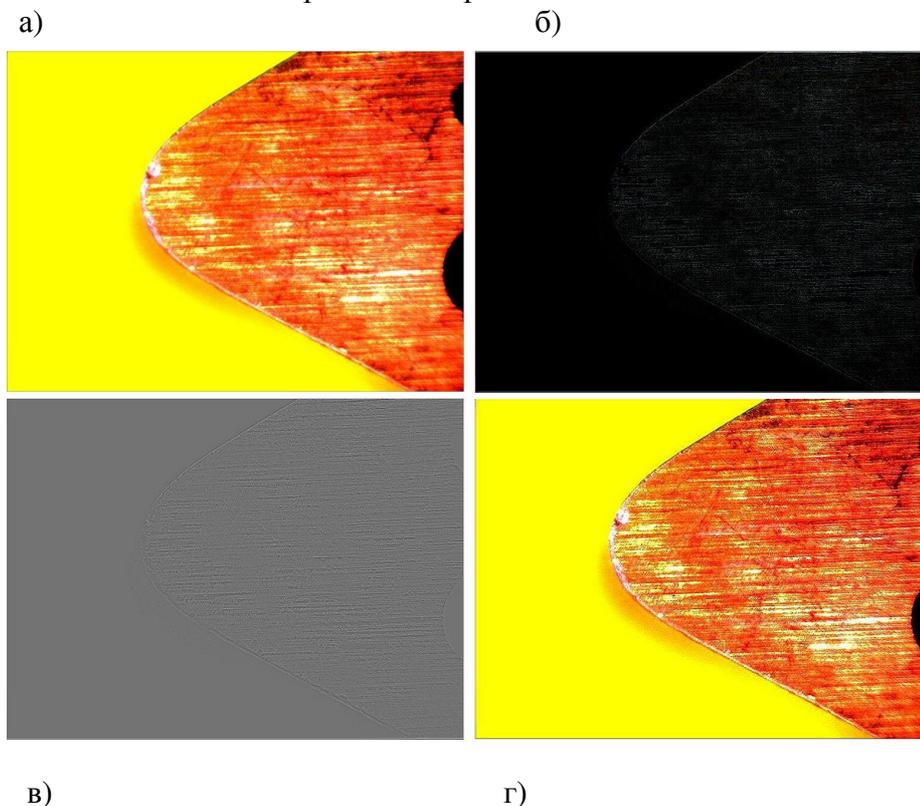


Рис. 2. а) Исходное изображение. б) Изображение, отфильтрованное лапласианом в формате uint8. в) Изображение, отфильтрованное лапласианом в формате double. г) Улучшение изображения вычитанием б) из а)

Задача улучшения изображений часто требует подбора параметров фильтров из имеющегося набора. Лапласиан является хорошим примером. В пакете имеется фильтр-лапласиан  $3 \times 3$  с числом  $-4$  в центре. Как правило, еще большую резкость изображения можно получить с лапласианом, в центре которого стоит число  $-8$ , окруженное со всех сторон 1. Целью следующего примера является ручная реализация этого фильтра для сравнения результатов, которые получаются с помощью двух форм фильтра лапласиана.

На рис. 3, а) еще раз для удобства приведено исходное изображение  $f$ . На рис. 3, б) дано  $g_4$  которое совпадает с рис. 2, г), а на рис. 3, в) изображено  $g_8$ . Как и ожидалось, оно еще более четкое, чем 3, б).



Рис. 3. а) Исходное изображение. б) Изображение, улучшенное лапласианом с -4 в центре. в) Изображение, улучшенное лапласианом с -8 в центре.

### **ВЫВОДЫ:**

Итак, оптический микроскоп Carl Zeiss был оснащён современными инкрементными линейными фотоэлектрическими преобразователями перемещений ЛИР-3 фирмы СКБ ИС и цифровой камерой DCM-800, с его помощью были исследованы пластинки режущего инструмента и проведена цифровая обработка полученных изображений этих пластинок. В результате весь этот комплекс позволяет улучшить работу микроскопа и повысить точность измерений.

### **Литература**

1. В. А. Сойфер, Компьютерная обработка изображений. Часть 2. Методы и алгоритмы. М.: Физматлит. 2003. 784 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. - М.: Техносфера 2006. 616 с.
3. Цифровая обработка изображений : В 2-х кн. / У. Прэтт ; Пер. с англ. под ред. Д. С. Лебедева, 22 см., М. Мир 1982. 792 с.