

4. Количественная калибровка и послойный анализ концентрации германия в гетероструктурах  $GexSi_{1-x}/Si$  методом вторично-ионной масс-спектропии / М.Н. Дроздов [и др.] // ФТП. – 2014. – Т. 48, № 8. – С. 1138–1146.

5. Новый подход к диагностике наноструктур в гетероструктурах  $GexSi_{1-x}/Si$  методом вторично-ионной масс-спектрометрии / М.Н. Дроздов [др.] // Письма в ЖТФ. – 2014. – Т. 40, № 14. – С. 36–46.

6. Оптическая диагностика лазерно-индуцированных фазовых превращений в тонких пленках

германия на кремнии, сапфире и кварце / Г.А. Новиков [и др.] // ЖТФ. – 2015. – Т. 85, № 3. – С. 89–95.

7. Моделирование лазерно-индуцированных процессов в пленках германия на полупроводниковых подложках / Е.И. Гацкевич, М.А. Гундина, М.А. Князев // Материалы IX-й Международной научно-практической конференции "Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам", Мозырь, 21–24 марта 2017 г. – Мозырь, МГПУ им. И.П. Шамякина, 2017. – С. 126–127.

УДК 004

## ПРОФИЛЬ ЯРКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВДОЛЬ ЛИНИИ

Гундина М.А., Кондратьева Н.А., Грузд Н.А.

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

Качественный контроль продукции выполняется автоматическими методами анализа изображения. При обработке изображений, полученных приборами, решается обширный круг задач, таких как улучшение качества изображений; измерение числовых характеристик; распознавание некоторых частей, сжатие изображений и др. Современные устройства формирования изображений позволяют решать комплекс технических и научных задач [1–3], требующих синтеза и анализа методов обработки, бинаризации, классификации изображений.

Развитие микроэлектроники позволяет повысить сложность применяемых алгоритмов для решения прикладных задач. В зарубежной и отечественной литературе [4–6] приводится большой класс алгоритмов обработки цифровых изображений, который может быть применен для решения задач производства, приводится набор вопросов сегментации, распознавания образов, описания и представления деталей, морфологического анализа изображения [5–6]. Однако они предназначены для решения научных задач. В то же время, существует необходимость в разработке алгоритмов, которые можно использовать в условиях производства и таких алгоритмов, которые будут интересны и полезны современным инженерам.

Для количественного анализа изображения как двумерного массива яркости часто используется одномерный профиль поверхностной яркости.

Под профилем изображения вдоль некоторой линии будем понимать функцию, характеризующую распределение яркости изображения вдоль этой линии.

В работе рассматривается разработанная программа, реализующая построение профиля изображения для последующей его сегментации.

Сегментация делит изображение на его составные части и объекты. Например, при осуществлении автоматического контроля при сборке узлов радиоэлектронной аппаратуры важно

уметь выявлять определенные дефекты изготавливаемых приборов, таких как отсутствие компонентов или наличие разрывов контактных дорожек на плате.

После того как одномерный массив значений яркости профиля сформирован, его анализ осуществляется стандартными компьютерными средствами и позволяет автоматически выделять различного рода особые точки функции профиля (определить резкое изменение цвета, контуры изображения).

Получение и анализ профиля вдоль линии используется в различных областях науки и техники. Например, анализ интенсивности свечения изображений, полученных тепловизором, позволяет получить данные об изображении, основываясь на значениях профиля яркости.

Профиль вдоль некоторой линии используется также для считывания штрихового кода изделия [7]. Поскольку метод кодирования сигнала в штриховых кодах заключается в определенной последовательности чередования штрихов и пробелов различной ширины, следовательно, профиль изображения содержит всю необходимую информацию для того, чтобы считать штриховой код.



Рисунок 1 – Пример штрихового кода

На профиле заметны промежутки постоянного значения яркости штрихи кода, а также положения начала и конца штриховой последовательности (границы объекта).

Построение профиля яркости используется при создании систем искусственного интеллекта, например, при анализе распознавания микропараметров клеточной структуры годовичных колец хвойных деревьев [8].

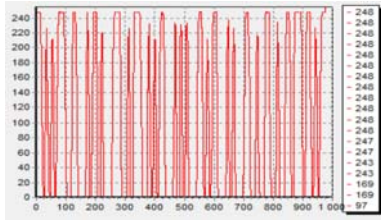


Рисунок 2 – Профиль изображения вдоль горизонтальной линии

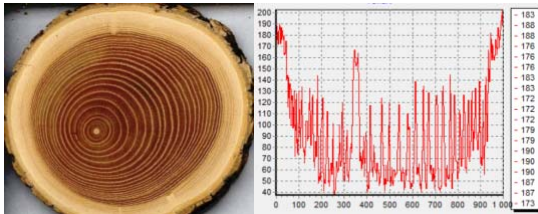


Рисунок 4 – Годовые слои древесины и его профиль вдоль линии центра колец

В микросистемной технике построение и анализ профиля яркости используется для количественного контроля дефектов поверхности кремниевых пластин. На основе него может быть сформированы изображения дефектов при контроле полупроводниковых пластин [9].

Анализ профиля вдоль линии позволяет получить данные о распределении яркости изображения вдоль произвольно нанесенной на изображение линии. График профиля в среде MATLAB показывает по оси X положения точек, а по оси Y измеренное значение яркости. Таким образом, по оси X представлена пространственная шкала, а по оси Y шкала в единицах измерения яркости в соответствии с текущей калибровкой. Линия, вдоль которой строится профиль, может иметь любую ориентацию и любую длину.

Главное меню программы содержит 4 пункта: загрузка, построение профиля для цветного изображения, перевод в полутоновое изображение и построение для него профиля.

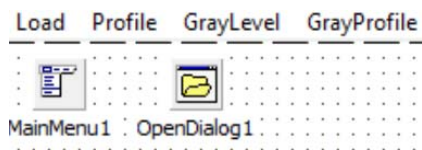


Рисунок 5 – Основные пункты главного меню

Загрузка изображения осуществляется следующим образом:

```
if OpenFileDialog1.Execute then
    Image1.Picture.LoadFromFile(
        OpenFileDialog1.FileName); bp:=TBitmap.Create;
    bp.Assign(image1.picture.Graphic);
    Image1.picture.Bitmap.Assign(bp);
```

Для построения линии, вдоль которой будет строиться профиль используются процедуры Image1.MouseDown, Image1.MouseUp, позволяющие обработать событие нажатия и снятие нажатия кнопки мыши.

Для перевода в полутоновое изображение используется пользовательская функция:

```
function
    RgbToGray(RGBColor:TColor):TColor;
var Gray:Byte;
begin
    Gray:=Round((0.3*GetRValue(RGBColor))+
    (0.59*GetGValue(RGBColor))+
    (0.11*GetBValue(RGBColor)));
    Result:=RGB(Gray,Gray,Gray);end;
```

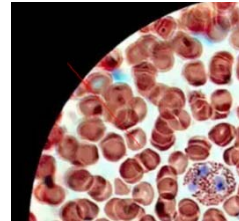


Рисунок 6 – Часть снимка крови и выбранная линия, вдоль которой будет строиться профиль

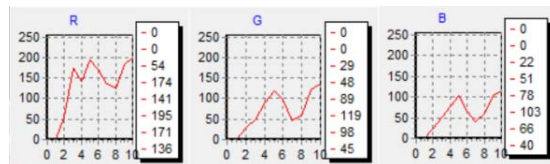


Рисунок 7 – Профиль снимка крови

Данная программа может быть использована для компьютерной диагностики кремниевых пластин для сегментации.

### Литература

1. Breton V. The Healthgrid White Paper / V. Berton // Studies in Health Technology and Informatics. – 2005. – V. 112. – P. 249–318.
2. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов / М.М. Мирошников. – СПб.: «Лань», 2010. – 704 с.
3. Gonzalez R.C. Digital Image Processing / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002. – 797 p.
4. Bribiesca E. A chain code for representing 3-D curves / E. Bribiesca // Pattern Recog. – 2000. – Vol. 33, no. 5. – P. 755–765.
5. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
6. Рудаков П.И. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x / П.И. Рудаков, И.В. Сафонов. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 416 с.
7. Пахомов В.В. Использование современных технологий для учета движения товаров / В.В. Пахомов, В.В. Кугач // Вестник фармации. – 2005. – № 4 (30). – С. 3–14.
8. Скворцов С.Г. Разработка информационной системы анализа распознавания микропараметров клеточной структуры годовичных колец хвойных деревьев Магистерская диссертация, Красноярск, 2018. – 78 с.
9. Sen'ko S.F., Sen'ko A.S., Zelenin V.A., Puglachenko E.G. Russian Microelectronics. – 2003. – T. 32, № 3. – С. 165–171.