

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

Б 241

P10-88-804

М.К.Баранчук, В.П.Бородюк,<sup>1</sup> А.И.Вагин,<sup>2</sup>  
И.Л.Вертлиб,<sup>2</sup> Ю.Е.Голяс,<sup>1</sup> С.В.Куняев,<sup>1</sup>  
Л.Д.Кучугурная,<sup>2</sup> В.Н.Шкунденков

КООРДИНАТНАЯ КАЛИБРОВКА АЭЛТ-2/160  
МЕТОДОМ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

---

<sup>1</sup> Московский энергетический институт

<sup>2</sup> Московский радиотехнический институт АН СССР

1988

## ПОСТРОЧНЫЙ И ПОТОЧЕЧНЫЙ РЕЖИМЫ СКАНИРОВАНИЯ

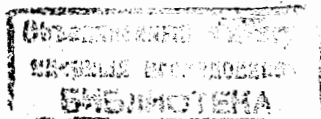
В Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ создана сканирующая измерительная система АЭЛТ-2/160 с управляющей ЭВМ СМ-4/1,2,3/. Система используется для обработки штриховых и полутонных изображений.

Штриховые изображения обрабатываются в построчном режиме сканирования. В этом режиме световое пятно, перенесенное объективом с экрана электронно-лучевой трубки /ЭЛТ/ на плоскость изображения, перемещается по фотоснимку вдоль аппаратно сгенерированной строки с постоянной скоростью. Положение, длина и направление строки задаются управляющей программой. При пересечении световым пятном почернений на снимке изменяется количество света, попадающее на фотоэлектронный умножитель /ФЭУ/. Сигнал с выхода ФЭУ детектируется при заданном уровне дискриминации и формируется прямоугольный импульс. По переднему и заднему фронтам этого импульса в ЭВМ заносятся координаты границ измеряемого трека.

Преимуществом построчного метода сканирования является высокая скорость считывания информации. Основной недостаток - отсутствие данных о действительной форме сигнала. Кроме того, резко возрастают трудности выделения полезного сигнала при измерении снимков с низкой и неравномерной контрастностью.

Для решения задачи измерения формы сигнала в системе АЭЛТ-2/160 используется режим поточечного сканирования. В этом режиме световое пятно выводится в точку с заданными координатами и останавливается там на время, необходимое для измерения амплитуды сигнала от ФЭУ /200-300 мкс/. Программа ЭВМ может обрабатывать данные после измерений в каждой точке, что позволяет организовать предельно гибкий режим управления сканированием. Одним из частных случаев является поточечное сканирование вдоль прямой строки, которое дает информацию о форме сечения рельефа оптической плотности измеряемого изображения. При этом процесс обработки легко и эффективно визуализируется на экране точечного дисплея.

Недостаток поточечного сканирования - более низкая скорость измерения и считывания информации. Эта скорость зависит от шага между соседними точками измерений. Например, при мини-



мальном шаге 2 мкм скорость падает на два порядка по сравнению с построчным сканированием.

На практике встречаются также фотоизображения, на которых значительная часть информации доступна измерениям в построчном режиме сканирования, а для успешной обработки оставшейся части с низкой контрастностью требуется применить поточечный режим. Появляется целесообразность применения двух режимов сканирования на одном фотоизображении. При этом требуется решить вопрос о совмещении результатов измерений от разных режимов сканирования.

### ЗАДАЧА КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА

Вследствие нелинейности рабочего поля ЭЛТ возникают систематические ошибки измерений, достигающие величин порядка сотен мкм. Для их устранения проводится калибровка измерительного канала. С этой целью в системе АЭЛТ-2/160 измеряются 260 крестов эталонной решетки, расположенных с шагом 6 мм по координатам X и Y и распределенных равномерно по рабочему полю. По координатам центров этих крестов вычисляются коэффициенты преобразования из криволинейной системы координат ЭЛТ в прямоугольную и обратно.

Чтобы измерить величину систематического смещения между результатами измерений в построчном и поточечном режимах, а также сравнить точность координатных измерений в этих двух режимах, была разработана программа измерения крестов эталонной решетки в поточечном режиме.

Блок-схема программы для поточечного режима сканирования приведена на рис. 1. В процессе работы этой программы формируются строки из поточечных измерений, пересекающие линии эталонной решетки. На рис. 2 приведены результаты измерений вдоль одной строки. Обработка результатов ведется после каждой строки. В полученном массиве амплитуд отыскивается минимальное значение, соответствующее вершине сигнала. Чтобы исключить ошибку из-за случайного выброса, контролируется разница между значениями минимума и фона, а также значения амплитуды в точках, соседних с минимумом. Ширина сигнала от линии составляет обычно 15-20 отсчетов на уровне фона, поэтому берется 11 точек /по 5 точек с каждой стороны от минимума/, заведомо принадлежащих сигналу. Затем вычисляются координаты центра тяжести фигуры, образованной этими точками и уровнем фона. О форме сигнала специальных предположений не делается, массив точек никакой линией не сглаживается. По результатам измерений каждого

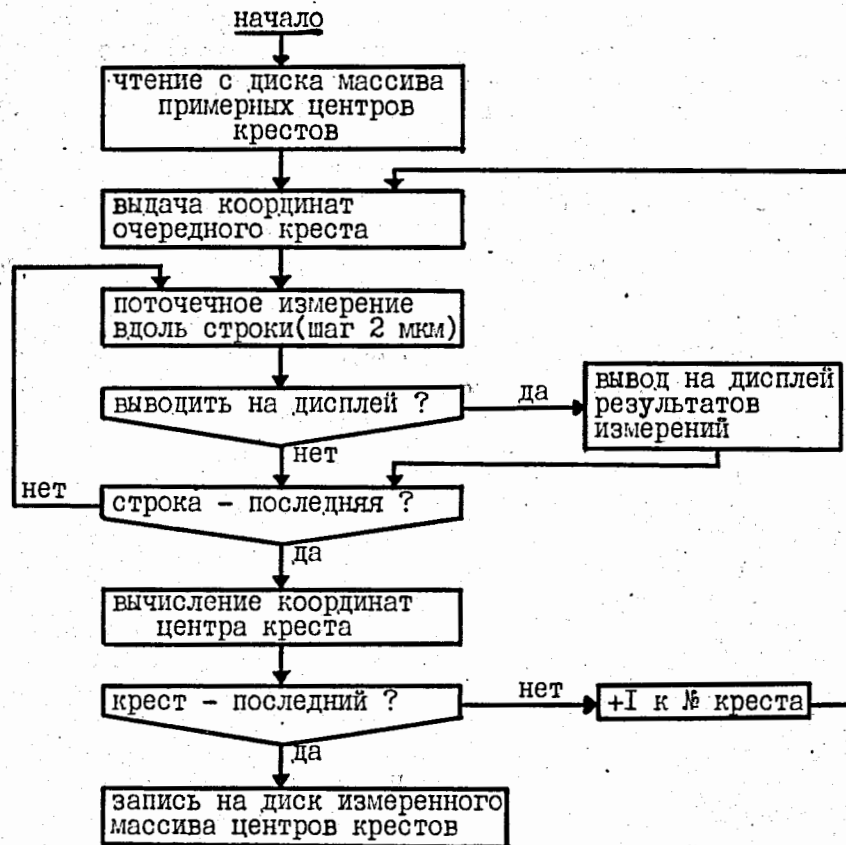


Рис. 1. Блок-схема программы измерений центров крестов калибровочной решетки в режиме поточечного сканирования.

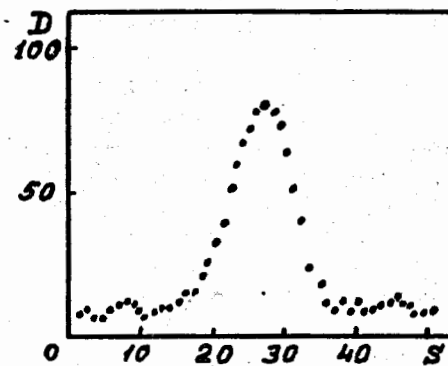


Рис. 2. Результаты измерений плеча креста калибровочной решетки, выполненные вдоль одной строки в режиме поточечного сканирования. D - результаты измерений оптической плотности изображения /в единицах отсчета/, S - расстояние вдоль строки /в единицах отсчета/.

глица креста вычисляются координаты центра креста. Массив измеренных таким образом центров крестов обрабатывается по программе, вычисляющей коэффициенты калибровочных преобразований. Кроме того, координаты центров, полученные при поточечных измерениях, сравнивались с координатами от построчных измерений.

Выполненные исследования показали следующее:

1/ Остаточные ошибки калибровочного преобразования, проведенного по результатам полутоновых измерений, не превышают остаточных ошибок преобразований, проведенных по результатам построчных измерений.

2/ Координаты центров крестов, полученные при поточечном режиме сканирования, не имеют динамического сдвига. Центры крестов, измеренных поточечными строками разных направлений с шагом, изменявшимся от одной единицы до 20 единиц отсчета, совпали между собой в пределах ошибок измерений /порядка 0,1 единицы отсчета/.

Из пункта первого следует, что точность измерения координат штрихового образа при поточечном режиме сканирования не хуже, чем при построчных измерениях.

Время на измерение одного креста в поточечном режиме более чем на порядок превышает время измерений в построчном режиме. Увеличилось также время на математическую обработку, так как потребовалось обрабатывать массив из десятков точек.

Поточечный метод сканирования, однако, оказывается более экономичным в случаях с измерением слабых по контрастности или по перепаду контрастности изображений. Например, чтобы подобрать уровень дискриминации для разрешения "слипшихся" треков на снимках с магнитного искрового спектрометра /МИС/, требуется до 40 раз повторить строку длиной порядка 2 мм. На это требуется до 80 мс времени. Время на анализ результатов измерений при этом пренебрежимо мало. При поточечных же измерениях в 50 точках на одной строке требуется 10 мс на измерения и около 3 мс на обработку. Для поточечного метода получается выигрыш во времени примерно в 5 раз.

Из отсутствия динамического сдвига при поточечных измерениях следует, что результаты поточечных и построчных измерений можно совмещать, вычитая из координат построчных измерений величину динамического сдвига вдоль направления строк /составляет постоянную по полю величину порядка 20 мкм/.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, Р10-8861, Дубна, 1975.
2. Байла И. и др. ОИЯИ, Р10-12990, Дубна, 1980.
3. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, 10-83-538, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 ноября 1988 года.