

Ц 848

Ш-559

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

5/10-67г.

P10 - 3239



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.Н. Шигаев

ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТНЫХ ЦЕНТРОВ
НА АВТОМАТАХ С НЕЛИНЕЙНЫМ СТРОМ

1967г.

P10 - 3239

4942/1, нр.

В.Н. Шигаев

ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ ТРЕКОВ
НА АВТОМАТАХ С НЕЛИНЕЙНЫМ РАСТРОМ

Объединенный институт
ядерных исследований
БНЭЛ

Для автоматической обработки filmовой информации широкое распространение получили приборы, позволяющие снимать информацию вдоль системы линий, составляющих растр прибора типа телевизионного /1,2/.

Изображение светового пятна фокусируется в плоскости фотоснимка, а часть светового потока обычно с помощью полупрозрачных зеркал отводится во вспомогательный отсчетный канал. В последнем изображение светового пятна фокусируется в плоскости реперной решетки, состоящей из прозрачных и непрозрачных линий.

При движении светового пятна вдоль строк растра (сканировании) меняется количество света, проходящего сквозь реперную решетку. Количество модуляций света подсчитывается специальным счетчиком, показание которого отождествляется с текущим значением одной из декартовых координат светового пятна (рис. 1).

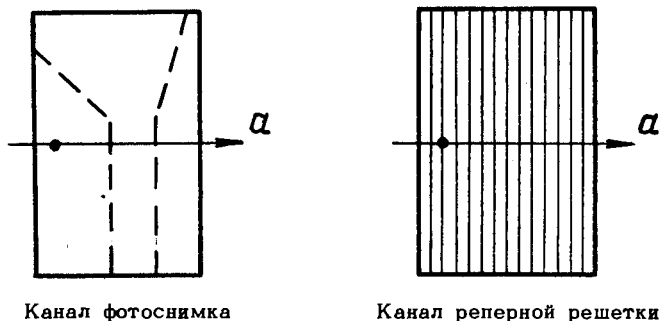


Рис. 1.

Количество света, проходящего через фотоснимок, меняется при пересечении трека световым пятном. На выходе соответствующего фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) формируется сигнал "Трек", по которому считывается показание счетчика в канале реперной решетки.

Вторая декартова координата в автоматах типа НРД, имеющих оптико-механический генератор растра, считывается со счетчиков, показания которых взаимно-однозначно связаны с положением каретки, перемещающейся вдоль оси ОУ. Однако инерционность, присущая механическим приборам, делает невозможным быстрый доступ к произвольным участкам фотоснимка и тем самым затрудняет использование вычислительных машин с малой памятью в сканирующих системах типа НРД.

В автоматах, использующих для формирования растра электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), вторая координата Y обычно рассматривается как функция порядкового номера N строки растра. В общем случае строки растра не являются прямыми линиями, параллельными оси ОХ; поэтому координата Y измеренного элемента трека является также функцией координаты X:

$$Y = F(N, X; T), \quad (1)$$

где T - текущее время.

Схема отсчета координаты X обычно также видоизменяется: вместо подсчета числа модуляций света в дополнительном оптическом канале с реперной решеткой, отсчитывается время t, прошедшее с начала сканирования строки до момента появления сигнала "Трек" в फिल्मовом канале. Так как скорость светового пятна вдоль строки растра, вообще говоря, неравномерна, координата X не является линейной функцией времени t:

$$X = G(N, t; T). \quad (2)$$

Функции, аппроксимирующие F и G с заданной степенью точности, находятся калибровочными программами при сканировании специальных тестовых фотоснимков. При таком методе съема информации с фотоснимка в ЭВМ поступают не декартовы координаты X, Y элемента трека, а значения N, t,

используемые программой для вычисления по (1) и (2) декартовых координат. От измерительного автомата требуется, чтобы на протяжении нескольких часов, пока идет обмер фотоснимков, функции P и G оставались неизменными в пределах заданной точности. Другими словами, предъявляются высокие требования к стабильности раstra.

В работе ^{/3/} предложен метод съема координат, снижающий требования к стабильности раstra измерительного автомата. Метод использует разделение света от экрана ЭЛТ на три идентичных оптических канала: пленочный канал, канал реперной решетки и канал диагональной линии (рис. 2).

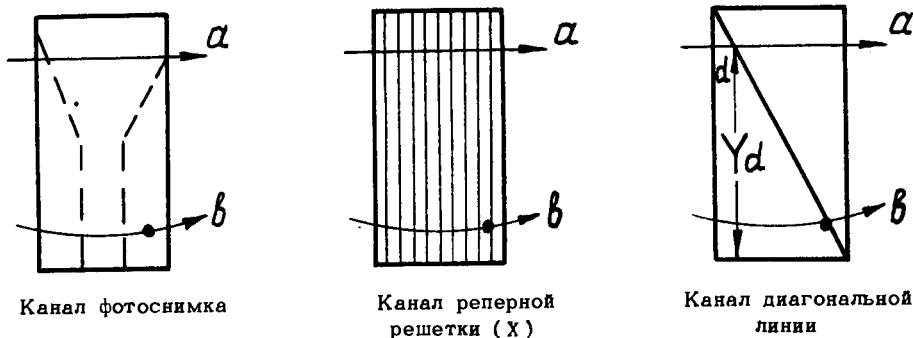


Рис. 2.

Из рис. 2 видно, что в момент пересечения пятном диагональной линии считывание показаний счетчика X позволяет легко получить координату Y_d в этой точке. Для вычисления координат Y измеряемых треков при использовании этого метода нужно все же знать функцию

$$Y = N(Y_d, X; T), \quad (3)$$

которая находится калибровочными программами. При обработке пленочной информации необходимо, чтобы N как функция X при заданной Y_d не зависела от времени T , т.е. сохранялась форма раstra в системе координат ЭЛТ.

В предлагаемом методе измерения координат снимаются требования к стабильности раstra. Суть метода состоит во введении двух реперных решеток в схеме с разделением на три оптических канала (рис. 3).

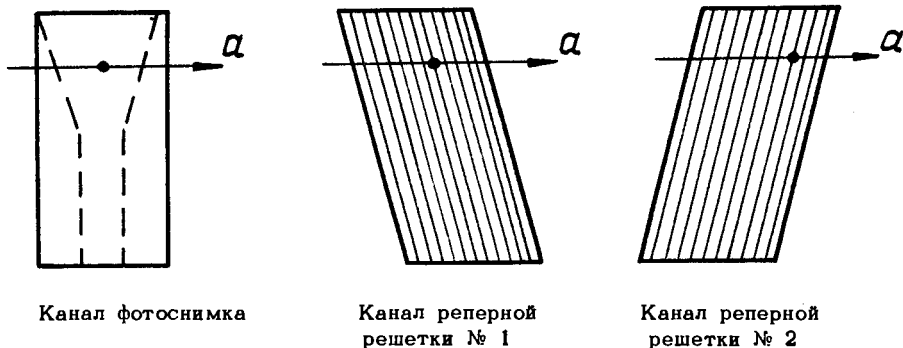


Рис. 3.

Нетрудно видеть, что показания счетчиков числа модуляций света в 1-м и 2-м каналах с реперными решетками суть не что иное как значения линейных функций I_1 , I_2 декартовых координат светового пятна в некоторой заранее выбранной системе отсчета.

Функции $I_1(X, Y)$ и $I_2(X, Y)$ могут быть найдены один раз при юстировке прибора и использованы программой ЭВМ для нахождения декартовых координат X, Y по значениям I_1 , I_2 , считанным в момент появления сигнала "Трек". Однако сама система координат может быть выбрана так, что функции $I_1(X, Y)$, $I_2(X, Y)$ сильно упрощаются, и преобразования над I_1, I_2 , дающие значения X, Y , могут быть выполнены схемно достаточно просто. Рассмотрим один из возможных вариантов.

Ось OY направим параллельно реперным линиям первой решетки таким образом, чтобы система координат XOY и обе реперные решетки после приведения к общему оптическому каналу были расположены, как на рис. 4.

Уравнения реперных линий в этой системе координат:

$$Y = kX - m\delta_1 \sqrt{k^2 + 1} \quad (4)$$

и

$$X = n\delta_2$$

где m и n - порядковые номера реперных линий 1-й и 2-й решеток, $k = tg\phi$.

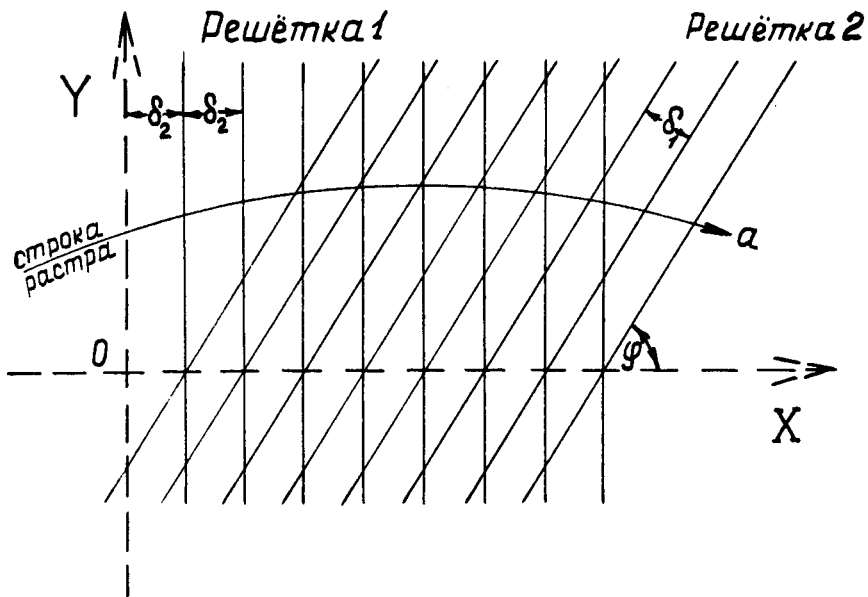


Рис. 4.

Выберем ϕ , δ_1 и δ_2 так, чтобы удовлетворялись условия:

$$\delta_1 \sqrt{k^2 + 1} = \delta_2 \quad \text{где целое } p > 0 \quad (5)$$

$$k = 2^p$$

Значения координат X , Y , выраженные в единицах $\delta = \delta_2 = \delta_1 \sqrt{k^2 + 1}$, обозначим x , y . Тогда уравнения реперных линий приводятся к виду:

$$y = 2^p x - m \quad (6)$$

$$x = n.$$

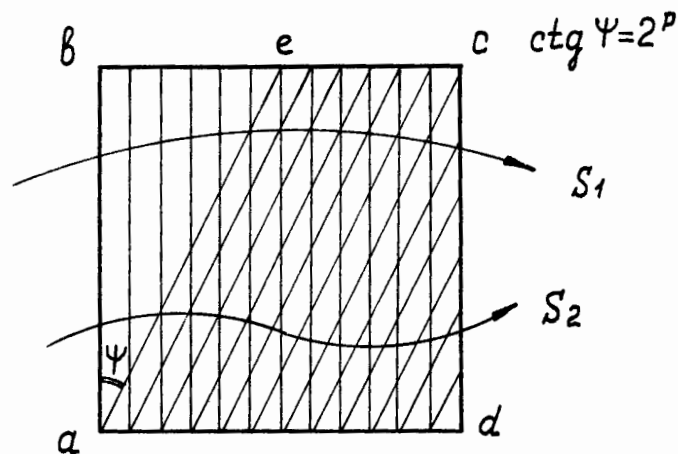
Из (6) следует метод получения координат в единицах δ :

$$x = n \quad (7)$$

$$y = 2^p n - m.$$

Здесь n и m — показания счетчиков в обоих каналах с реперными решетками в момент съема координат. Содержимое первого счетчика непосредственно дает значение x , а координату y снимаем с сумматора, на который подается код, дополнительный к m , и код n , сдвинутый на p разрядов.

Нетрудно видеть, что величины, даваемые соотношениями (7), являются декартовыми координатами только в области общей для обеих реперных решеток (после приведения к общему оптическому каналу). На рис. 5 $abcd$ — квадрат, внутри которого формируется растр ЭЛТ.



Р и с . 5.

Расположение реперных решеток соответствует значению $p=1$. В области $aecd$ соотношения (7) дают значения декартовых координат. Обнуление счетчиков m и n производится левее прямой ab .

При работе автомата на линии с ЭВМ в вычислительную машину можно передавать показания счетчиков m , n , а преобразование (7) осуществлять программным путем (m и n можно рассматривать как аффинные координаты). В этом случае рассмотренная схема содержит по сравнению со схемой^{/3/} лишь на один счетчик больше.

Несмотря на очевидный недостаток рассмотренного метода съема декартовых координат — неполное использование площади растра, — он представляет определенный интерес, так как позволяет работать даже при сильных искажениях и нестабильности растра (кривые S_1 и S_2 на рис. 5).

Л и т е р а т у р а

1. Proceedings of the Conference on Programming for HPD and other Flying Spot Devices, Paris, CERN 63 — 34, October 1963.
2. Proceedings of the Conference on Programming for Flying Spot Devices, Bologna, CERN 65 — 11, March 1965.
3. В.Н. Шкунденков. Телевизионный способ измерения координат треков частиц при автоматической обработке фотопленок с трековых камер. Препринт ОИЯИ Р-2057, Дубна 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 марта 1967 г.