

АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

В. И. Алехин

Х а р ь к о в

В последние годы интерес к использованию оптических методов в блоках ввода и вывода электронных вычислительных машин (ЭВМ), индикаторных и запоминающих устройствах заметно возрос. При помощи этих методов осуществляется прием информации, ее обработка и хранение. Цифровые данные записываются в фотопамять с весьма высокой плотностью и могут быть оптически считаны с большой скоростью. На 1 см^2 фотопластинки обычно приходится 10^4 — 10^6 каналов информации [1]. Блок-схема опτικο-электронного устройства вывода информации приведена на рис.1

В качестве источника света в устройствах такого типа применяются электронно-лучевые трубки (ЭЛТ). Носитель изображения — экран (ЭЛТ) — обладает двумя геометрическими измерениями и одним физическим — яркостью свечения люминофора. Электронный луч имеет три степени свободы: два направления движения (x , y) под воздействием отклоняющих систем и изменение плотности электронного пучка под воздействием модулятора. Дискретная информация на экране ЭЛТ в виде точек получается при использовании логических устройств, позволяющих создавать точечные растры с модуляцией яркости.

Кажущаяся яркость свечения B_k участка развертки Δx по закону Тальбота пропорциональна суммарному времени пребывания луча в этом участке

$$B_k = \int_0^T B(t) dt$$

или

$$B_k = \sum_0^T \Delta t_i.$$

Если скорость вывода достаточно высокая, усредненное распределение освещенности получим благодаря интегрирующим свойствам люминесцентного покрытия трубки. В этом случае при фотографировании время экспозиции для каждого участка фотопластинки будет одинаковым.

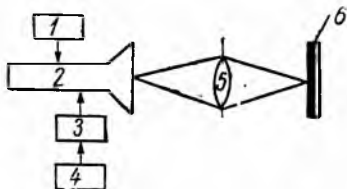


Рис. 1. Блок-схема опτικο-электронного устройства вывода информации на фотопластинку:

1 — блок разверток; 2 — ЭЛТ; 3 — блок управления; 4 — ЭВМ; 5 — объектив; 6 — фотопластинка.

Точки с экрана ЭЛТ на фотопластинку могут выводиться по мере определения их координат или массивом после того, как будут определены координаты всех точек. Комбинации точек на экране ЭЛТ будут соответствовать коду, который поступает из ЭВМ. Изображение в виде двоичного кода (рис. 2) наиболее удобно получить при ступенчатых развертках (рис. 3). После прихода первого импульса яркость свечения люминофора ЭЛТ становится равной B_1 и убывает по экспоненте

$$B(t) = B_1 e^{-\frac{t}{\gamma}},$$

где γ — коэффициент, пропорциональный длительности послесвечения люминофора. Для отечественных осциллографических трубок величина этого коэффициента лежит в пределах $10^{-2} - 10^{-3}$ сек [3.]. Если через время $t_1 = \frac{1}{f}$ приходит второй импульс, то яркость становится равной

$$B(t_1) = B_1 \left(1 + e^{-\frac{t_1}{\gamma}}\right).$$

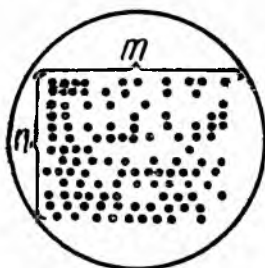


Рис. 2. Двоичная информация на экране ЭЛТ.

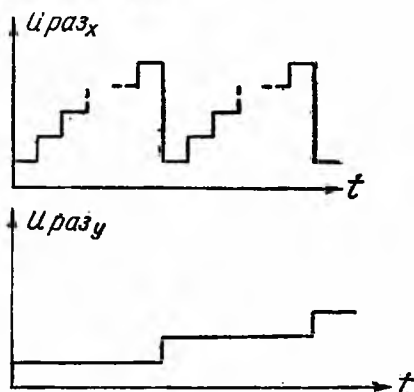


Рис. 3. График напряжения разверток ЭЛТ.

После n -го импульса

$$B(nt_1) = B_1 \left(\frac{1 - e^{-\frac{nt_1}{\gamma}}}{1 - e^{-\frac{t_1}{\gamma}}} \right).$$

При достаточно большом числе импульсов $e^{-nt_1} \rightarrow 0$ и

$$B(nt_1) = B_1 \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_1}{\gamma}}}.$$

Отсюда следует вывод, что при известной величине $B(t)$ для выбранного типа ЭЛТ можно определить отношение сигнал-шум, разрешающую способность и другие наиболее важные свойства оптико-электронной системы вывода информации.

В случае, когда информация на экран ЭЛТ выводится массивом частота изменения развертки по одной оси (вертикальной) должна быть в n раз меньше, чем по другой (горизонтальной). При этом число состояний луча будет равно $N = m \times n$, где m и n — число элементов разложения (точек) по осям x и y (рис. 2). Если время нахождения в одной

точке луча равно $t = \sum_0^{\tau} \Delta t_i$, то время существования кадра $\tau = tN$. Исходя из этого, время регистрации кадра на фотопластинку $T_{\phi} = k_0 \tau$.

Нетрудно заметить, что коэффициент k_0 будет зависеть от чувствительности фотопластинки, светосилы применяемого объектива и от уровня почернения, который требуется получить на фотопластинке [4]. При известном времени регистрации кадра скорость вывода информации определяется по формуле $U_{\phi} = \frac{\tau}{T_{\phi}} Q$, где U_{ϕ} — скорость вывода информации на фотопластинку; Q — количество двоичных единиц, выводимых за время существования кадра.

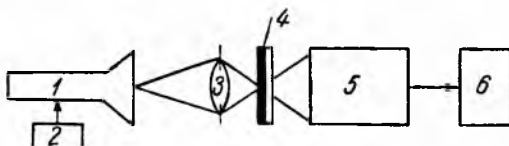


Рис. 4. Блок-схема оптико-электронного устройства считывания информации с фотопамати:

1 — ЭЛТ-5; 2 — блок разверток; 3 — микрообъектив; 4 — фотопамать; 5 — фотоэлектронный умножитель; 6 — ЭВМ.

Однако нужно учитывать, что скорость вывода сообщений из ЭВН при фотографировании с экрана ЭЛТ должна быть согласована с пропускной способностью фотопластинки, ибо при слишком высокой скорости вывода будет теряться информация, а при низкой — полезное машинное время. Максимальное число двоичных единиц, которое может быть выведено на экран ЭЛТ и зафиксировано на фотопластинку, будет зависеть от разрешающей способности обоих.

Обычно разрешающая способность фотопластинки значительно превышает разрешающую способность ЭЛТ. Но если удастся создать развертку с диаметром точки в несколько микрон [2], то начинает сказываться влияние зерен фотослоя. Нерегулярное распределение зерен в фотоэмульсии приводит к эффекту, эквивалентному шумам приемника, что значительно влияет на достоверность информации при считывании. Нерегулярность можно измерить, сканируя однородно засвеченную пластинку пучком круглого сечения с разными размерами площади сечений, регистрируя при этом флуктуации пропускания пластинки. Измеренная плотность ее почернения определяется числом почерневших зерен в пределах площади освещенного пятна. Полагая эти числа беспорядочно распределенными около статистического среднего значения $\bar{N}$, можно ожидать, что среднеквадратичное отклонение $\overline{\Delta D^2}$ пропорционально $\frac{1}{\bar{N}}$, т. е. пропорционально $\frac{1}{S}$, где S площадь сечения пучка, тогда $\overline{\Delta D^2} = \frac{G}{S}$, где G постоянно для данного типа фотопластинки [1].

В действительности получаемое соотношение несколько сложнее, однако для приближенной оценки влияния зернистости на достоверность воспроизводимой информации это выражение вполне достаточно.

Фотопамать, снабженная сканирующим устройством с бегущим пятном, приведена на рис. 4. Совершенствование таких систем в настоящее время идет по пути уменьшения размера точек при помощи микрообъек-

тивов. Уплотнение каналов записываемой информации позволит проектировать запоминающие устройства на фотопластинках емкостью до 10 двоичных разрядов [2].

В заключение следует отметить, что применение оптико-электронных устройств для обработки информации в ближайшее время войдет в повседневную практику. Совместное применение вычислительных машин оптико-электронных устройств позволит увеличить скорость обработки информации, автоматизировать такие процессы, как построение графиков и чертежей, получить значительный выигрыш во времени проведении сложнейших расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Дитчберн. Физическая оптика. Изд-во «Наука», 1965.
 2. Оптическая обработка информации. Сб. статей под ред. С. П. Ерквича. Изд-во «Мир», 1966.
 3. Л. В. Венчковский. Помехи в каналах телемеханики. Изд-во «Энергия», 1966.
 4. В. П. Деркач, Т. П. Живкова и др. Электролюминесцентная матрица фотографической регистрации изображений выводимых вычислительных машин. «Автоматика и приборостроение», 1964, № 1.
-