

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ДАТЧИКОВ ВВОДА ЦВЕТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЦВМ

Е. П. Путятин, В. П. Пчелинов, Н. Я. Какурин

Харьков

В настоящее время в ЭЦВМ используются в основном двухградационные системы фотоввода графической информации. Однако при рассмотрении различных объектов (картин, фотографий и др.) мы обычно имеем дело с изображениями со значительным числом полутеневых переходов, обладающих большой информативностью, различной цветностью, различным положением в пространстве, которые могут меняться с течением времени и т. д.

Такие объекты характеризуются распределением лучистой яркости по длине волны, во времени и пространстве

$$E = E(\lambda, x, y, t). \quad (1)$$

Максимальная и минимальная яркости изображения при изменении освещенности могут изменяться в широком диапазоне, что предъявляет соответствующие требования к фотоэлектрическим устройствам ввода информации.

В этом отношении идеальным устройством фотоввода является зрительный анализатор человека, работающий в диапазоне освещенностей $E_{\max}/E_{\min} = 10^8 \div 10^{10}$. Большой диапазон освещенностей объясняется функционированием адаптационного механизма зрительного анализатора.

С целью усовершенствования устройств фотоввода в ЭВМ в настоящей работе рассматриваются некоторые виды устройств ввода цветовой информации в электронную вычислительную машину.

В общем случае входными сигналами в ЭВМ могут быть сигналы от изображения, изменяющиеся во времени, пространстве и являющиеся функциями длины волны в каждой точке объекта. Для восприятия таких входных сигналов в качестве фотоприемников можно применить передающие телевизионные трубки типа «видикон» или «суперортикон», позволяющие получить высокую четкость — до 500 000 элементов разложения на объект или картину, и способные работать в условиях естественной освещенности (порядка 100 лк и даже ниже). В тех случаях, когда картина (объект) стационарна и однородна, входной сигнал представляет собой лучистую яркость, изменяющуюся только в функции длины волны. Для восприятия такой информации система фотоприемников может быть довольно простой и состоять из трех фотоэлементов, фотоумножителей или фотосопротивлений (рис. 1). Для того чтобы система фотоприемников не уступала глазу человека по количеству

различаемых цветовых оттенков, достаточно совпадения характеристик этой системы с любыми кривыми смещения, установленными для глаза человека с точностью до линейных преобразований.

Сигналы с фотоприемников в виде уровней напряжения поступают затем на преобразователь аналог-код, который разворачивает их последовательно во времени, чем достигается экономия оборудования (вместо трех каналов — один).

Известно [1], что человеческий глаз различает приблизительно 100 градаций по светлоте, 20 — по цветовому тону и около 10 по насыщенности.

Если положить в основу требование — устройство ввода не уступает глазу человека, то, ориентируясь на наибольшее количество градаций, можно рассчитать минимальное число разрядов двоичного счетчика из неравенства $2^n \geq 100$, где n — число разрядов счетчика, равное семи ($2^7 = 128 > 100$). Заметим, что расчет количества разрядов счетчика проведен для субъективных характеристик цвета, а с выхода фотоприемников получаем фотометрическую яркость. Диапазоны изменения светлоты и яркости обычно не соответствуют друг другу.

Несоответствие можно устранить трансформацией сигналов с выхода фотоприемников, например, ослабляя их или усиливая по определенному закону — применяя логарифмический или степенной преобразователь, как это подсказывает математическая модель преобразования яркости в светлоту [5]. Информация о цвете поступает в вычислительную машину через промежуточный блок связи, которым в простейшем случае может быть регистр памяти.

Процесс создания системы с тремя фотоприемниками весьма трудоемок. Основные трудности — разброс спектральных характеристик фотоприемников, влияние температуры, наличие темнового тока, инерционность и др.

Этот процесс можно облегчить и ускорить, используя избыточное количество фотоприемников с различными спектральными характеристиками и применяя затем необходимые математические преобразования сигналов с выхода последних. Учитывая, что на цифровой вычислительной машине выполняются практически любая математическая операция, всегда можно с достаточной точностью аппроксимировать необходимые спектральные характеристики определенным количеством произвольных характеристик, которыми обладают фотоприемники, имеющиеся в распоряжении. На рис. 2 приведена схема, обладающая необходимыми результирующими спектральными характеристиками.

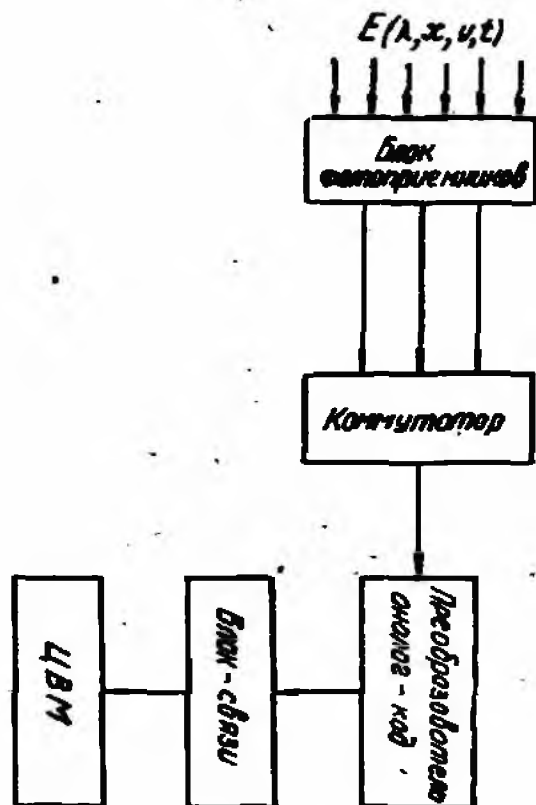


Рис. 1.

образованная путем суммирования сигналов с произвольными коэффициентами с выхода любых четырех фотоприемников.

Чтобы анализировать ее работу, обозначим коэффициенты, с которыми суммируются сигналы U_1, U_2, U_3, U_4 на блоках сумматоров 1, 2, 3 через

$a_i (i = 1, 2, 3, 4)$ — для первого сумматора;

$b_i (i = 1, 2, 3, 4)$ — для второго сумматора;

$c_i (i = 1, 2, 3, 4)$ — для третьего.

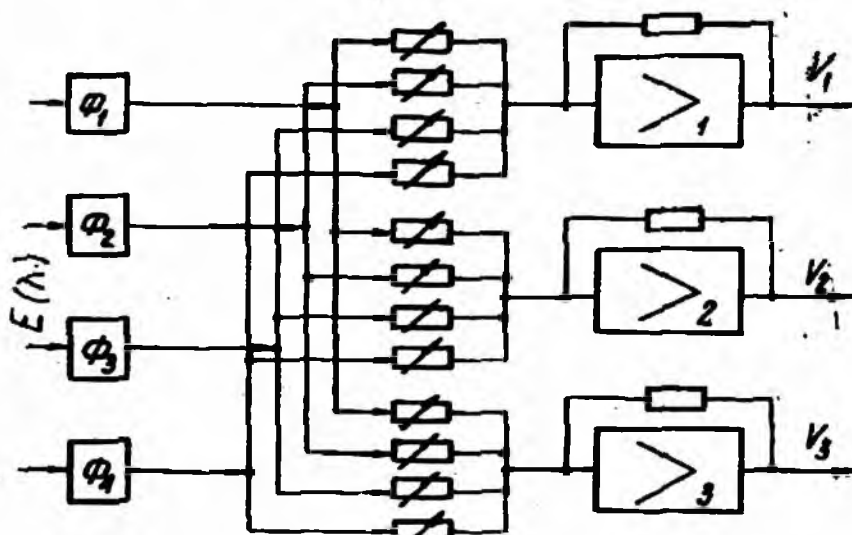


Рис. 2.

Тогда для сигналов на выходе сумматоров можно записать

$$V_1 = \sum_{i=1}^4 a_i U_i;$$

$$V_2 = \sum_{i=1}^4 b_i U_i;$$

$$V_3 = \sum_{i=1}^4 c_i U_i.$$

Пусть $C_1(\lambda), C_2(\lambda), C_3(\lambda), C_4(\lambda)$ — спектральные характеристики соответственно четырех фотоприемников $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$.

Тогда из (2) имеем

$$V_1 = \int_0^\infty E(\lambda) [a_1 C_1(\lambda) + a_2 C_2(\lambda) + a_3 C_3(\lambda) + a_4 C_4(\lambda)] d\lambda;$$

$$V_2 = \int_0^\infty E(\lambda) [b_1 C_1(\lambda) + b_2 C_2(\lambda) + b_3 C_3(\lambda) + b_4 C_4(\lambda)] d\lambda;$$

$$V_3 = \int_0^\infty E(\lambda) [c_1 C_1(\lambda) + c_2 C_2(\lambda) + c_3 C_3(\lambda) + c_4 C_4(\lambda)] d\lambda.$$

Отсюда следует, что спектральные характеристики всей системы, изображенной на рис. 2, определяются выражениями

$$\begin{aligned}\bar{V}_1(\lambda) &= \sum_{i=1}^4 a_i C_i(\lambda), \\ \bar{V}_2(\lambda) &= \sum_{i=1}^4 b_i C_i(\lambda), \\ \bar{V}_3(\lambda) &= \sum_{i=1}^4 c_i C_i(\lambda).\end{aligned}\tag{4}$$

Заметим, что уравнения (4) справедливы только для схем, в которых производится суммирование или вычитание сигналов с выхода фотоприемников, поскольку переход от (2) к (3) опирается на свойство аддитивности интеграла.

Анализируя зависимость (4), приходим к выводу, что возможности схемы, изображенной на рис. 2, в смысле конструирования системы с необходимыми спектральными характеристиками гораздо шире, чем у схемы, состоящей просто из трех фотоприемников и корректирующих светофильтров. Действительно, в данной схеме корректировка характеристик достигается не изменением типа светофильтра, его толщины, и т. д., а изменением падения напряжения на потенциометре.

Очевидно, при необходимости количество фотоприемников может быть увеличено, что повысит точность аппроксимации.

При известных спектральных характеристиках фотоприемников $C_i(\lambda)$ и спектральных характеристиках, которыми должна обладать система $\bar{V}_i(\lambda)$ коэффициенты a_i , b_i , c_i могут быть легко рассчитаны с помощью вычислительной машины.

Операции суммирования или вычитания в схеме производятся как на цифровой вычислительной машине, так и на специализированных устройствах, выполненных по типу решающих усилителей аналоговых вычислительных машин.

В заключение кратко остановимся на опыте конструирования устройства фотоввода цветной информации в ЭЦВМ на базе фотосопротивлений. Стоимость, габариты, простота обслуживания фотосопротивлений имеют неоспоримое преимущество перед фотоумножителями, которые, как правило, используются в качестве датчиков цвета [2, 3, 4].

К недостаткам фотосопротивлений обычно относят инерционность, температурную нестабильность, разброс спектральных характеристик.

Датчик цвета конструировался по схеме (рис. 2). Применение фотосопротивлений типа ФСК-1 и ФСК-2, коэффициент температурной нестабильности которых сравнительно мал (0,2% на 1°C), позволяло в значительной степени снижать влияние температуры на работу схемы. Для повышения стабильности работы фотосопротивления подвергались длительному старению. Входной информацией для устройства служил модулированный, отраженный от цветных образцов, свет, который через оптическую систему попадал на фотосопротивления.

Модуляция света применялась для уменьшения инерционности фотосопротивления, напряжение на выходах которых устанавливалось практически мгновенно при подаче соответствующих входных сигналов. Модуляция светового потока осуществлялась как с помощью механического

модулятора, так и освещением объекта пульсирующим светом. В качестве источника пульсирующего светового потока использовалась обычная люминесцентная лампа; только вместо дросселя, служащего для сглаживания пульсаций, применялось ограничительное сопротивление. Несмотря на то, что такой источник имеет линейчатый спектр, опыт показывает, что он вполне может применяться там, где не требуется колориметрической точности при анализе излучений.

Преимущество этого вида модуляции светового потока кроме простоты устройства и отсутствия механического вращателя состоит в том, что на точность работы прибора не влияют посторонние освещения, так как в этом случае регистрируется на выходе прибора только переменная составляющая напряжения, получаемая от пульсирующего источника светового потока, благодаря чему точность и стабильность работы устройства повышается.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Кравков. Цветовое зрение. Изд-во АН СССР, 1951.
2. Д. А. Шкловер, Р. С. Иоффе. Фотоэлектрический колориметр с непосредственным отсчетом цвета КНО-3. «Светотехника», 1957, № 10.
3. А. И. Рымов, Д. А. Шкловер. Фотоэлектрический компаратор цвета. «Светотехника», 1961, № 10.
4. Р. С. Иоффе. Приемники излучения для фотоэлектрической колориметрии. «Светотехника», 1958, № 6.
5. Ю. П. Шабанов-Кушнаренок. Математическая модель переработки информации в органе зрения человека. Сб. «Моделирование в биологии и медицине», вып. 1. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1966.