

И.М. Бокштейн

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ
ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
В ДИСПЛЕЙНОМ ПРОЦЕССОРЕ
(Москва)

В настоящее время для обработки изображений все более широко применяются различные цифровые системы. При большом числе обрабатываемых изображений и более или менее постоянном наборе операций обработки желательно использовать систему, обеспечивающую работу с изображениями в реальном времени с одновременной визуализацией и возможность оперативного вмешательства оператора в процесс обработки — так называемый дисплейный процессор. Такая система в большинстве случаев содержит цифровое запоминающее устройство (ЗУ), записанная в которое информация непрерывно считывается со скоростью телевизионной развертки, преобразуется в аналоговую форму и подается на вход высококачественного телевизионного монитора. На экране монитора при этом воспроизводится хранимое в ЗУ изображение.

Весьма желательным является хранение в ЗУ дисплейного процессора цветного изображения и его воспроизведение на экране цветного телевизионного монитора. Однако, к сожалению, объем ЗУ, необходимый для хранения цветного изображения, задаваемого, как правило, в виде "красной" R , "синей" B и "зеленой" G компонент, очень велик (более $3 \cdot 10^6$ бит). Создать быстродействующее и достаточно надежное ЗУ такого объема в настоящее время не представляется возможным.

Для сокращения объема подлежащих хранению данных естественно представить цветное изображение в виде яркостной Y и цветоразностных ($R-Y$ и $B-Y$) составляющих и использовать для их хранения различный шаг дискретизации, определяемый различной чувствительностью глаза к яркости и цвету малых элементов изображения. Далее, каждая из составляющих Y , $R-Y$ и $B-Y$ может быть преобразована с помощью одного из существующих методов кодирования. Сравнение этих методов с точки зрения степени сокращения избыточности и сложности их аппаратурной реализации показывает, что для кодирования наиболее удобно использовать дифференциальную импуль-

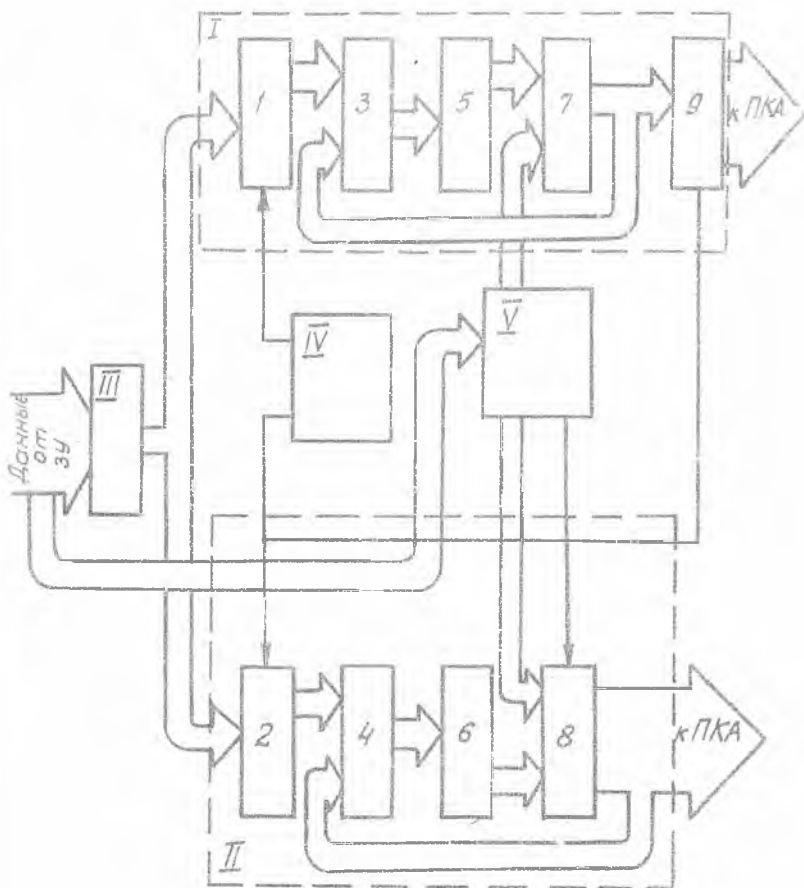
сно-кодovou модуляцию (ДИКМ) [1] с предсказанием по предыдущему элементу строки и независимым кодированием отдельных строк изображения. Для получения высокого качества восстановленного цветного изображения при этом достаточно использовать 7-уровневую нелинейную схему ДИКМ со сложной петлей обратной связи в кодирующем устройстве.

Система дифференциального кодирования используется для хранения цветного изображения в ЗУ дисплейного процессора, входящего в состав комплекса обработки изображений "Альфа" ИППИ АН СССР. Это ЗУ имеет объем 768 Кбит и может быть использовано для непосредственного воспроизведения черно-белого изображения, содержащего 256 строк по 512 6-разрядных отсчетов яркости.

Для работы с цветными изображениями создано устройство, восстанавливающее компоненты R , G и B изображения по хранящимся в ЗУ трехразрядным кодам ошибки предсказания для компонент Y , $R-Y$ и $B-Y$. Яркостная компонента перед кодированием и записью в ЗУ содержит 256 строк по 512 8-разрядных отсчетов, цветоразностные компоненты - 256 строк по 256 8-разрядных отсчетов. Коды ошибки предсказания для "красного" и "синего" цветоразностных сигналов записываются в ЗУ поочередно. Это приводит к образованию двух независимых каналов ЗУ - "яркостного" и "цветоразностного". Кодирование данных перед записью в каждый канал ЗУ осуществляется программным путем отдельно по каждой строке изображения с передачей истинных значений компонент первого элемента строки, занимающих по три трехразрядных ячейки ЗУ каждое. Для выделения истинных значений из последовательности кодов ошибки предсказания перед этими значениями в ЗУ записывается код-метка.

Структура декодирующего устройства, восстанавливающего отсчеты яркостной составляющей изображения, совпадает со структурой аналогичного устройства, используемого для восстановления черно-белого изображения [2].

Декодирующее устройство, предназначенное для воспроизведения цветоразностных компонент, показано на рис. 1. Оно состоит из блока код "синей" I и "красной" II цветоразностных компонент, преобразователя код-код III, коммутатора IV и схемы обработки начальных значений V. Трехразрядные коды из ЗУ поступают с телевизионной скоростью (13 МГц) на преобразователь код-код и схему обработки начальных значений. При появлении на входе устройства код-метки



Р и с. I.

значения компонент $R-Y$ и $B-Y$ первого элемента очередной строки посылаются в сдвиговые регистры схемы обработки начальных значений, и затем переписываются в выходные регистры 7 и 8 блоков цветоразностных компонент. Приходящие затем из ЗУ значения кодов ошибки предсказания для второго элемента строки преобразуются в преобразователе код-код в ее истинные 8-разрядные значения. Работа коммутатора обеспечивает поочередную запись этих значений во входные регистры I и 2 блоков I и II. На выходах сумматоров 3и 4 при этом

восстанавливаются 8-разрядные значения цветоразностных компонент второго элемента. Через специальные схемы срезки 5 и 6 эти значения переписываются в выходные регистры блоков, а во входные регистры вводятся значения ошибок предсказания для третьего элемента. Аналогичным образом обрабатываются все последующие элементы строки. Процесс восстановления продолжается до тех пор, пока на вход устройства не поступает код-метка первого элемента следующей строки. На выходах регистров 7 и 8 последовательно воспроизводятся значения компонент $R-Y$ и $B-Y$ всех элементов изображения. Для того, чтобы обе компоненты воспроизводились одновременно, в состав блока I включен регистр задержки 9.

Восстановленные значения $R-Y$ и $B-Y$ от блоков I и II поступают на преобразователи код-аналог. Сигналы с выхода этих преобразователей комбинируются в трех резисторных матрицах друг с другом и с выходным сигналом Y преобразователя код-аналог устройства декодирования яркостной составляющей, образуя сигналы R , G и B , которые через мощные интегральные усилители подаются на цветной телевизионный монитор. Опыт работы с цветными изображениями в дисплейном процессоре показал высокую эффективность применяемой системы кодирования и хорошее качество воспроизводимых изображений, практически ограничиваемое лишь параметрами используемого монитора.

Л и т е р а т у р а

1. К о н н о р Дж., Б р е с т н о р д Р., Л и м б Дж. Внутрикадровое кодирование изображений для передачи по цифровому каналу. - В сб.: Обработка изображений при помощи цифровых вычислительных машин. М., "Мир", 1973, с. 60-76.
2. Б о к ш т е й н И.М. Использование дифференциальной импульсно-кодовой модуляции для сокращения объема памяти дисплейного процессора. - В сб.: Вопросы кибернетики. Ижевска. Цифровая обработка и фильтрация изображений. Вып. 38, М., 1977.