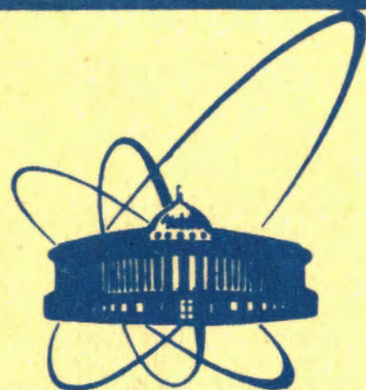


80-234



сообщения +
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

3534 / 2-80

28/7-80

P10-80-234

М.К.Баранчук, К.С.Глиненко, А.А.Карлов,
Э.Д.Лалчик, Г.А.Туркинов, В.И.Шклярский,
В.Н.Шкунденков

ВЫБОР РЕЖИМА СКАНИРОВАНИЯ
И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ
ДИСПЛЕЯ-МОНИТОРА-ТЕЛЕВИЗОРА

1980

В сканирующих автоматах АЭЛТ-1 и АЭЛТ-2/160 для отображения информации, получаемой при сканировании, применяются точечные дисплеи, работающие мониторами на этапе съема этой информации^{/1/}. Однако анализ изображения на экране дисплея затруднен тем, что полезные сигналы и помехи имеют одинаковую яркость, поскольку сигналы от ЭВМ нормализованы.

Применение сканирования снимка растром типа телевизионного и получение на экране дисплея полутонового изображения сканируемого участка /режим телевизионного монитора/ значительно облегчает анализ изображения^{/2/}. Таким образом, имея полутоновые и точечные изображения на разных экранах, оператор может более эффективно организовать обработку снимков на ЭВМ. Кроме того, телевизионный монитор по сравнению с системой оптического вывода имеет большее увеличение и быстродействие.

Рассмотрим особенности построения системы отображения информации, совмещающей в устройстве с одной ЭЛТ /кинескопом/ функции точечного дисплея, монитора и телевизионного монитора с автоматическим переходом с одного режима работы на другой. Для краткости назовем это устройство дисплеем-монитором-телевизором /ДМТ/. Обрабатываемый снимок сканируется построчно с одновременной записью поступающей информации в память ЭВМ и отображением ее на экране ДМТ. Сканирование может осуществляться непрерывным движением луча по строке и дискретным по кадру /АЭЛТ-1/, либо путем дискретного отклонения луча как по строке, так и по кадру /АЭЛТ-2/160/. В первом случае получается растр типа телевизионного, во втором - точечный. Последний вариант наиболее эффективен, так как позволяет определять координаты треков непосредственно по текущему значению кодов отклонения. Если точечный растр содержит, например, $10^8 \times 10^8$ точек, то при длительности периода тактовой частоты сканирования $T_0 = 2$ мкс время сканирования кадра составит $T_{ск} = 2$ с. Такая скорость сканирования требует применения в дисплее ЭЛТ с длительным послесвечением с тем, чтобы позволить оператору оценить полученное изображение.

После установки оператором требуемого режима сканирования производится перезапись полученной информации на магнитный барабан, а индикаторное устройство переводится в режим собственно дисплея. В этом режиме с барабана поступают на дисплей коды с постоянным периодом 40 мкс и периодом регенерации 40 мс, что создает на экране дисплея устойчивое изображение сканируемого участка снимка.

Как отмечалось выше, информация, получаемая при сканировании, преобразуется в нормализованный сигнал, т.е. в сигнал, амплитуда которого постоянна и не зависит от уровня контрастности пленки. Поэтому на экране дисплея все точки изображения имеют одинаковую яркость. В случае же обработки снимков с пониженной контрастностью изображений треков, когда уровень полезного сигнала приближается к уровню шумов, перед оператором возникают значительные трудности в визуальном отделении полезного сигнала от помех на экране дисплея, что связано с одинаковым уровнем их яркости.

Решение подобного рода задач значительно упрощается при совместном использовании двух методов отклонения пятна на экране сканирующей ЭЛТ: координатного и телевизионного. Так, например, если возникает необходимость детального анализа какого-либо участка изображения, выведенного на экран дисплея, то с помощью светового карандаша или иным путем в ЭВМ вводятся координаты центральной точки этого участка. В соответствии с введенным заданием с помощью ЭВМ устанавливается пятно на экране в заданную точку, и относительно нее разворачивается телевизионный растр размером 3×3 или 10×10 мм², т.е. происходит сканирование заданного участка пленки в телевизионном режиме. Ненормализованный сигнал со специального выхода виде усилителя подается на модулятор ЭЛТ дисплея. В результате на экране дисплея формируется полутоновое телевизионное изображение сканируемого участка. Поскольку часть кадра фотопленки сканируется телевизионным растром 3×3 /мм²/ или 10×10 /мм²/, а получаемое на дисплее изображение разворачивается на весь экран, то, даже при использовании в качестве индикатора кинескопа типа 16ЛК с рабочим полем экрана 90×110 мм² получается увеличенное изображение в 30 или 9 раз соответственно. Это вместе с полутоновым изображением облегчает оператору визуальный анализ результатов сканирования.

Использование телевизионного режима сканирования позволит оператору в некоторых случаях обойтись без оптического вывода обрабатываемого снимка на просмотрный стол, что дает возможность повысить производительность автомата.

Реализация телевизионного режима в рассматриваемых устройствах для автоматического обмера снимков с трековых камер связана с решением ряда противоречивых задач и нахождением оптимального режима сканирования.

Так, стремление к уменьшению потерь информации при сканировании вызывает необходимость увеличения числа строк разложения в кадре. В то же время во избежание мерцания растра частота кадров должна быть достаточно высокой. Последнее требование ведет к необходимости повышения частоты строчной развертки, однако максимальная частота развертки при заданном

количестве элементов разложения вдоль строки ограничивается временем послесвечения люминофора сканирующей ЭЛТ. Влияние времени послесвечения на допустимую скорость развертки в установках с бегущим лучом /для случая передачи сигнала с шириной штрихов $2r=1/2\lambda_m$ / определяется выражением ^{/3/}:

$$V_m = \frac{\sqrt{\pi} \cdot e^{-\frac{\pi^2}{16}} - \frac{e^{-\eta_i^2}}{(\frac{1}{2} V \cdot r_0)^2 + (\frac{\pi}{2})^2} \cdot (\frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{2} \eta_i - \frac{1}{V r_0} \cos \frac{\pi}{2} \eta_i)}{\sqrt{\pi} + e^{-\eta_i^2} \cdot 2V \cdot r_0}$$

где V_m - глубина модуляции тока ФЭУ; r_0 - постоянная времени затухания люминофора; λ_m - длина волны сигнала со штриховой миры; r - радиус пятна; $\eta_i = \frac{1}{4Vr_0}$; V - относительная скорость считывания в диаметрах за секунду.

После несложных преобразований получаем:

$$V_m = \frac{0,956 - \frac{e^{-\eta_i^2}}{4\eta_i^2 + 2,46} \cdot (\frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{2} \eta_i - 4\eta_i \cos \frac{\pi}{2} \eta_i)}{1,77 + e^{-\eta_i^2} \cdot 1/2\eta_i}$$

где поведение амплитудно-частотной характеристики определяется только одним параметром $-\eta_i$. Подставляя конкретные значения величины η_i , можно определить ряд значений V_m и V_m/V_{m0} где V_{m0} - глубина модуляции при $V=0$. Данные расчетов приведены в таблице.

Таблица

η_i	3	2	1	0,5	0,25
V_m	0,54	0,54	0,44	0,40	0,29
V_m/V_{m0}	1	1	0,82	0,74	0,54

В результате исследований ^{/3/} установлено, что при $\eta_i \geq 1$ введение коррекции послесвечения не обязательно. При $\eta_i \leq 0,35$ необходимо вводить как апертурную коррекцию, так и коррекцию послесвечения.

Принимая $\eta_i = 0,5$, при котором спад АЧХ находится еще в допустимых пределах /см. таблицу/, и учитывая реальные параметры просвечивающей ЭЛТ /диаметр пятна $2r=20$ мкм, $r_0 = 0,5$ мкс и длина строки $L=10$ мм/, определим минимальную длительность прямого хода строной развертки:

$$T \geq \frac{4\eta_i \cdot L \cdot r_0}{2r} = 500 \text{ мкс.}$$

Если допустить, что в кадре содержится 256 строк /2⁸/, учесть некоторый запас времени на обратный ход по строке и необходимость соблюдения кратности частоты кадров и частоты сети 50 Гц, то мы приходим к необходимости работы при частоте кадров 6,25 Гц /T_к = 160 мс/ и длительности периода строчной развертки 625 мкс.

При столь низкой частоте кадров и прогрессивной развертке даже применение ЭЛТ с длительным послесвечением люминофора не устраняет эффекта мерцания раstra. Уменьшить этот эффект можно введением многопольной развертки, при которой частота мерцания раstra повышается. Качество многопольной развертки проверялось на четырехпольном варианте разложения. Эксперимент показал, что четырехкратное увеличение частоты мерцаний раstra сопровождается отрицательными эффектами, а именно: кажущимся дрожанием строк либо эффектом непрерывно движущейся волны, что гораздо больше утомляет зрение оператора.

Поэтому в разработанном варианте устройства применено двухпольное /чересстрочное/ разложение, что соответствует частоте мерцания полей 12,5 Гц, и применена ЭЛТ с люминофором длительного послесвечения /1 с/. Это позволило получить устойчивое изображение как по яркости, так и по положению строк на экране.

Блок-схема разработанного прибора, названного ДМТ-1016, приведена на рис.1. Он состоит из цифро-аналоговых преобразователей каналов "X" и "Y" /ЦАП "X" и ЦАП "Y" /, усилителей отклонения /УО "X" и УО "Y" /, телевизионного синхронизатора /СГТ/, генератора пилообразного напряжения /ГПН/, переключателя кодов, переключателя режимов работы /"код" - "ТВ"/, масштабных усилителей каналов "X" и "Y" /МУ "X" и МУ "Y" /, схемы управления яркостью /СУЯ/, видеоусилителя сигналов ФЭУ /ВУ/, схемы защиты ЭЛТ от прожога /СЗ/, формирователя импульсов управления /ФИУ/, источника высоких напряжений /ИВН/, электронно-лучевой трубки /ЭЛТ/, отклоняющей системы /ОС/ и блока питания.

ДМТ-1016 обеспечивает работу в двух режимах: в режиме дискретного отклонения пятна на экране ЭЛТ по координатам "X" и "Y" и в телевизионном режиме /на рис.1 цепи коммутации условно объединены в переключателе S1 /.

В дискретном режиме переключатель S1 находится в положении "Код", обмотки электромагнитных реле обесточены, а их контакты К1-К5 находятся в положениях, обозначенных на рис.1. Параллельные десятиразрядные коды отклонения канала "X" поступают непосредственно на вход ЦАП "X", а коды отклонения "Y" - на ЦАП "Y" через переключатель кодов. Последний обеспечивает поступление на вход ЦАП "Y" либо кодов от ЭВМ, либо сигналов СГТ.

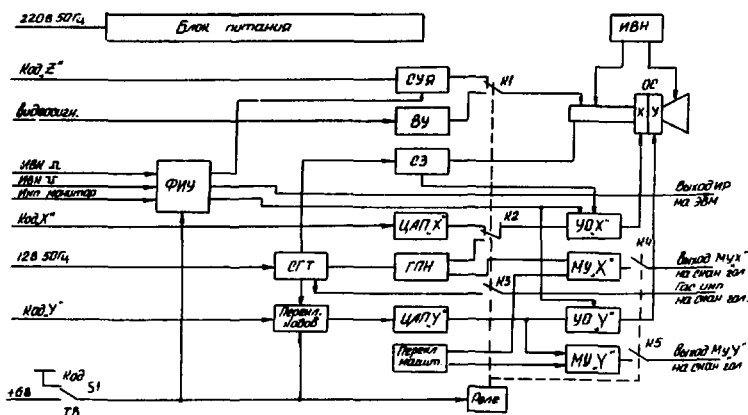


Рис. 1. Блок-схема дисплея-монитора-телевизора ДМТ-1016.

Напряжения с выходов ЦАП "X" и ЦАП "Y" подаются на входы УО "X" и УО "Y", где преобразуются в пропорциональные значения токов в обмотках ОС. В результате светящееся пятно на экране ЭЛТ будет расположено в точке с заданными координатами.

Уровень яркости свечения пятна определяется схемой СУЯ в зависимости от значения двухразрядного двоичного кода, поступающего на ее вход. Момент появления и длительность свечения пятна определяются импульсами подсвета, поступающими на другой вход СУЯ со схемы ФНУ, что позволяет исключить подсвет переходных процессов отклонения. Импульс подсвета имеет постоянную длительность и подается с задержкой по отношению к моменту поступления кодов координатного отклонения.

В схеме управления яркостью возможна также ручная регулировка яркости.

В приборе ДМТ-1016 предусмотрена защита экрана ЭЛТ от прожога в случае остановки пятна на длительное время. Для этой цели на вход схемы защиты поступает сигнал с выхода УО "X". Выходной сигнал СЗ изменяет потенциал катода ЭЛТ, вызывая ее запирацию на время длительной остановки пятна.

Формирователь импульсов управления /ФНУ/ обеспечивает работу прибора в двух вариантах дискретного режима: пассивном и активном. В качестве управляющих сигналов используются импульсы выдачи кода /ИВВ/ от управляющей ЭВМ.

Различие в режимах определяется величиной задержки импульсов подсвета относительно входных управляющих импульсов. Так,

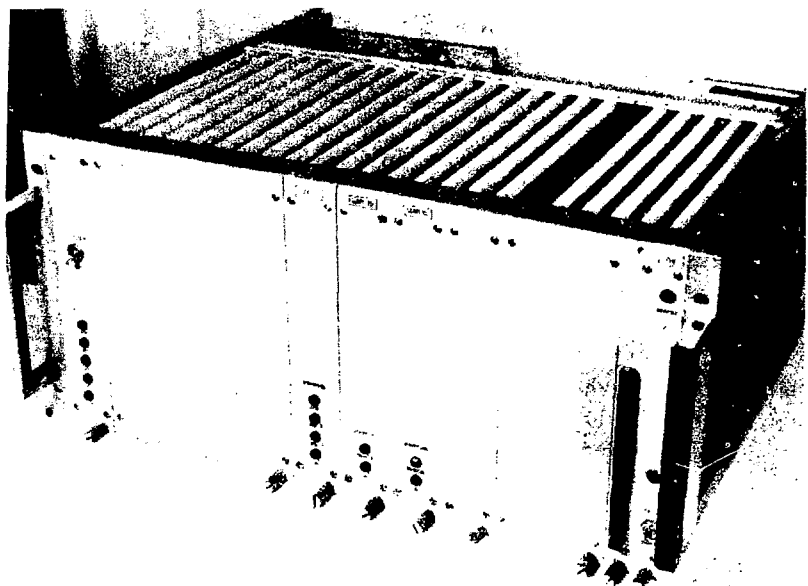


Рис. 2

в пассивном режиме импульсы подсвета задерживаются на постоянную величину независимо от длительности переходных процессов в каналах отклонения пятна. В активном режиме время задержки импульсов подсвета относительно переднего фронта ИВК определяется временем установления пятна на экране ЭЛТ. По окончании переходного процесса ФИУ вырабатывает импульс разрешения, который поступает в ЭВМ и определяет момент выдачи ЭВМ очередного кода. ФИУ вырабатывает также импульс защиты, отключающий выходные каскады УО в случае пропадания ИВК. В телевизионном режиме схема ФИУ автоматически отключается.

В телевизионном режиме напряжение $+6В$ через переключатель S1 поступает на переключатель кодов и обмотки реле, вызывая переключение контактов К1-К5. При этом на вход УО "X" поступает пилообразное напряжение с выхода ГПН, управляемого синхронизатором СГТ, а на вход УО "Y" - сигнал с ЦАП "Y"; на вход которого поступает параллельный восьмиразрядный код через переключатель кодов от СГТ. Таким образом, развертка по оси "X" /по строке/ непрерывна, а по оси "Y" - дискретна. Вместе с тем коды, формируемые СГТ, обеспечивают получение чересстрочной развертки по "Y".

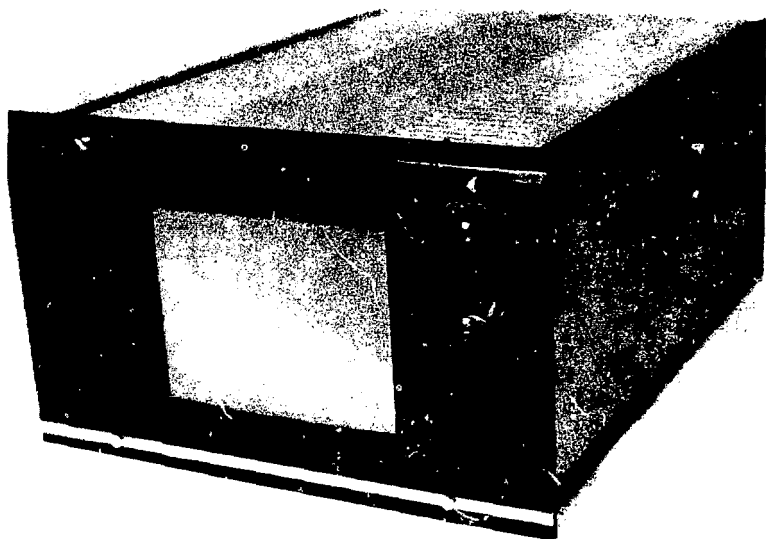


Рис. 3

Сигналы с выходов ГПН и ЦАП "Y" поступают на соответствующие масштабные усилители МУ "X" и МУ "Y". Выходы этих усилителей подключены к дополнительным входам усилителей отклонения УО "X" и УО "Y" сканирующей ЭЛТ автомата. Это позволяет получить на ее экране телевизионный растр размером 3х3 или 10х10 /мм²/. Размер телевизионного растра изменяется переключателем масштаба вручную или командой от ЭВМ.

Модуляция луча ЭЛТ в телевизионном режиме осуществляется как схемой защиты, так и видеоусилителем, на вход которого поступает напряжение с выхода ФЭУ, установленного в फिल्मовом канале автомата.

Основные технические данные ДМТ-1016

Геометрические искажения растра	- ≤10%
Размер рабочего поля экрана	- 90х110 мм ²
Количество строк разложения в телевизионном режиме при чересстрочной развертке	- 256
Частота кадров	- 6,25 Гц
Размер телевизионного растра	

на экране скакирующей ЭЛТ	- 3x3 или 10x10 мм ²
Время установления пятна на экране с точностью до 1%	
при максимальном отклонении	- ≤ 40 мкс
Разрядность ЦАП "X" и "Y"	- 10
Количество уровней яркости свечения пятна /в режиме дискретного отклонения/	- 3

Внешний вид базового и индикаторного блоков показан на рис.2,3 соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Burov A.S. et al. AELT-1 and AELT-2 CRT Scanning Devices. Oxford Conference on Computer Scanning. April, 1974, England.
2. Berge J.P., Harris J.F., Loken J.G. Oxford PEPR System Int.Conf. on Data Handling Systems in High Energy Physics. Cambridge, 1970, p.61-87.
3. Беляков В.С. и др. Амплитудно-частотные характеристики просвечивающих трубок камеры с бегущим лучом при различных скоростях считывания. "Вопросы радиоэлектроники", 1967, сер. IX, №5.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 марта 1980 года.