

# АНАЛИЗ МЕТОДОВ СКАНИРОВАНИЯ ПИРОВИДИКОННОЙ МИШЕНИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ КАМЕРЫ

В.И.Боженко, С.А.Воронов,  
О.П.Кондратов, П.А.Кондратов

Национальный университет  
“Львівська політехніка”  
г.Львов, ул. Ст.Бандеры, 12  
E-mail: ndki@polynet.lviv.ua

*Рассмотрено влияние сканирующих растров в различных режимах работы пировидиконной камеры на процесс формирования видеосигнала. Предложены способы уменьшения негативных последствий этого влияния.*

**Введение.** Применение в дистанционном мониторинге тепловизионных камер (ТК) на пировидиконах (ПВ) упрощает и удешевляет его процедуру [1]. Вместе с тем формирование видеосигнала в такой ТК имеет свою специфику, и недостаточно продуманная реализация сканирования её мишени может существенно ухудшить не только качество формируемого изображения, но и саму работоспособность ТК.

Целью данной статьи является рассмотрение влияния сканирующих растров в различных режимах работы ПВ на процесс формирования ею видеосигнала и возможных способов уменьшения его негативных последствий.

**Специфика формирования видеосигнала** в ТК на ПВ состоит в том, что хотя в ПВ, так же, как и в телевизионных (ТВ) видеоконках обычно используется режим сканирования медленными электронами, поскольку он обеспечивает наилучшую чувствительность, для ПВ реализация этого метода усложняется, т.к. нанесенные на его мишень за цикл сканирования отрицательные заряды не стекают с неё, а накапливаются от кадра к кадру из-за диэлектрических свойств мишени, что со временем приводит к запиранию ПВ и невозможности считывания отрицательной составляющей потенциального рельефа. Поэтому для обеспечения корректной работы ПВ необходимо принудительно компенсировать нанесенный за цикл считывания отрицательный заряд нанесением равного ему положительного заряда, называемого потенциалом пье-

дестала, а вызванную им составляющую в токе видеосигнала – током пьедестала (или просто пьедесталом). Для обеспечения баланса зарядов на всей мишени необходимо формирование такого сканирующего растра, чтобы он полностью перекрывал мишень [2].

**Оценка растровой неоднородности ПВ** в зависимости от фазы его работы (Рис. 1) была произведена путём математического моделирования и экспериментально [3].

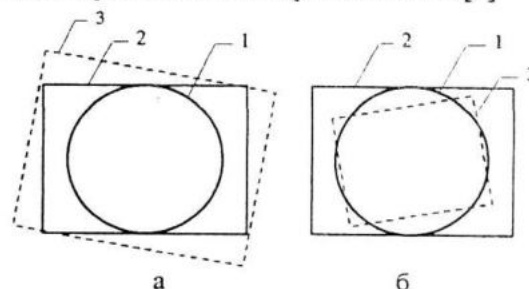


Рис. 1 – Соотношение растров ПВ:  
а, б – соответственно, увеличение и уменьшение  
растра компенсации; 1 – мишень ПВ,  
2, 3 – растры считывания и компенсации

Для реально используемых фокусирующе-отклоняющих систем (ФОС) [4] были выявлены уменьшения растра компенсации относительно растра считывания:

- электромагнитные ФОС – на 15%;
- электростатические разделённые – на 20%.

Для совмещённых ФОС выявлено как уменьшение, так и увеличение растра компенсации на 15% и его поворот на угол до  $10^\circ$ . Меньшие изменения размеров растра присущи электромагнитным совмещённым ФОС при их работе на фокусах высших порядков.

Выявленный эффект может привести к следующим отрицательным последствиям.

- значительные геометрические и нелинейные искажения растра и, соответственно, возрастание неоднородности и шумов пьедестала;
- рост растровой неоднородности за счет увеличения шага между строками;
- неполное использование площади растров считывания и компенсации, что, в первом случае, ведёт к уменьшению количества сканируемых пикселей, росту коммутационной инерционности и неоптимальному использованию полосы частот видеосигнала, а во втором – к росту растровой неоднородности за счет увеличения

шага между строками;

- вследствие поворота раstra на тепловом изображении может появиться муар, образованный наложением строк двух растров;

- нарушается заданная последовательность фаз сканирования, что ведёт к нестойкой работе ПВ и разрушению его мишени.

Минимизация негативных последствий расхождения растров в разных фазах сканирования возможна, прежде всего, путём увеличения раstra компенсации, поскольку это ведёт лишь к возможному появлению растровой неоднородности пьедестала, которое относительно легко может быть устранено применением дополнительных мер по дефокусировке электронного пучка. Такое увеличение раstra можно осуществить шунтированием ФОС, производимым во время обратного хода строчной развертки [5].

Полного использования площади раstra считывания и, соответственно, пространственной (ПРС) и энергетической (ЭРС) разрешающей способности, обеспечиваемой мишенью ПВ, можно достичь путем усовершенствования рабочего цикла ПВ (в частности, применяя вместо "традиционного" 2-фазного цикла "компенсация – считывание" 3-фазную циклическую последовательность фаз "компенсация – выравнивание – считывание", каждая из которых идёт в отдельном поле развертки [6]), что дало бы возможность:

- управлять размерами раstra в каждой из фаз сканирования;
- перейти от стандартной ТВ развертки к более оптимальным форматам;
- использовать в фазе считывания вписанный в круг мишени квадратный растр;
- увеличить количество строк сканирования при общем сохранении продолжительности кадровой ТВ развертки (которое оказывается оптимальным, если принять во внимание время, необходимое для накопления заряда мишени, а также последующее воспроизведение на ТВ мониторе).

Структура ТК (Рис. 2), которая, исходя из всего вышесказанного, может быть предложена, содержит генераторы развертки, осуществляющие сканирование мишени ПВ дискретным линейно-ступенчатым растром [7].

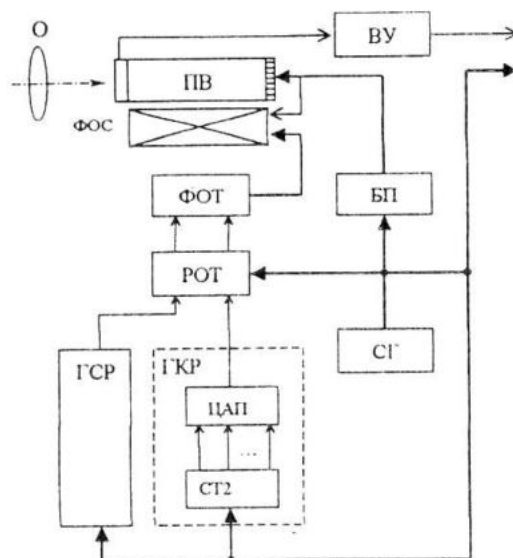


Рис. 2 – Структурная схема ТК:  
О – ИК объектив; ФОС – фокусирующе-отклоняющая система; ФОТ, РОТ – формирователь и регулятор отклоняющих токов; ГСР, ГКР – генераторы треугольной строчной и дискретной кадровой разверток; СТ2 – двоичный счетчик; ВУ – видеоусилитель; БП – блок питания; СГ – синхрогенератор

В данной ТК по сигналам синхрогенератора:

- обеспечивается синхронизация отображения на мониторе;
- блок питания формирует на управляющих электродах ПВ и на ФОС последовательность потенциалов, необходимую для работы ПВ в соответствующих режимах (цикл начальной подготовки – поляризация и разрядка, а также фазы сканирования мишени в рабочем цикле);
- регулятор отклоняющих токов в зависимости от текущего режима устанавливает значения токов, необходимые для формирования раstra нужного размера;
- запускается генератор строчной развертки;
- в генераторе кадровой развертки запускается двоичный счётчик, коды которого поступают на ЦАП, формируя в нём ступенчатый ток.

Сформированные генераторами развертки отклоняющие токи (Рис. 3) через регулятор и выходной формирователь поступают на ФОС. При этом, в отличие от ТВ развертки, обычно применяемой в ТК на ПВ (Рис. 4а), в предлагаемой ТК осуществляется реверсивное движение луча по строке и дискретное – по кадру.

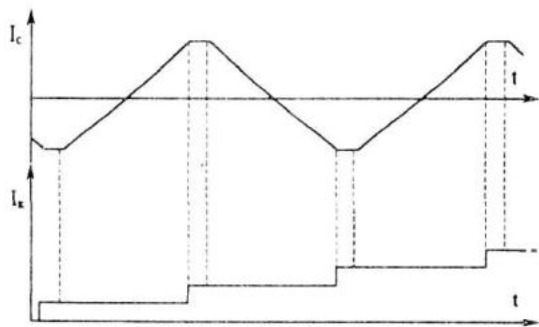


Рис. 3 – Формы отклоняющих токов:  
 $I_c$  - строки,  $I_k$  - кадра

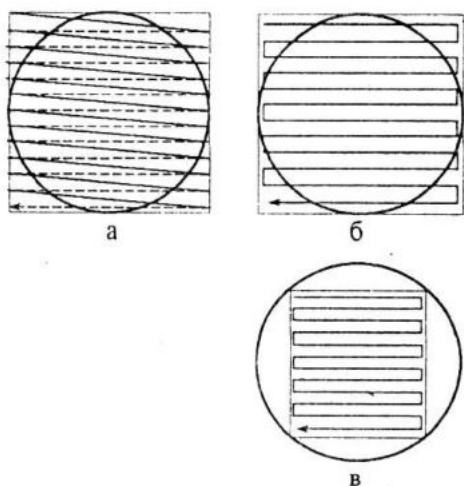


Рис. 4 – Формирование растров на мишени ПВ:  
 а – описывающего телевизионного;  
 б – описывающего дискретного реверсивного;  
 в – вписанного дискретного реверсивного

Регулятор отклоняющих токов задаёт в фазах поляризации и компенсации описанный растр (Рис. 4б), а в фазах считывания и выравнивания – вписанный (Рис. 4в). Растр фазы выравнивания выполняет функции уменьшения неоднородностей и шумов пьедестала, а также стабилизации потенциала поверхности мишени, периодически разряжая участки с избыточным потенциалом, что даёт возможность вписать растр фазы считывания в круг мишени. Сформированный в фазе считывания видеосигнал через видеоусилитель поступает на выход ТК.

**Выводы.** Переход от ТВ пилообразной к треугольной реверсивной строчной развертке делает ненужными затраты времени на обратный ход строки. Это позволяет увеличить количество строк в поле за время его стандартной ТВ развертки, приблизив его к

ПРС современных ПВ [8]. А переход от стандартной непрерывной кадровой развертки к дискретной обеспечивает структурную адекватность фаз сканирования на всём рабочем поле мишени ПВ, уменьшая тем самым воздействие шумов пьедестала на полезный сигнал и повышая равномерность сканирования по полю, предотвращая тем самым возможные потери информации, что, в свою очередь, создаёт условия для повышения ЭРС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боженко И.Б., Гой В.М., Клушин Ю.С., Кондратов П.А. Процессорный тепловизионный комплекс с дополнительным каналом изображения в видимом диапазоне спектра// Системы контроля окружающей среды. Сборник научных трудов НАНУ. - Севастополь: МГИ, 2002. - С.272-273.
2. Богомолов П.А., Сидоров В.И., Усольцев И.Ф. Приемные устройства ИК систем. - М.: Радио и связь, 1987. - 208 с.
3. Goj V.M., Hrytskiv Z.D., Kondratov P.A. Improvement of pyroelectric vidicone performance by trace and retrace scanning raster matching// Optoelectronic and Hybrid Optical/Digital Systems for Image/Signal Processing. - Kiev: SPIE, 2000. - Vol.4148, p.230-235.
4. Гой В.М., Кондратов П.О., Шклярский В.І. та ін. Фокусуєчо-відхилювальні системи для піровідиконних тепловізійних камер/ Вісник НУ "Львівська політехніка" №428. Радіоелектроніка та телекомунікації. - Львів: НУ "ЛП", 2001. - С.49-53.
5. Пат.44077 А Україна. МПК H04N 5/33. Тепловізійна камера/ В.М.Гой, П.О.Кондратов, В.І.Шклярський. - 2002; Бюл. №1.
6. Кондратов П.А., Ткаченко В.Ф. Повышение качества тепловых изображений объектов при проведении дистанционного мониторинга// Системы контроля окружающей среды: Мониторинг и модели. - Севастополь: МГИ, 2003. - С.26-27.
7. Пат.58292 А Україна. МПК H04N 5/33. Тепловізійна камера/ П.О.Кондратов. - 2003; Бюл. №7.
8. Боженко И.Б., Кондратов П.А., Ткаченко В.Ф. Усовершенствование режима работы высокочувствительного пировидикона в системе тепловизионного мониторинга// Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг. Сборник научных трудов НАНУ. - Севастополь: МГИ, 2004. - С.146-148.