

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

*П.А.Кондратов, В.Ф.Ткаченко*

Национальный университет  
"Львовская политехника"  
г.Львов, ул. Ст.Бандеры, 12  
E-mail: oganes@polynet.lviv.ua

*Применение тепловизоров на пировидиконах упрощает и удешевляет дистанционный мониторинг, но при этом часто возникает потребность повышения качества получаемых тепловых изображений. Предлагаемые многофазный метод подготовки мишени и первичная обработка пиросигнала существенно улучшают качество изображений объектов мониторинга.*

**Введение.** Методы инфракрасной (ИК) термографии широко используются в системах дистанционного мониторинга. Их основа – применение, наряду с прочим, тепловизионных камер, причём, несмотря на интенсивную разработку твёрдотельных интегральных приемников, широко применяются и тепловизоры на пировидиконах.

Их преимущества:

- низкая стоимость (на порядок ниже, чем у камер на твердотельных приемниках), массогабариты и потребление;
- спектральная неселективность;
- совместимость с ТВ системами.

Но надо учитывать, что работа в ИК диапазоне обеспечивает худшие, сравнительно с видимой частью спектра, показатели. Контраст и разрешение ИК изображения снижает, в частности, неравномерность потенциального рельефа мишени и, соответственно, считываемого с неё полезного сигнала (пиросигнала).

**Двухфазный рабочий цикл.** "традиционный" для пировидикона, состоит из фаз считывания и компенсации. В фазе считывания с мишени считывается пиросигнал, а на неё наносится отрицательный заряд. В фазе компенсации растр создаёт положительный потенциал смещения сканированной поверхности мишени – её пьедестал. Фазу компенсации ведут во время обратного хода (ОХ) строчной развёртки, а фазу считывания – во время её прямого хода

(ПХ), т.е. обе фазы осуществляют в одном поле развёртки.

Цикл полностью совместим с ТВ развёрткой, но при нём значительна неравномерность пьедестала по полю, вызванная:

- нелинейностью ОХ;
- флуктуацией вторичной эмиссии;
- структурной несовместимостью фаз из-за различия длительности и траекторий сканирования при ПХ и ОХ.

Это снижает равномерность и полноту считывания, т.е. уменьшение отношения сигнал/шум (С/Ш). Кроме того, равномерность пьедестала снижают нелинейность обтюрации и изменение коэффициента отражения обтюлятора в разных её фазах. В результате неравномерность пьедестала (а его уровень в 3-10 раз выше, чем уровень пиросигнала) достигает 15-30%. Поэтому весьма затруднительны оптимальные усиление пиросигнала и его оцифровка, т.к. для получения 8-10 значащих бит пиросигнала АЦП должен иметь (с учётом оцифровки пьедестала), как минимум, 12-14 разрядов.

**Трёхфазный цикл** "компенсация – выравнивание – считывание" повышает равномерность пьедестала. В фазе компенсации создаётся избыточный пьедестал. Фаза выравнивания снижает (выравнивает) пьедестал до номинального значения. Это подавляет неоднородность и шумы пьедестала и уменьшает остаточный потенциальный рельеф. Все эти фазы можно вести в одном поле развёртки. Для вспомогательных фаз может быть использовано время ОХ и время, высвобожденное переходом от ТВ формата 3:4 к формату 1:1 при сохранении длительности ТВ развёртки поля.

Это повышает С/Ш в  $\approx 1,4$  раза [1], но имеет практически все недостатки 2-фазного цикла. Для снижения их влияния нужны схемотехнические доработки, в частности, линейно-ступенчатая кадровая развёртка и выполнение вспомогательных фаз в отдельных полях.

**Многополевые циклы.** 3-фазный 4-полевой цикл – один из возможных их вариантов. При открытом обтюляторе в поле 1 во время ПХ строки идёт фаза выравнивания, а во время ОХ – фаза компенсации. В поле 2 идёт фаза считывания накопленного в поле 1 потенциального рельефа. То же идёт и при закрытом обтюляторе – в полях 3, 4.

А выполнение каждой из фаз в отдель-

ном поле даст 6-полевой цикл, позволяющий использовать типовую ТВ развёртку. Его можно реализовать для периодов обтюрации в 6 и 2 поля развёртки.

Их модуляционные передающие функции (МПФ) на участке "мишень-обтюратор" составят, соответственно:

$$M(\nu) = \frac{1 - \beta}{1 + \beta^N} \times \frac{3f_m}{(2\pi \cdot \nu)^2 \cdot D} \times \frac{1 - \exp(-2D(2\pi \cdot \nu)^2 / (3f_m))}{1 + \exp(-2D(2\pi \cdot \nu)^2 / f_m)}, \quad (1)$$

$$M(\nu) = \frac{1 - \beta}{1 + \beta^N} \cdot \frac{\tanh((\pi \cdot \nu)^2 D / f_m)}{(\pi \cdot \nu)^2 D / f_m}, \quad (2)$$

где  $f_m$  – частота обтюрации;

$\nu$  – пространственная частота;

$D$  – коэффициент термодиффузии;

$\beta$  – коммутационная инерционность;

$N$  – коэффициент избыточности

создаваемого пьедестала.

При этом (2) идентично МПФ 3-фазного 2-полевого цикла.

Для высоких пространственных частот расчётные МПФ всех рассмотренных рабочих циклов совпадают, а для средних 6-полевой цикл при 6-полевом периоде обтюрации обеспечивает наибольший подъём МПФ (Рис. 1).

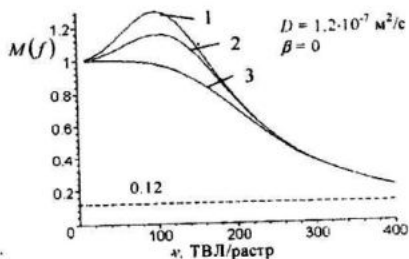


Рис. 1. – Расчётные МПФ для 6-полевого (1), 4-полевого (2) и 2-полевого (3) циклов

Увеличение периода обтюрации ведёт к увеличению диаметра и радиуса кривизны рабочей кромки дискового обтюратора [2], поэтому наиболее приемлим 3-фазный 6-полевой цикл при 2-полевом периоде обтюрации.

Компенсация неравномерности уровня пьедестала может быть осуществлена путём использования информации о ней в видеопроцессоре первичной обработки.

Дифференциальный усилитель (Рис. 2) из сигнала, поступающего на его вход в

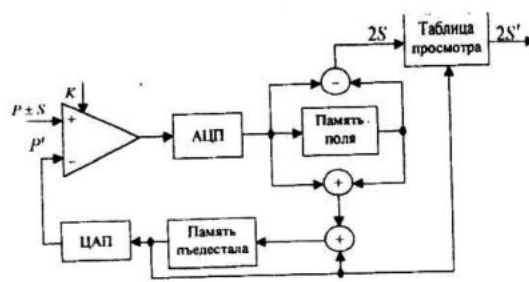


Рис. 2. – Структура видеопроцессора суммарно-разностной обработки

течение развёртки поля и содержащего компоненты пьедестала  $P$  и пиросигнала  $S$ , вычитает приближенное значение  $P'$ .

Для обеспечения оптимального динамического диапазона полученный сигнал усиливается в  $K \approx P_{max}/S_{max}$  раз, а затем оцифровывается в АЦП и запоминается в памяти поля. После изменения состояния обтюратора из него вычитается разностный сигнал следующего поля (где  $S$  – противоположной полярности) и вычисляется текущая погрешность  $P'$ :

$$\{(P \pm S - P') - (P \mp S - P')\} = 2S \quad (3)$$

$$\frac{(P \pm S - P') + (P \mp S - P')}{2K} = P - P' \quad (4)$$

Поправка (4) суммируется с предыдущим приближенным значением, считаным из памяти пьедестала. Информация с её выхода используется для коррекции выходного сигнала в соответствии с содержимым таблицы просмотра и для формирования нового значения  $P'$ .

**Выводы.** 3-фазный 6-полевой цикл при 2-полевом периоде обтюрации позволяет реализовать камеру без значительного усложнения типовых узлов ТВ развёртки и уменьшить разрядность первичной цифровой обработки, с увеличением эквивалентной разрядности выходного сигнала на, как минимум, 3-4 разряда, применив лишь один малоразрядный АЦП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. B.Singer, W.Stenec, E.Stupp, V.Kurczewski. Suppression of Pedestal Noise in a Pyroelectrics Vidicon// IEEE Transaction on Electron Devices. - 1980. - Vol.27, p.193-198.

2. Иванова В.В., Колобродов В.Г., Нестеренко И.А. Влияние модулятора на чувствительность пирокamеры// Оптический журнал. - 1994. - №2. - С.16-19.