

# ВЫСШАЯ ЧАСТОТА СПЕКТРА В КАМЕРАХ НА ПЗС- И КМОП-МАТРИЦАХ

Гриб Д.В., Ткаченко А.П., Хатьков Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь  
E-mail: tkachenko@bsuir.by

*Аннотация* — Приводится вывод выражения для расчета высшей частоты спектра  $F_B$  видеосигнала в камерах на ПЗС- и КМОП-матрицах с произвольным количеством элементов по двум координатам.

## 1. Введение

Частота  $F_B$  определяет минимальный размер передаваемой детали изображения, которой является элемент разложения — квадрат со стороной, равной толщине строки  $\delta = h/z$ . При этом условии численное значение  $F_B$  определяется по выражению [1, 2]

$$F_B = pkz^2 f_k (1-\beta) / (1-\alpha), \quad (1)$$

где  $p$  — коэффициент Келла;  $k$  — формат передаваемого кадра;  $z$  — количество строк;  $f_k$  — частота кадров;  $\alpha$  и  $\beta$  — относительные потери времени на гасящие импульсы по строкам и кадрам соответственно. В вещательном телевидении для  $D/K$  стандартов:  $p = 0,82$ ,  $\alpha = 0,18$ ,  $\beta = 0,08$ .

## 2. Основная часть

Выражение (1) справедливо для камер, в которых размеры элементов изображения вдоль и поперек строк одинаковы, а количество элементов вдоль строки равно

$$N_{э,стр} = kz_{акт} = kz(1-\beta). \quad (2)$$

Поскольку четкость ТВ изображения определяется по штриховым мирам в испытательной таблице, установим связь между числом ТВ линий  $N_{ТВЛ}$  (черных и белых), укладываемых по ширине изображения, и высшей частотой спектра  $F_B$ . В активной части строки длительностью  $T_{стр,акт}=64(1-0,18)=52$  мкс (при  $z = 625$  и  $f_k = 25$  Гц) укладывается  $(4/3)N_{ТВЛ}$  линий. Тогда, обозначив длительность одной линии  $\tau_N = \tau_э$ , получим значения частот  $F_B^*$  и  $F_B$ , МГц (т.е. без учета и с учетом коэффициента  $p$ ):

$$F_B^* = 1/(2\tau_э) = N_{ТВЛ}(4/3)/(2 \cdot 52 \cdot 10^{-6}) = 0,0128N_{ТВЛ},$$

$$F_B = pF_B^* = 0,82 \cdot 0,0128 = 0,0105N_{ТВЛ}.$$

Откуда получаем  $N_{ТВЛ} = 78,13 F_B^*$  и  $N_{ТВЛ} = 95,23 F_B$ . Например, отметке  $N_{ТВЛ} = 575$  (число активных строк при чересстрочной развертке) соответствует  $F_B^* = 7,3$  МГц, отметкам 472 и 400 линий — соответственно 6 и 5,08 МГц [2].

Однако ПЗС- и КМОП-матрицы выпускаются и с произвольным числом пикселей по строкам и столбцам (с формой пикселя отличной от квадратной).

Например: в системах охранного видеонаблюдения используются широкоформатные камеры; в спорте для контроля результатов финиша используется принцип щелевой съемки, где камера снимает лишь узкую вертикальную полосу в один или несколько пикселей. Поскольку при этом условие (2) не выполняется, нельзя воспользоваться выражением (1) для расчета  $F_B$ . В этом случае исходим из того, что  $F_B = p/(2\tau_э)$ , в которое необходимо подставить длительность  $\tau_э$  элемента изображения

$$\tau_э = T_{стр,акт} / N_{э,стр} = (T_{стр} \cdot (1-\alpha)) / N_{э,стр}, \quad (3)$$

где  $N_{э,стр} = N_{э,x}$  определяется выражением (2).

Выразим период строки  $T_{стр}$  через период кадра  $T_K = 1/f_k$  и число элементов матрицы в столбце  $N_{э,y}$

$$T_{стр} = T_{K,акт} / N_{э,y} = T_K \cdot (1-\beta) / N_{э,y}. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (3), получаем

$$\tau_э = T_K \cdot (1-\beta) \cdot (1-\alpha) / (N_{э,y} N_{э,x}). \quad (5)$$

Тогда выражение для  $F_B$  при произвольном числе элементов в строке и столбце примет вид

$$F_B = p / (2 \cdot \tau_э) = (p \cdot N_{э,y} \cdot N_{э,x}) / (2T_K(1-\beta)(1-\alpha)) = (p \cdot N_{э,y} \cdot N_{э,x} \cdot f_k) / (2(1-\beta)(1-\alpha)). \quad (6)$$

Выражение (6) является общим для расчета высшей частоты спектра  $F_B$ . Все остальные случаи, в том числе и выражение (1), являются частными решениями. Так, если выполняется стандарт разложения по вертикали, т.е.  $N_{э,y} = z_{акт} = z(1-\beta)$ , выражение (6) принимает вид [3]

$$F_B = (p \cdot z \cdot N_{э,x} \cdot f_k) / (2(1-\alpha)), \quad (7)$$

по которому рассчитывается значение  $F_B$  при произвольном значении числа элементов только в строке. При подстановке в (7) стандартного количества элементов в строке, определяемого выражением (2), получается частный случай — известное выражение (1).

## 3. Заключение

Получено общее выражение для расчета высшей частоты спектра ТВ сигнала.

## 4. Список литературы

- [1] Джакония В.Е. Телевидение: учебник для вузов / В.Е. Джакония [и др.]. — М.: Радио и связь, 2004. — 616 с.
- [2] Кириллов В.И. Телевидение и передача изображений: учеб. пособие для вузов / В.И. Кириллов, А.П. Ткаченко. — Минск: Выш. школа, 1988. — 312 с.
- [3] Гриб Д.В. Применение твердотельных датчиков изображения в системах видеонаблюдения специального назначения / Д.В. Гриб, А.Н. Иванов, А.П. Ткаченко, В.М. Карпеня // Современные средства связи: материалы XVII Междунар. НТК. — Минск: УО ВГКС, 2012. — С. 109 — 111.

## HIGH FREQUENCY OF A SPECTRUM IN THE TV CAMERA ON CCD AND CMOS

Grib D.V., Tkachenko A.P., Hatkov D.A.  
Belarusian State University of Informatics  
and Radioelectronics, Belarus

*Abstract* — An expression for the calculation of the highest frequency in the spectrum of  $F_B$  video cameras on the CCD and CMOS image sensor with an arbitrary number of elements in the two coordinates is derived.