

СОХРАНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕХМЕРНЫХ РЕКУРСИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА МАТРИЦАХ ПЗС ПРИ НАЛИЧИИ ВНУТРЕННИХ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПОМЕХ

к.т.н. В.Н. Анохин
(представил д.т.н., проф. А.И. Стрелков)

Предложен метод уменьшения влияния внутренних детерминированных помех, ограничивающих степень накопления малоподвижных ТВ - изображений трехмерными рекурсивными фильтрами на матрицах приборов с зарядовой связью путем переноса фильтрации в область верхних частот по межкадровой частоте.

В случае идеального рекурсивного фильтра на ПЗС [1] его устойчивость достигается выбором весовых коэффициентов $(1 - \alpha)$ входного и α обратной связи при $0 < \alpha < 1$. При наличии внутренних детерминированных помех не удастся достичь длительного накопления сигнала и, следовательно, достичь потенциально возможного подавления входного шума из-за возбуждения фильтра.

Все детерминированные помехи фильтра на ПЗС можно представить в виде единой помехи на входе 2 фильтра (рис.1), спектр которой $G_{п}(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ сосредоточен при $\omega_z = 0$ или вблизи $\omega_z = 0$.

Модуль передаточной функции фильтра по входу 2 определяется выражением

$$K_{\phi 2}(\omega_x, \omega_y, \omega_z) = \frac{\alpha}{\sqrt{1 - 2\alpha\beta K_3(\omega_x, \omega_y) \cdot \cos(\omega_z \cdot T + \varphi_3(\omega_x, \omega_y)) + \alpha^2 \beta^2 \cdot K_3^2}},$$

где $K_3(\omega_x, \omega_y)$ – АЧХ матрицы ПЗС в режиме задержки; $0 < \alpha < 1$; $\beta = \pm 1$.

При $\beta = 1$ и $K_3 = 1$ для внутренней помехи $\varphi_3 = 0$, спектр которой сосредоточен при $\omega_z = 0$, уровень детерминированной помехи на выходе фильтра определится из выражения

$$U_{пвых} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} U_{пвх2}.$$

Тогда

$$\frac{U_{\text{ПВЫХ}}}{U_{\text{ПВХ2}}} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

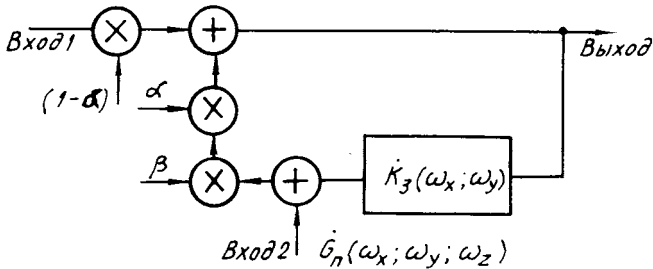


Рис. 1. Структурная схема трехмерного рекурсивного фильтра на матрице ПЗС

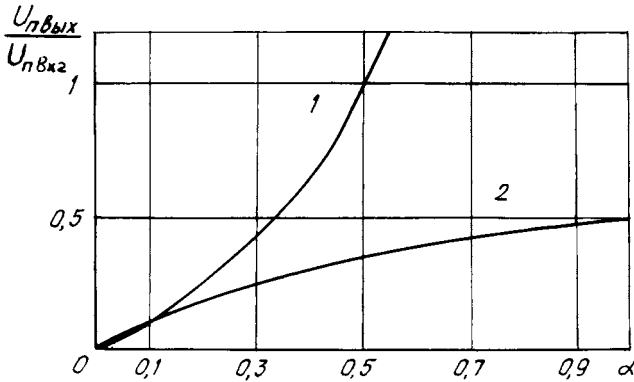


Рис. 2. Зависимости отношения помехи на выходе фильтра к помехе на входе 2 от коэффициента весового суммирования

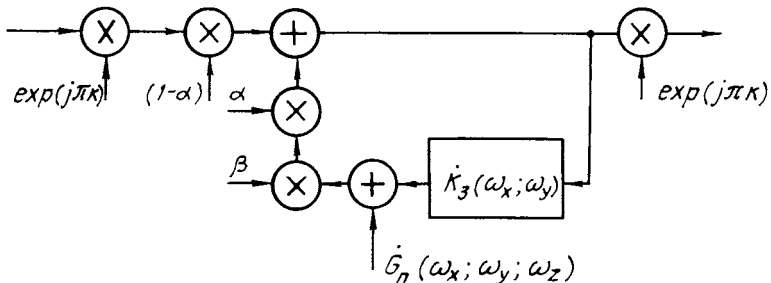


Рис. 3. Структурная схема трехмерного рекурсивного фильтра на матрице ПЗС с инверсией спектра входного и выходного сигнала по межкадровой частоте ω_z

Этому выражению соответствует график 1 на рис.2. Как видно из графика, при $\alpha > 0,5$ помеха начинает усиливаться и ее уровень может превысить максимальный для входного сигнала матрицы. Это проявится в переполнении ячеек и потере изображения. Чтобы избежать этого, можно использовать структуру трехмерного фильтра с характеристикой ФВЧ по межкадровой частоте ω_z , когда $\beta = -1$. В таком фильтре уровень детерминированной помехи на выходе при $K_3 = 1$, $\varphi_3 = 0$ определяется выражением

$$U_{\text{пвых}} = \frac{-\alpha}{1+\alpha} U_{\text{пвх2}}.$$

Тогда

$$\left| \frac{U_{\text{пвых}}}{U_{\text{пвх2}}} \right| = \frac{\alpha}{1+\alpha}.$$

Этому выражению соответствует график 2 на рис.2. Из графика видно, что при этом не только не происходит возбуждение фильтра, но и уровень помехи на выходе составляет не более 0,5 от уровня внутренней совокупной помехи даже при максимальном накоплении ($\alpha \rightarrow 1$).

Для сохранения характеристики фильтра НЧ по координате ω_z для входного сигнала при $\beta = -1$ необходимо осуществить инверсию спектра входного и выходного из матрицы ПЗС сигнала изображения [2] по этой координате, умножая его на $(-1)^K$, где K - номер кадра ТВ - изображения. При этом фильтру в частотной области будет соответствовать структура, приведенная на рис.3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин В.Н. Применение матриц ПЗС в качестве устройств задержки в рекурсивных накопителях ТВ - изображений // НТС РЭО ЛА. – К.: КВВАИУ, 1990. – Вып.5. – С. 72 - 74.
2. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.

Поступила в редколлегию 26.04.2000