

25. Физическая энциклопедия. Т.1. М.: Советская энциклопедия. 1990.
26. Физическая энциклопедия. Т.2. М.: Советская энциклопедия. 1990.
27. Физическая энциклопедия. Т.3. М.: Советская энциклопедия. 1992.
28. Физическая энциклопедия. Т.4. М.: Советская энциклопедия. 1994.
29. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля. Перевод с английского Николаева Ф.А., Свириденко Ю.П. М.: Мир. 1972.

Поступила 29.01.2003г.

УДК 621.397.27

Попов С. А.

СИСТЕМА ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ С ВРЕМЕННЫМ УПЛОТНЕНИЕМ КОМПОНЕНТНЫХ СИГНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ «МИР», «АЛЬФА» .

Введение

С начала полетов пилотируемых космических кораблей одной из основных проблем явилась необходимость обмена борт-земля, земля-борт визуальной информацией. Так уже при полете Ю.А.Гагарина использовалась телевизионная система с разрешением 100 строк. В дальнейшем на пилотируемых космических кораблях (ПКК) использовались стандартные системы черно-белого телевидения. Для передачи изображения на землю применялась система ретрансляции через наземные приемные станции (НИП) и спутники-ретрансляторы «Молния». При подготовке совместного советско-американского полета по программе «Союз»-«Аполлон» во Всесоюзном НИИ телевидения была разработана последовательная по полям система передачи цветного изображения, основанная на использовании черно-белой телекамеры с вращающимся светофильтром. Однако, ее значительным недостатком явилось цветовое расслоение изображения при передаче подвижных изображений. Попытка применить цветные телекамеры, работающие в стандартных системах СЕКАМ, ПАЛ оказалась неудачной, так как выяснилось, что система ретрансляции НИП-ы-«Молнии» в ряде случаев не обеспечивает нужной для этих систем полосы пропускания. Особо остро проблема встала при подготовке полета японского журналиста в 1990 г., где одним из условий контракта было обеспечение передачи качественного цветного изображения. Поскольку изменение качественных параметров инфраструктуры ретрансляции влекло неоправданно высокие экономические затраты, специалистами Ракетно-Космической Корпорации «Энергия» было принято решение о необходимости применения специальной системы цветного телевидения, позволяющей найти компромисс между качеством цветного изображения и возможностями существующей системы ретрансляции. После анализа ряда предложенных систем к концу 1989 г. была выбрана система с временным уплотнением сигналов яркости и цветности, предложенная автором настоящей статьи [1,2]. Успешная реализация этой системы (шифр «Кулик») дала толчок к дальнейшему развитию бортовых систем цветного

телевидения (ЦТ), бортовых интерфейсов обмена между различными системами ЦТ, интерфейсов обмена данными между телевизионной системой космической станции «Мир» и внутренней локальной вычислительной сетью.

Основные характеристики разработанной системы

В настоящее время в телевизионной технике начали широко применяться методы передачи изображения в цифровой форме. Однако, их применение требует использовать специальные каналы связи с весьма жесткими требованиями на качественные характеристики. В некоторых случаях возможна передача сигнала изображения только в аналоговой форме, но и при этом требования к каналам связи также достаточно высоки. Поэтому для нестандартных каналов связи борт-земля был предложен метод передачи компонентных сигналов цветного телевидения [1, 2], основанный на временном уплотнении сигналов яркости и цветности. Сжатые во времени сигналы яркости и цветности последовательно передаются во время активной части телевизионной строки, что обеспечивает сохранение качества цветного изображения в условиях значительного отклонения параметров каналов связи от стандартных. Это обусловлено следующими причинами:

- сигнал цветности передается в низкочастотной области спектра, что снижает чувствительность системы к ограничению полосы частот канала передачи и шумам в области высоких частот, что свойственно спутниковым каналам с частотной модуляцией,
- исключаются перекрестные помехи между сигналами яркости и цветности, которые всегда присутствуют при передаче композитного (совместимого) сигнала,
- повышается разрешающая способность изображения в горизонтальном направлении.

При формировании уплотненных во времени компонентных сигналов целесообразно преобразовать сигналы в цифровую форму, записать их в память и затем считать с обратным преобразованием в аналоговую форму. При этом с целью унификации параметров дискретизации, записи и считывания сигналов при их сжатии во времени они должны соответствовать параметрам цифрового кодирования студийного стандарта 4:2:2.

Для более эффективного использования пропускной способности канала передачи в интервале каждой строки можно передавать только один цветоразностный сигнал. В этом случае второй цветоразностный сигнал передается в соседних строках поля изображения.

Основным параметром системы временного уплотнения является коэффициент сжатия компонентных сигналов. Очевидно, что чем больше информации желательно передавать в одной активной части строки, тем большее сжатие во времени следует применять. Однако, это влечет за собой расширение полосы частот передачи и рост мощности шумов после временного растяжения. В табл. 1 приведены параметры нескольких вариантов построения систем с временным уплотнением при передаче в строке одного цветоразностного сигнала.

Оценка качества изображения системы с временным уплотнением

Основное условие научно обоснованной оценки телевизионной системы – наличие достоверных данных по зависимости качества ТВ изображения от основных видов искажений [3]. В частности можно рассчитать качество ТВ изображения в системе с временным уплотнением по известным ограничениям полосы частот канала передачи. В результате систематизации и анализа экспериментальных данных предложены характеристики ухудшения при ограничении полосы частот составляющих яркости и цветности [4]. Характеристика ухудшения аппроксимируется функцией

$$I = \sqrt{\left(\frac{d_{MY}}{d_Y}\right)^{2 \cdot GY} + \left(\frac{d_{MC}}{d_C}\right)^{2 \cdot GC}}$$

где I – ухудшение в импах, d_Y , d_C – полоса частот сигнала яркости и цветности соответственно в МГц, $d_{MY} = 2,05$, $d_{MC} = 0,52$ величина искажений соответствуют оценке качества 3 балла по пятибальной шкале, $GY=4,0$, $GC=2,68$ параметры накладываемой характеристики ухудшения.

Результаты расчета характеристики ухудшения и оценки по пятибальной шкале качества ТВ изображения системы с временным уплотнением компонентных сигналов с учетом ограничения полосы частот канала передачи приведены в табл. 2.

Полученные данные были положены в основу выбора, разработки и оценки системы с временным уплотнением для передачи по собственной радиолинии КС «Мир».

В рассматриваемой системе с уплотнением компонентных сигналов цветоразностные сигналы передаются поочередно от строки к строке. При этом возможны два варианта поочередной коммутации сигналов: первый – непрерывное чередование периодом в четыре поля, как в системе СЕКАМ, второй – с принудительной предустановкой чередования и с периодом в два поля, что позволяет производить покадровую обработку и видеомонтаж. При поочередной передаче цветоразностных сигналов происходит вертикальная субдискретизация (децимация по вертикали) составляющих изображения, что вызывает специфические искажения – цветное мерцание горизонтальных и наклонных границ, муары на горизонтальных и наклонных периодических структурах. Теоретически для предотвращения этих искажений должно производиться предфильтрация, а при восстановлении – постфильтрация [5].

Предлагаемый теоретический анализ искажений цветного изображения удобнее рассматривать в вертикально-временной плоскости т.е. в плоскости переменных u и спектральной вертикально-временной плоскости переменных ω_y, ω_t .

При использовании аппарата дискретизирующих функций в векторной форме [6, 7], вертикально-временная дискретизирующая функция изображения, образуя гексагональную структуру при чересстрочной развертке описывается выражением:

$$D(\mathbf{x}) = \sum_{\mathbf{m}} \delta(\mathbf{x} - V \cdot \mathbf{m})$$

Структура дискретизации задается решеткой, определяемой матрицей образованной векторами дискретизации $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2$ являющимися базисом решетки

$$V = \begin{vmatrix} \mathbf{x}_1 & \mathbf{x}_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 \cdot Y & Y \\ 0 & T \end{vmatrix}$$

где Y – шаг строк в кадре, T – период полей, \mathbf{m} – вектор целочисленных значений.

Спектральная дискретизирующая функция, являющаяся векторным преобразованием Фурье выражения (1), и имеет вид:

$$D(\vec{\omega}) = \frac{(2 \cdot \pi)}{|\det V|} \cdot \sum_{\vec{k}} \delta(\vec{\omega} - U \cdot \vec{k}) \quad (2)$$

где

$$U = 2 \cdot \pi \cdot V^{-T} = \begin{vmatrix} \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} & 0 \\ -2 \cdot \pi & \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} \end{vmatrix}$$

является матрицей спектральной структуры дискретизации образованной базисными векторами.

V^{-T} - транспонированная матрица от обратной,

\vec{k} - вектор целочисленных значений.

Скалярная форма спектральной функции дискретизации имеет вид:

$$D(\omega_y, \omega_t) = \frac{(2 \cdot \pi)}{|\det V|} \sum_{k_1} \sum_{k_2} \delta\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}\right) \cdot \delta\left(\omega_t + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}\right) \quad (3)$$

Вертикально-временной спектр цветоразностной составляющей изображения с учетом предфильтрации и дискретизации описывается выражением:

$$C^*(\vec{\omega}) = \sum_{\vec{k}} C(\vec{\omega} - U \cdot \vec{k}) \cdot P(\vec{\omega} - U \cdot \vec{k})$$

где $C(\vec{\omega})$ - пространственный спектр цветоразностной составляющей исходного изображения.

$P(\vec{\omega} - U \cdot \vec{k})$ - вертикально-временная частотная характеристика предфильтра реализуемого как пространственный нерекурсивный фильтр на структуре дискретизации задаваемой матрицей V .

Процесс субдискретизации цветоразностного сигнала для первого варианта чередования определяется матрицей децимации D_1 , которая позволяет получить новую структуру дискретизации с матрицей V_1 являющейся подрешеткой исходной структуры:

$$D_1 = V^{-1} \cdot V_1 \quad V_1 = V \cdot D$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad V_1 = \begin{vmatrix} 4 \cdot Y & Y \\ 0 & T \end{vmatrix}$$

Вертикально-временной спектр с учетом процесса децимации имеет вид:

$$\begin{aligned}
 DCI(\omega) &= \sum_k C(\omega - U \cdot k) \cdot P(\omega - U \cdot k) \otimes \frac{(2 \cdot \pi)}{\det D_1} \sum_{\mathbf{g}}^{\text{Id}} \delta(\omega - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}) = \\
 &= \frac{(2 \cdot \pi)}{\det D_1} \sum_k \sum_{\mathbf{g}}^{\text{Id}} C(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}) \cdot P(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g})
 \end{aligned} \tag{4}$$

где \mathbf{g} - вектор положительных целочисленных значений, принадлежащий области Id определяемой условием $|D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}| < 1$ и получаем

$$\mathbf{g}_1 = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix} \quad \mathbf{g}_2 = \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix}$$

Процесс восстановления пропущенных цветоразностных строк при децимации производится вертикально-временным интерполирующим фильтром, реализуемым как нерекурсивный фильтр на структуре дискретизации, задаваемой матрицей V , частотная характеристика постфильтра периодична на спектральной решетке с матрицей U и имеет вид:

$$\sum H(\omega - U \cdot k)$$

Вертикально-временной спектр цветоразностной составляющей изображения с учетом пред- и постфильтра и процесса децимации имеет вид:

$$DCI(\omega) = \frac{1}{|\det D_1|} \sum_k \sum_{\mathbf{g}}^{\text{Id}} C(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}) \cdot P(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}) \cdot H(\omega - U \cdot k)$$

или

$$\frac{1}{|\det D_1|} \sum_k \left[C(\omega - U \cdot k) \cdot P(\omega - U \cdot k) + C(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}_1) \cdot P(\omega - U \cdot k - U \cdot D_1^{-T} \cdot \mathbf{g}_1) \right] \cdot H(\omega - U \cdot k) \tag{5}$$

Рассматривая наиболее простой вариант построения пред- и постфильтров, получим скалярную форму вертикально-временного спектра

$$\begin{aligned}
 DCI(\omega_y, \omega_t) &= \frac{1}{2} \cdot \sum_{k_1} \sum_{k_2} \left[C\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}, \omega_t + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}\right) \cdot P\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}\right) + \right. \\
 &+ C\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_t + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T} + \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot T}\right) \cdot P\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}\right) \left. \right] \cdot \\
 &\cdot H\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}\right)
 \end{aligned} \tag{6}$$

Первое слагаемое данного выражения является исходным спектром дискретизированной составляющей цветоразностного сигнала, а второе слагаемое – побочная составляющая спектра с учетом пред- и постфильтрации за счет субдискретизации по первому варианту чередования цветоразностных сигналов.

Интерполирующий постфильтр, восстанавливающий пропущенные строки реализуется путем линейной интерполяции задержанного на строку, три строки и семь строк цветоразностного сигнала. Частотная характеристика постфильтров имеет вид:

$$H_1(\omega_y, \omega_t) = \sqrt{2 \cdot (1 + \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y))}$$

$$H_2(\omega_y, \omega_t) = |1 + \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y)|$$

$$H_3(\omega_y, \omega_t) = |1 + 1,092 \cdot \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y) - 0,092 \cdot \cos(3 \cdot \omega_y \cdot 2 \cdot Y)|$$

Предфильтр осуществляет взвешенное усреднение цветоразностных сигналов двух, трех, пяти и семи строк в поле

$$P_1(\omega_y, \omega_t) = \sqrt{1 + \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y)}$$

$$P_2(\omega_y, \omega_t) = 0,5 + 0,5625 \cdot \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y) - 0,0625 \cdot \cos(3 \cdot \omega_y \cdot 2 \cdot Y)$$

$$P_3(\omega_y, \omega_t) = 0,625 + 0,625 \cdot \cos(\omega_y \cdot 2 \cdot Y) + 0,125 \cdot \cos(2 \cdot \omega_y \cdot 2 \cdot Y) - 0,125 \cdot \cos(3 \cdot \omega_y \cdot 2 \cdot Y)$$

На Рис.1а приведен вертикальный спектр изображения основной составляющей для различных конфигураций пред- и постфильтров.

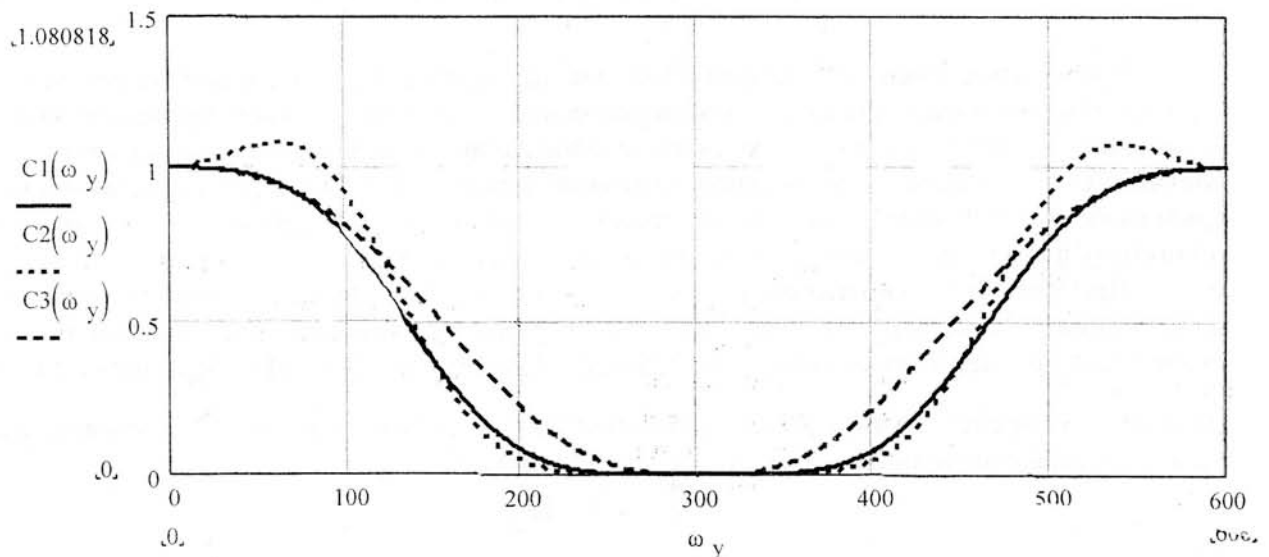


Рис. 1а

Вертикальная составляющая спектра цветоразностного изображения в ТВЛ соответствующая конфигурации пред-и-постфильтров.

$$C1(\omega_y) \longrightarrow P_2(\omega_y, \omega_t) \cdot H_3(\omega_y, \omega_t)$$

$$C2(\omega_y) \longrightarrow P_3(\omega_y, \omega_t) \cdot H_3(\omega_y, \omega_t)$$

$$C3(\omega_y) \longrightarrow P_2(\omega_y, \omega_t) \cdot H_1(\omega_y, \omega_t)$$

На Рис.1б приведен вертикальный спектр побочной составляющей для различных конфигураций пред- и постфильтров.

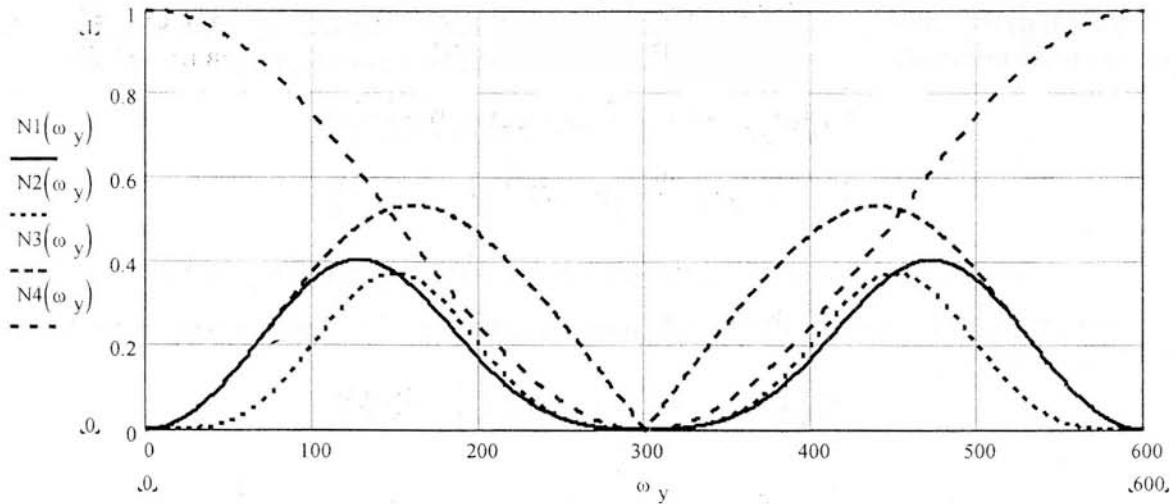


Рис 16

Вертикальная составляющая паразитного спектра цветоразностного изображения в ТВЛ соответствующая конфигурации пред-и-постфильтров.

$$N1(\omega_y) \longrightarrow P_2\left(\omega_y - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_t\right) \cdot H_3(\omega_y, \omega_t)$$

Применение пред- и постфильтров для цветоразностных сигналов обеспечивает укладку составляющих спектров без пересечений, что обеспечивает принципиальную возможность восстановления исходного изображения с помощью постфильтра. Это достигается снижением вертикальной цветовой четкости в четыре раза по сравнению с яркостной составляющей, что соответствует аналогичному снижению по горизонтали, принятому в стандартных системах цветного телевидения.

Процесс субдискретизации цветоразностного сигнала для второго варианта чередования определен на нерешетчатой структуре, которая представляет собой суперпозицию пересекающихся смещенных подрешеток [7]. Для данного случая подрешетка определяется матрицей децимации D_2 и вектором смещения \mathbf{S} состоящего из целочисленных значений. Подрешетка V_2 определяется

$$V_2 = V \cdot D_2$$

где

$$D_2 = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 0 & 2 \end{vmatrix} \quad V_2 = \begin{vmatrix} 4 \cdot Y & 0 \\ 0 & 2 \cdot T \end{vmatrix}$$

$$V \cdot \mathbf{S} = \begin{vmatrix} Y \\ T \end{vmatrix} \quad \mathbf{S} = \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix}$$

Вертикально-временной спектр с учетом процесса децимации имеет вид:

$$\begin{aligned}
 DC2(\omega) &= \sum_k C(\omega - U \cdot k) \cdot P(\omega - U \cdot k) \otimes \frac{(2 \cdot \pi)}{|\det D_2|} \sum_g^{\text{Id}} \delta(\omega - U \cdot D_2^{-T} \cdot g) + \\
 &+ \sum_k C(\omega - U \cdot k) \cdot P(\omega - U \cdot k) \otimes \frac{(2 \cdot \pi)}{|\det D_2|} \sum_g^{\text{Id}} \delta(\omega - U \cdot D_2^{-T} \cdot g) \cdot \exp(j \cdot \omega^T \cdot V \cdot S) = \\
 &= \frac{1}{|\det D_2|} \sum_k \sum_g^{\text{Id}} C(\omega - U \cdot k - U \cdot D_2^{-T} \cdot g) \cdot P(\omega - U \cdot k - U \cdot D_2^{-T} \cdot g) \cdot (1 + \exp(j \cdot 2 \cdot \pi \cdot (k^T \cdot S + g^T \cdot D_2^{-T} \cdot S)))
 \end{aligned}$$

Скалярная форма вертикально-временного фильтра с учетом пред- и постфильтра имеет вид:

$$\begin{aligned}
 C2(\omega_y, \omega_i) &= \frac{1}{2} \cdot \sum_{k_1} \sum_{k_2} \left[C\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}\right) \cdot P\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}\right) + \right. \\
 &+ C\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T} - \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T}\right) \cdot P\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T} - \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T}\right) \cdot \\
 &\cdot \cos(\pi \cdot (k_2 + 0,25)) \cdot \exp(j \cdot \pi \cdot (k_2 + 0,25)) + C\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T} - \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T}\right) \cdot \\
 &\left. P\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y} - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_i + k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T} - k_2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T} - \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot T}\right) \cdot \cos(\pi \cdot (k_2 + 0,25)) \cdot \exp(j \cdot \pi \cdot (k_2 + 0,25))\right] \cdot H\left(\omega_y - k_1 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot Y}\right)
 \end{aligned}$$

Первое слагаемое является исходным спектром дискретизированного цветоразностного сигнала, второе и третье слагаемые – побочной составляющей.

На Рис.2 приведены вертикальный спектр побочной составляющей с учетом различной конфигурации пред- и постфильтров для второго варианта чередования цветоразностных сигналов.

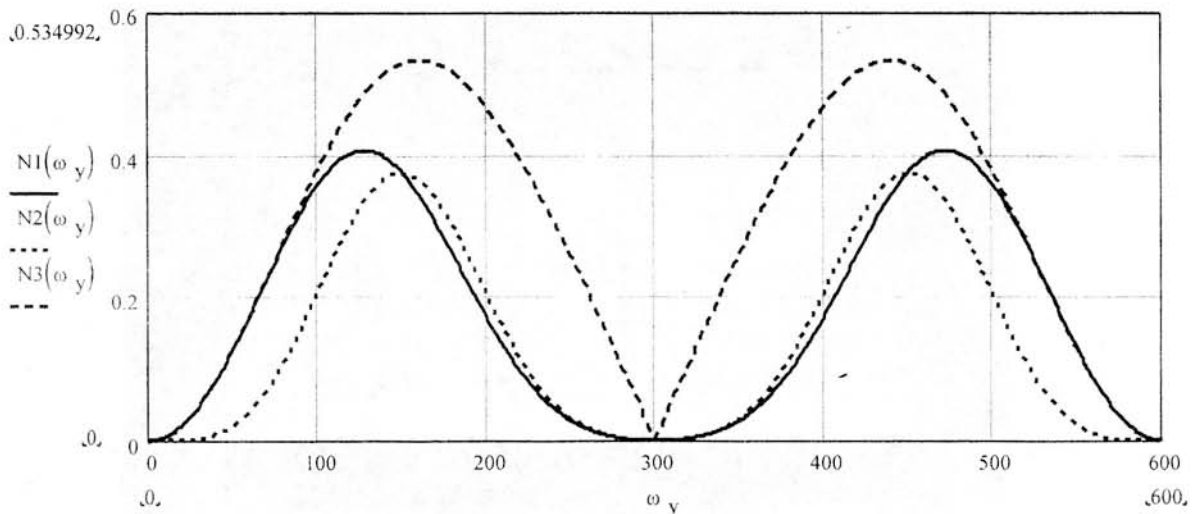


Рис 2

Вертикальная составляющая паразитного спектра цветоразностного изображения в ТВЛ соответствующая конфигурации пред-и-постфильтров для второго варианта дискретизирующей решетки.

$$\begin{aligned}
 N1(\omega_y) &\longrightarrow P_2\left(\omega_y - \frac{2 \cdot \pi \cdot (T_y)}{4 \cdot Y}, \omega_t\right) \cdot H_3(\omega_y, \omega_t) \\
 N2(\omega_y) &\longrightarrow P_3\left(\omega_y - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_t\right) \cdot H_3(\omega_y, \omega_t) \\
 N3(\omega_y) &\longrightarrow P_2\left(\omega_y - \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot Y}, \omega_t\right) \cdot H_1(\omega_y, \omega_t)
 \end{aligned}$$

Заключення

Приведены результаты расчетов принципиальной возможности создания телевизионной системы с временным уплотнением компонентных сигналов. По результатам теоретических исследований системы была разработана и изготовлена аппаратура передачи сигнала цветного изображения борт-земля, которая с 1990 г. была использована в процессе эксплуатации станции «Мир». Так как канал собственной радиолинии из-за узкой полосы не позволял обеспечить качественную передачу цвета стандартными системами СЕКАМ, ПАЛ с целью сброса цветного ТВ сигнала через радиопередатчик КЛ-108А на наземные приемные пункты в зонах видимости, в Одесском НИИ телевизионной техники было разработано бортовое устройство временного уплотнения телевизионного сигнала КУ-100, позволяющее в полосе до 3,5÷4 МГц обеспечить передачу цвета в предложенной автором структуре временного уплотнения. С целью обеспечения передачи цветного видеосигнала, на борт КС «Мир» грузовым кораблем «Прогресс» был доставлен блок уплотнения телевизионного сигнала КУ-100, который был подключен между коммутатором КЛ-134-08 и радиопередатчиком КЛ-108А комплекса КЛ-100-42. Впервые была осуществлена цифровая обработка телевизионного сигнала. Ниже на фотографии представлен блок КУ-100 (Рис.3).

Уплотненный видеосигнал с блока КУ-100 через коммутатор КЛ-134-08 выдавался на ПРД ТВ и далее на НКУ. На Земле в Центре Космической связи на Шаболовке сигнал разуплотнялся на наземной стойке ПРС-560, производства Одесского НИИ телевизионной техники, и далее выдавался в сеть потребителям (ЦУП, телецентр «Останкино» и т.д.).

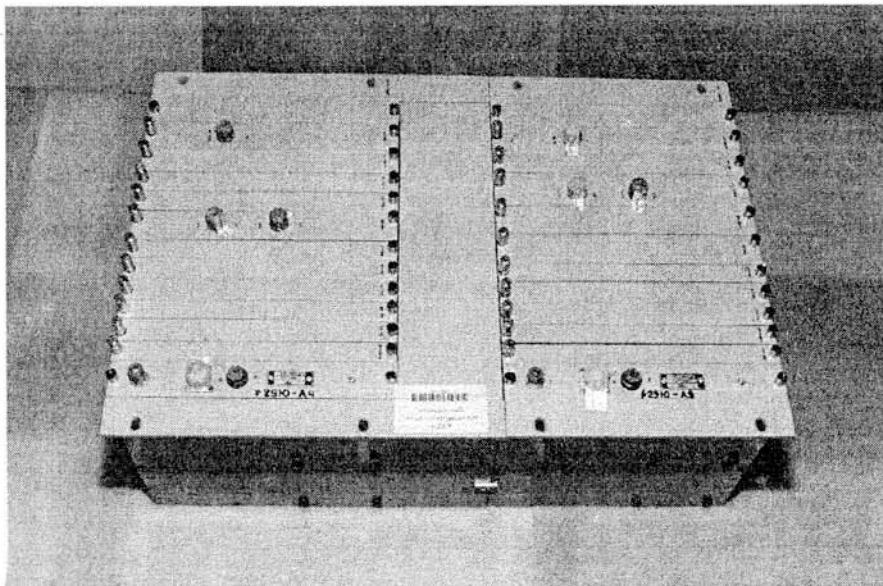


Рис. 3. Блок временного уплотнения КУ-100.

Функциональная схема подключения блока КУ-100 к телевизионному комплексу космической станции представлена на рис.4.



Рис. 4.

В настоящее время в Служебном Модуле «Звезда» Международной Космической Станции установлен и готовится к натурным испытаниям модернизированный блок КУ-100М, как резервный вариант прямой телевизионной связи борт-земля, земля борт.

Список литературы

1. Попов С.А. Об одном способе уплотнения сигналов яркости и цветности. Тезисы Всесоюзного симпозиума «Сокращение избыточности в ТВ цифровых системах», Тбилиси, 1983 г.
2. Попов С.А., Масалыкин А.В. Применение временного уплотнения сигналов яркости и цветности для передачи по каналам связи. Сборник тезисов Республиканской (Украина) научно-технической конференции «Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации», Одесса, 1986 г.
3. Певзнер Б.М. Качество цветных телевизионных изображений – М.: Радио и связь, 1988 г.
4. Гофайзен О.В., Певзнер Б.М. Характеристики зависимости качества изображения от основных параметров телевизионного тракта. Линейные искажения. Техника кино и телевидения, 1987 г., № 10.
5. Горьев С.А., Попов С.А. Вертикально-временные искажения в системах цветного телевидения с последовательной передачей цветоразностных сигналов. Техника средств связи. Сер. Техника телевидения. 1989 г., вып. 2.
6. Игнатъев Н.К. Метод многомерных дискретизирующих функций. Радиотехника, 1982, №7.
7. Горьев С.А. Выбор пространственной структуры дискретизации телевизионного изображения. Техника средств связи. Сер. Техника телевидения. 1989 г. Вып. 2.
8. Горьев С.А. Метод описания дискретизации телевизионных изображений. Электросвязь. 1992 г. № 2.

Поступила 25.02.2003г.