



# ПОВЫШЕНИЕ ЧЕТКОСТИ ПО ГОРИЗОНТАЛИ В СИСТЕМЕ SECAM

Б. Хохлов

Аналоговые системы ЦТ в Европе по-прежнему продолжают использовать для вещания. Можно предполагать, что в дальнейшем сигналы этих систем будут передаваться с цифровым уплотнением по наземным каналам связи. Поэтому актуальной остается проблема оптимизации параметров системы SECAM с целью устранения недостатков и повышения качества цветного изображения. Об одном из способов этого рассказывается в статье.

**Н**едостатки системы SECAM хорошо известны. Это перекрестные искажения между цветовыми поднесущими, перекрестные искажения «яркость-цветность» и «цветность-яркость», пониженные разрешающие способности по вертикали и горизонтали.

Перекрестные искажения по цветовым поднесущим (а также искажения из-за эхо-сигналов в линии задержки) в современных телевизорах полностью устранены благодаря внедрению вместо ультразвуковых линий задержки электронных, выполненных на коммутируемых конденсаторах, которые включаются после демодуляторов. Это исключает одновременное присутствие в декодере сигналов цветности соседних строк. Для повышения разрешающей способности по вертикали в телевизорах с форматом 16:9 предложено [1] использовать вспомогательный сигнал («хэлпер») наподобие того, как это делается в системе PAL plus.

Наибольшие трудности связаны с проблемой увеличения разрешающей способности по горизонтали. Как известно, сигнал системы SECAM рассчитан на возможность его передачи в стандарте V/G с разнесом несущих изображения и звука 5,5 МГц. Сигнал яркости в телевизорах, выполненных по этому стандарту, обычно выделяют с помощью ФНЧ с полосой 3,3 МГц, что уменьшает искажения типа «цветность-яркость». При этом искажения сигнала цветности, вызванные узкой полосой канала передачи, считают-

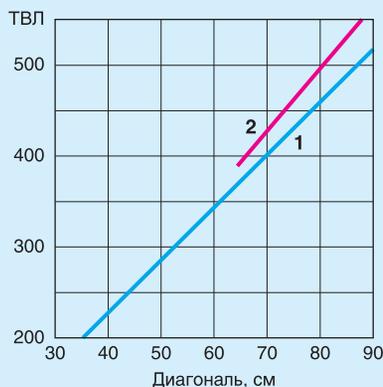


Рис. 1

ся допустимыми. Система SECAM была без всякой корректировки перенесена в отечественный широкополосный стандарт D/K. В результате в стандарте D/K, как и в стандарте V/G, имеется низкочастотный участок спектра сигнала яркости 0...3,3 МГц, подавляемый режекторным фильтром участок 3,3...5,3 МГц (на котором передается сигнал цветности) и, кроме того, дополнительный высокочастотный участок спектра сигнала яркости 5,3...6,0 МГц.

Оценим теперь, какую разрешающую способность по горизонтали могут обеспечить в системе SECAM отечественные телевизоры с кинескопами наиболее распространенных форматов. В большинстве современных кинескопов, предназначенных для телевизоров, маски имеют шаг 0,7 мм. В соответствии с теоремой отсчетов число пикселей (в данном случае люминофорных триад) по горизонтали должно по крайней мере в 2 раза превышать требуемое число телевизионных линий (твл). Полученный график зависи-

мости разрешающей способности кинескопа от его размера по диагонали показан на рис. 1. В [2] показано, что число вертикальных полосок в мире ( $N$ ) следующим образом связано с частотой сигнала  $f_N$ :  $N[\text{твл}] \cong 79 f_N [\text{МГц}]$ . На рис. 2 показана зависимость значения мира четкости от частоты сигнала.

Сопоставление графиков показывает, что кинескоп с размером по диагонали 37 см, используемый в дешевых телевизорах, имеет разрешающую способность по горизонтали, равную всего 210 твл. Поэтому для выделения сигнала яркости в таком телевизоре вполне подходит ФНЧ с полосой 0...3,3 МГц. Наиболее распространенные кинескопы с диагоналями 51 и 54 см имеют разрешающую способность соответственно 290 и 308 твл. Если в качестве фильтра для выделения сигнала яркости применен ФНЧ, возможности этих кинескопов не будут в полной мере использованы. Вместе с тем они не могут воспроизвести участок спектра сигнала яркости, лежащий

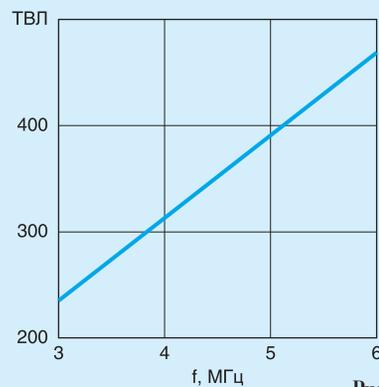


Рис. 2



<b>U<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>10</sub></b> ;	<b>B<sub>20</sub></b> ;	<b>R<sub>3π</sub></b> ;	<b>B<sub>4π</sub></b> ;	<b>R<sub>50</sub></b> ;	<b>B<sub>60</sub></b> ;	<b>R<sub>7π</sub></b> ;	<b>B<sub>8π</sub></b> ;	...
<b>U<sub>1</sub></b>	— 2H —→		<b>R<sub>10</sub></b> ;	<b>B<sub>20</sub></b> ;	<b>R<sub>3π</sub></b> ;	<b>B<sub>4π</sub></b> ;	<b>R<sub>50</sub></b> ;	<b>B<sub>60</sub></b> ;	...
			<b>U<sub>3R</sub></b> ;	<b>U<sub>4B</sub></b> ;	<b>U<sub>5R</sub></b> ;	<b>U<sub>6B</sub></b> ;	<b>U<sub>7R</sub></b> ;	<b>U<sub>8B</sub></b> ;	...

Рис. 3

выше 5,3 МГц. Наконеч кинескопы больших размеров и кинескопы формата 16:9, диагональ которых обычно составляет не менее 72 см, имеют разрешающую способность более 400 твл и легко воспроизводят высокочастотную часть спектра сигнала яркости. Если в телевизоре с таким кинескопом ограничиться низкочастотной частью спектра 0...3,3 МГц, что имеет место в большинстве импортных телевизоров, то разрешающая способность по горизонтали не будет превышать 270 твл, что совершенно неприемлемо.

Для большинства массовых телевизоров с диагональю кинескопа до 54 см повышение четкости по горизонтали может быть достигнуто использованием спектра сигнала яркости в полосе частот 3,3...5,3 МГц.

Для этого существуют два способа.

В [3] предложено в кодере системы SECAM формировать низкочастотный участок спектра сигнала яркости 0...3,3 МГц, сигнал цветности, кодируемый обычным методом, и высокочастотную часть спектра сигнала яркости 3,3...4,3 МГц, которая переносится путем гетеродирования в область частот 5,3...6,3 МГц. В приемнике высокочастотный участок спектра сигнала яркости возвращается на исходное по частоте место и получается непрерывный спектр 0...4,3 МГц, что обеспечит разрешающую способность 340 твл и позволит в полной мере реализовать возможности кинескопов с диагоналями 51/54 см. Если переносимый участок спектра уплотнять цифровым способом,

то в приемнике с кинескопом большого формата можно получить сигнал яркости с непрерывным спектром 0...6 МГц, и четкость по горизонтали 475 твл, что позволит в полной мере использовать возможности отечественного стандарта. Усовершенствованный стандарт обеспечивает совместимость с существующими телевизорами и полностью устраняет искажения «яркость-цветность» и «цветность-яркость».

Второй способ — это использование гребенчатой фильтрации. Существует мнение, что этот способ в системе SECAM невозможно реализовать из-за частотной модуляции. Однако это не так. Даже использование относительно простого вертикального гребенчатого фильтра с задержкой сигнала на две строки позволяет разделить составляющие сигналов яркости и цветности, если применить закон коммутации фазы цветовой поднесущей 0-0-p-p-0-0...[4]. Будем обозначать строки полного сигнала буквами, соответствующими цветовой компоненте. Первый индекс означает номер строки, а второй соответствует фазе цветовой поднесущей. При вычитании задержанного на две строки сигнала из прямого выделяются сигналы цветности, как это показано на рис. 3.

В каждой строке выделяются цветные компоненты, а составляющие сигнала яркости — подавляются. Если из полного сигнала вычесть выделенные гребенчатым фильтром цветные компоненты, то получится сигнал яркости с подавленным сигналом цветности. В приемнике это

приведет к повышению четкости по горизонтали и к отсутствию перекрестных искажений «яркость-цветность». Проведенные эксперименты показали, что рассмотренный гребенчатый фильтр обеспечивает хорошее качество цветного изображения и не приводит к заметному увеличению мерцания вертикальных переходов (сигнал горизонтальных полос).

Применим тот же метод анализа для стандартного закона коммутации фазы цветовой поднесущей (рис. 4).

В каждой третьей строке сигнал цветности не выделяется. Если дополнительно использовать задержку сигнала на 4 строки, то получим недостающие компоненты сигнала цветности (рис. 5).

Используя обе выделенные последовательности сигналов цветности, можно получить выборки для всех строк. Так как в каждой третьей выборке используются сигналы, разнесенные на четыре смежных строки, качество изображения будет хуже, чем в первом варианте (увеличивается мерцание вертикальных переходов). Рассмотренный гребенчатый фильтр может быть выполнен на основе серийной микросхемы SAA4961 фирмы PHILIPS. При этом для декодера цветности системы SECAM должна использоваться микросхема, обеспечивающая в этой системе формирование опорного сигнала цветовой поднесущей системы PAL (например, TDA4657). Можно также применить в декодере две стандартные микросхемы TDA4650, одна из которых обеспечивает демодуляцию сигнала системы SECAM, а вторая, работающая в системе PAL, вырабатывает опорный сигнал цветовой поднесущей, необходимый для получения тактового сигнала в микросхеме гребенчатого фильтра. Микросхема деко-

<b>U<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>10</sub></b> ;	<b>B<sub>20</sub></b> ;	<b>R<sub>3π</sub></b> ;	<b>B<sub>40</sub></b> ;	<b>R<sub>50</sub></b> ;	<b>B<sub>6π</sub></b> ;	<b>R<sub>70</sub></b> ;	<b>B<sub>80</sub></b> ;	<b>R<sub>9π</sub></b> ;	<b>B<sub>100</sub></b> ;	<b>R<sub>110</sub></b> ;	...
<b>U<sub>1</sub></b>	— 2H —→		<b>R<sub>10</sub></b> ;	<b>B<sub>20</sub></b> ;	<b>R<sub>3π</sub></b> ;	<b>B<sub>40</sub></b> ;	<b>R<sub>50</sub></b> ;	<b>B<sub>6π</sub></b> ;	<b>R<sub>70</sub></b> ;	<b>B<sub>80</sub></b> ;	<b>R<sub>9π</sub></b> ;	...
			<b>U<sub>3R</sub></b> ;	<b>0</b> ;	<b>U<sub>5R</sub></b> ;	<b>U<sub>6B</sub></b> ;	<b>0</b> ;	<b>U<sub>8B</sub></b> ;	<b>U<sub>9R</sub></b> ;	<b>0</b> ;	<b>U<sub>11R</sub></b>	...

Рис. 4



$U_0$	$R_{10};$	$B_{20};$	$R_{3л};$	$B_{40};$	$R_{50};$	$B_{6л};$	$R_{70};$	$B_{80};$	$R_{9л};$	$B_{100};$	$R_{110};$	...
$U_1$	4Н →				$R_{10};$	$B_{20};$	$R_{3л};$	$B_{40};$	$R_{50};$	$B_{6л};$	$R_{70};$	...
					0;	$U_{6В};$	$U_{7R};$	0;	$U_{9R};$	$U_{10В};$	0;	...

Рис. 5

дера должна быть переведена в режим принудительной демодуляции сигнала системы SECAM, иначе работа фильтра нарушается.

Чтобы гребенчатый фильтр эффективно разделял компоненты стандартного сигнала системы SECAM, необходимо изменить конструкцию микросхемы TDA4961 в соответствии с адаптивным алгоритмом обработки сигнала, предложенным в [5]. В строках, где разделение сигналов не происходит, используются соответствующие компоненты из предыдущей строки.

Высокой четкости по горизонтали нельзя достигнуть без оптимизации всех звеньев телевизионного тракта. Передатчики должны обеспечивать спектр сигнала яркости 0...6 МГц, что в настоящее время не контролируется. Недопустимо передавать в полосе сигнала яркости ка-

цию (например, использовать радиоканал или цифровой канал звука). В приемнике нельзя применять двухстандартные фильтры ПАВ с расширенной «полкой». Вместо этого следует использовать либо фильтр ПАВ с переключаемыми характеристиками (например, фильтр D/K – В/G типа K6255 фирмы SIEMENS – MATSUSHITA), либо использовать отдельные фильтры стандартов D/K и В/G (например фильтр D/K типа D1952M и фильтр В/G типа G1875). Целесообразно отказаться на передающей стороне от предыскажений характеристики ГВЗ [6], а в приемнике следует использовать фильтры ПАВ с плоской характеристикой ГВЗ (такие фильтры выпускаются серийно, например D3650), что дополнительно повысит качество цветного изображения.

Все рассмотренные меры позволяют без коренных переделок и боль-

ших затрат получить в телевизорах системы SECAM качество изображения, приближающееся к качеству изображения в телевизоре ТВЧ. В результате отечественные телевизоры станут конкурентоспособными на мировом рынке.

### Литература

1. Патент России № 2085051.
2. Кривошеев М.И. Основы телевизионных измерений. Москва, Радио и связь, 1989 г., с. 103.
3. Хохлов Б.Н. Повышение разрешающей способности в системе SECAM. Техника средств связи. Серия «Техника телевидения». — 1996 г. Вып. 1, с. 54-61.
4. Патент Венгрии № 162616.
5. Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. Москва, Радио и связь, 1998 г., с. 264.
6. ГОСТ 20532-83.

**Каталог «СОЛОН»**

**предлагает Вашему вниманию книги по ремонту телевизоров**

Тел.: (095) 254-44-10, 252-36-06; факс: (095) 252-72-03; 129337, Москва, а/я 5; e-mail: Solon.Pub@telcom.ru