

Стандарты телевизионного вещания

Меняшина Александра

Трофимова Надежда

Черчик Константин

НИ-501

Определение

Стандарт телевизионного вещания – система кодирования видеосигнала для его эфирной передачи.

Параметры

- Число строк
- Частота кадров
- Соотношение сторон кадра

Аналоговые и цифровые технологии

Аналоговое телевидение – телевизионная система, использующая для передачи изображения и звука аналоговый электрический сигнал.

Телевидение высокой чёткости

Телевидение высокой чёткости (HD или HDTV) – система телевидения, с разрешающей способностью по вертикали и горизонтали, увеличенной примерно вдвое по сравнению со стандартной.

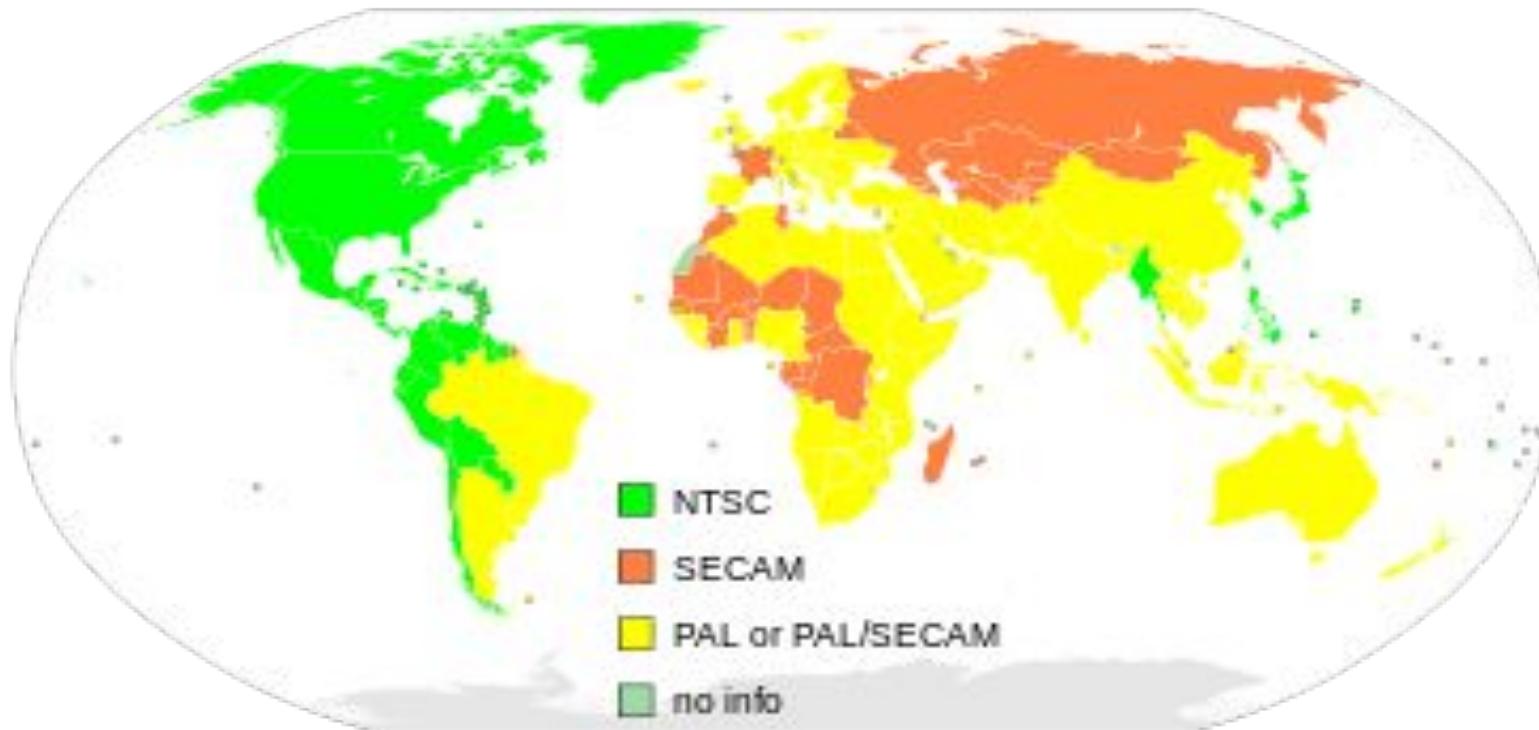
Технические характеристики

- Соотношение сторон экрана 16:9.
- Разрешение 1920×1080 пикселей.
- Передача многоканального звука обеспечивается стандартом Dolby Digital. В России национальным стандартом является ГОСТ Р 53533-2009.
- Сжатие видео на порядки снижает требования к ширине канала передачи (с 1,485 Гбит/с до 8–25 Мбит/с).
- Кодирования видеосигнала высокой четкости используют форматы MPEG-2 и MPEG-4/AVC.
- Стандарты цифрового телевидения DVB-T, DVB-T2, ATSC, ISDB-T, DTMB-T.
- Передача контента использует цифровой канал достаточной ширины (15–25 Мбит/с для MPEG-2 или 8–12 Мбит/с для MPEG-4).
- Уровень задержки сигнала 1–10 с.
- Передача сигнала высокой четкости на короткие расстояния осуществляется в несжатом виде через цифровые интерфейсы HDMI и DVI-D.

Стандарты цифрового телевидения

- NTSC
- PAL
- SECAM

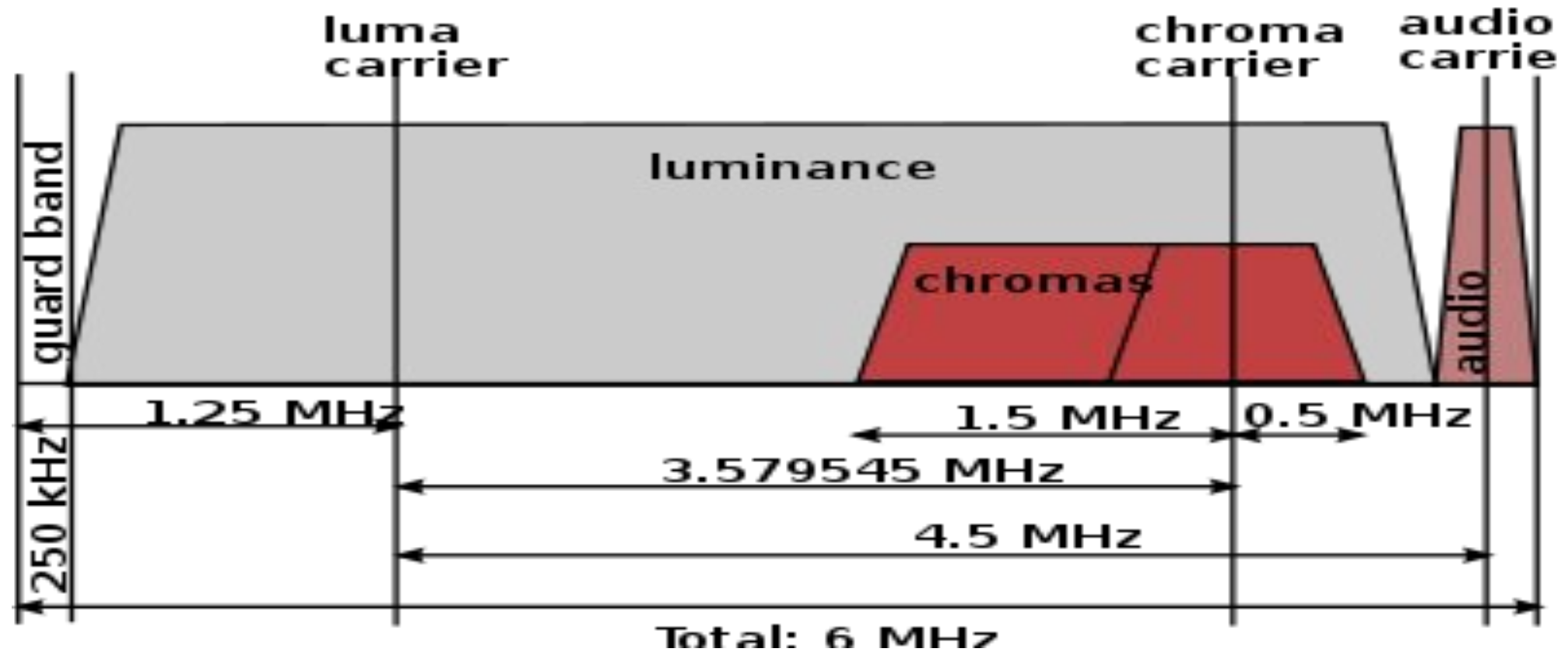
География систем цветного телевидения



NTSC

NTSC (*National Television Standards Committee*) – система аналогового цветного телевидения.

Спектр телевизионного сигнала NTSC M



Технические особенности

Базовая система NTSC основана на использовании предыдущего стандарта чёрно-белого телевидения со стандартом разложения 525/60.

Для обеспечения совместимости вместо непосредственной передачи сигналов основных цветов используется передача сигнала яркости Y , соответствующего чёрно-белому изображению, и двух цветоразностных сигналов $R-Y$ и $B-Y$, несущих информацию о красном и синем цветах соответственно. Недостающая информация о зелёном цвете G восстанавливается в приёмнике вычитанием суммы цветоразностных сигналов из яркостного.

Преобразование сигнала

Передача сигнала осуществляется в спектре яркостного сигнала на вспомогательной частоте (поднесущей) $3\,579\,545,5$ Гц (3,58 МГц), которая принимается блоком цветности цветных телевизоров. Два цветоразностных сигнала E_{R-Y} и E_{B-Y} передаются с помощью квадратурной модуляции поднесущей.

Цветоразностные сигналы подаются на балансный модулятор, на котором они модулируются по амплитуде с подавлением поднесущей. Модулированные цветоразностные сигналы красного E_{R-Y} и синего E_{B-Y} сдвинуты относительно друг друга по фазе на 90° . При суммировании они образуют новый сигнал — сигнал цветности.

Сигнал цветности

$$U = \sqrt{E_{R-Y}^2 + E_{B-Y}^2}$$

$$\phi = \arctan \frac{E_{R-Y}}{E_{B-Y}}$$

Развернутый сигнал цветности

$$E_I = \alpha_1 E_{R-Y} \cos 33 - \alpha_2 E_{B-Y} \cos 57;$$

$$E_Q = \alpha_1 E_{R-Y} \cos 57 + \alpha_2 E_{B-Y} \cos 33;$$

$$\alpha_1 = 0,877; \alpha_2 = 0,493;$$

$$E_I = 0,74 E_{R-Y} - 0,27 E_{B-Y};$$

$$E_Q = 0,48 E_{R-Y} + 0,41 E_{B-Y}.$$

Достоинства

- Хорошая совместимость с чёрно-белым телевидением.
- Низкий уровень перекрёстных искажений сигналов яркости и цветности.
- Хорошая помехоустойчивость.
- Относительная простота приёмного устройства, не требующего ультразвуковых линий задержки.
- Канал передачи используется наиболее эффективно из всех существующих систем, что позволяет передавать изображение с хорошей цветовой чёткостью.
- Создание относительно простых студийных видеомикшеров.

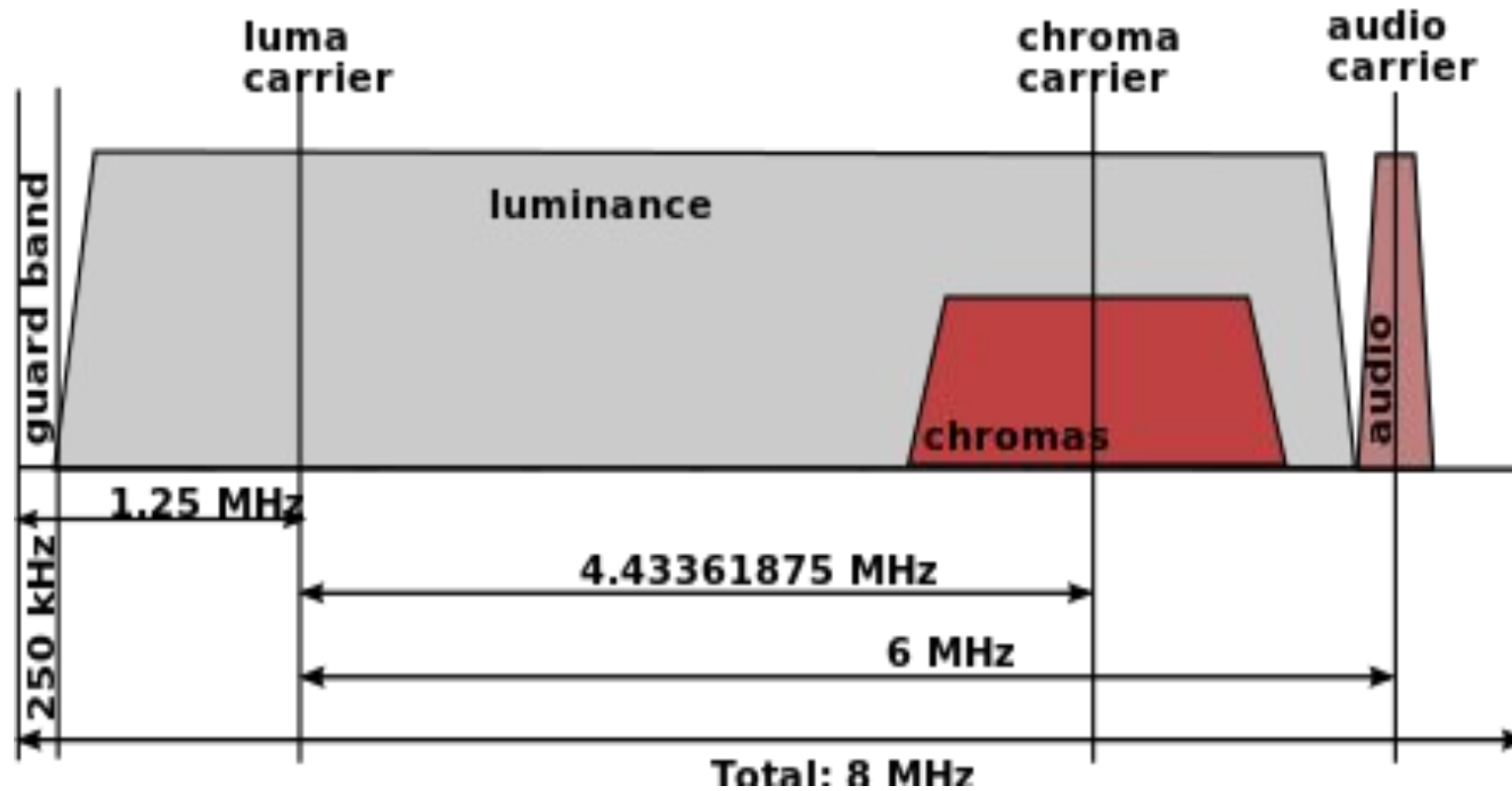
Недостатки

- Высокой чувствительности к амплитудно-фазовым искажениям канала передачи.
- Амплитудные искажения отражаются в изменении цветовой насыщенности изображения, неустранимые при помощи автоматической регулировки усиления.
- Фазовые искажения отражаются в изменении цветового тона в зависимости от яркости передаваемого участка.
- Необходимость коррекции искажений привела к появлению ручной регулировки цветового тона «NTSC TINT», отсутствующей на телевизорах других систем.

PAL

PAL (*Phase Alternating Line*) – система аналогового цветного телевидения, принятая в качестве стандарта телевизионного вещания в 1966 году. В настоящее время система PAL является самой распространённой в мире.

Спектр телевизионного сигнала PAL



Технические особенности

Система PAL вместо непосредственной передачи основных цветов система предусматривает передачу сигнала яркости Y , как в чёрно-белом телевидении, и двух цветоразностных сигналов $R-Y$ и $B-Y$, несущих информацию о красном и синем цветах соответственно. Недостающая информация о зелёном цвете G восстанавливается в приёмнике вычитанием цветоразностных сигналов из яркостного. Сигнал цветности, который содержит информацию о цветоразностных сигналах, чёрно-белыми телевизорами не принимается. Он передается в высокочастотной области спектра сигнала яркости при помощи вспомогательной несущей частоты — поднесущей, которая принимается блоком цветности цветных телевизоров.

Передача сигнала цветности происходит так же, как в NTSC с использованием квадратурной модуляции поднесущей. Отличие состоит в фазе одной из квадратурных составляющих ($R-Y$), где сигнала цветности PAL меняется от строки к строке на противоположную. Для уменьшения видимости помех от поднесущей, её частота выбрана равной сумме нечётной гармоники четвертьстрочной частоты и частоты кадров. В системе PAL используется в сочетании с европейским стандартом разложения $576i$, эта частота составляет 4433618,75 Гц (4,43 МГц), обеспечивая «четвертьстрочный сдвиг» поднесущей. Исключения составляют разновидности: PAL-M, использующая стандарт разложения $480i$, и PAL-N, основанная на разложении $576i$, но с уменьшенной шириной полосы радиосигнала. В этом случае частота поднесущей выбирается близкой к стандарту NTSC, то есть 3,58 МГц, а вместо цветоразностных сигналов U и V передаются модифицированные I и Q .

Преобразование сигнала

При передаче сигнала цветности «красный» цветоразностный сигнал повторяют в следующей строке с поворотом фазы на 180 градусов. Для устранения фазовой ошибки декодер PAL складывает текущую строку и предыдущую из памяти, благодаря чему полностью устраняет фазовые ошибки, типичные для системы NTSC. При сложении двух сигналов взаимно уничтожаются «красные» цветоразностные компоненты из-за изменения их знака. При вычитании двух сигналов взаимно уничтожаются «синие». Таким образом, на выходах сумматора-вычитателя получают разделённые сигналы U и V, являющиеся масштабными изменёнными R-Y и B-Y. Для правильного суммирования и вычитания необходимо, чтобы прямой и задержанный сигналы находились в фазе или в противофазе. Поэтому, отклонение времени задержки для декодеров PAL не должно превышать 5 наносекунд, что в шесть раз меньше того же показателя для декодеров SECAM.

Для цветовой синхронизации в системе PAL, так же, как и в NTSC на задней площадке строчного гасящего импульса передаётся «вспышка» поднесущей, состоящая из 8—10 периодов колебаний опорного генератора. В отличие от NTSC, где фаза вспышек постоянна, в системе PAL она изменяется на 90° от строки к строке, неся информацию о фазе красной составляющей поднесущей.

Достоинства

- Хорошая совместимость с чёрно-белыми телевизионными приёмниками.
- Низкий уровень перекрёстных искажений сигналов яркости и цветности.
- Высокая помехозащищённость.
- Использование линии задержки и фазовой коммутации повышает устойчивость системы к фазовым искажениям поднесущей.
- Особенности устройства блока задержки декодера позволяют наилучшим образом выполнять разделение сигналов яркости и цветности.
- Использование задержки сигнала не приводит к мерцанию горизонтальных цветовых границ, поскольку усредняется цветность, а не её отдельные составляющие для двух соседних строк.
- Применение цифрового декодирования позволяет восстановить как полное цветовое разрешение по вертикали, так и улучшить разделение яркость/цветность за счет использования гребенчатой фильтрации поднесущей.

Недостатки

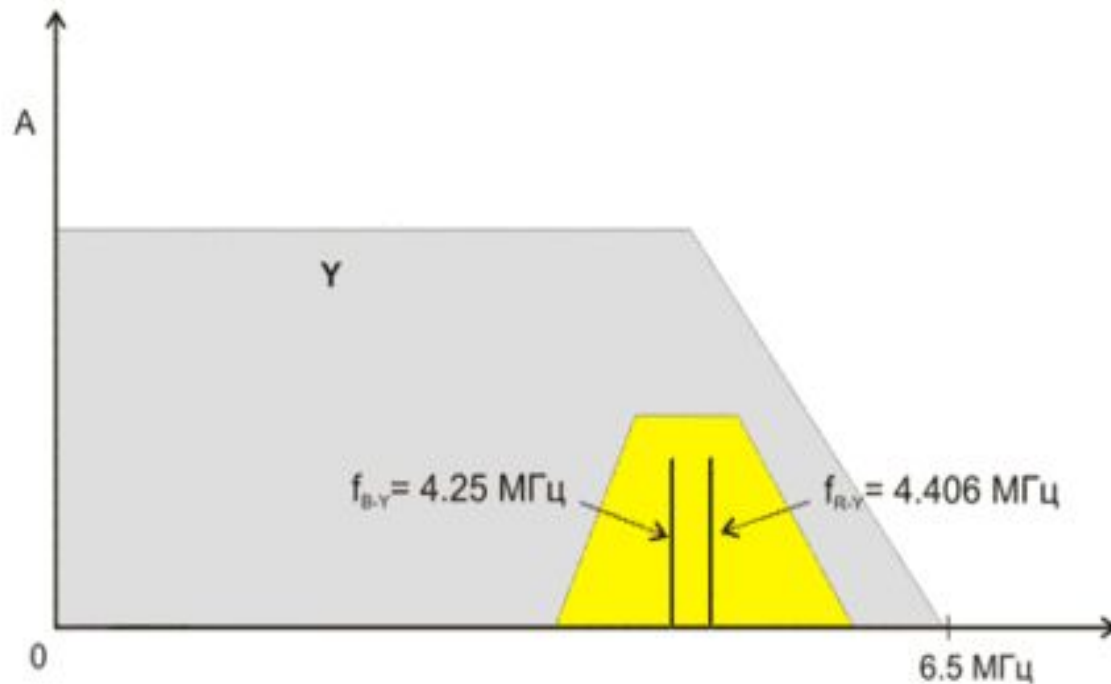
- Сложность приёмника из-за использования линии задержки.
- Уменьшенная по вертикали разрешающая способность по цвету.
- Ухудшение разрешения происходит в аналоговых декодерах PAL.

SECAM

SECAM (*Séquentiel couleur à*) – система аналогового цветного телевидения.

В результате дальнейшего совершенствования, проходившего в процессе эксплуатации, система приобрела окончательный вид и название SECAM—IIIВ.

Спектр телевизионного сигнала SECAM.



Серое поле соответствует сигналу яркости, а жёлтое — сигналу цветности.

Вертикальные линии обозначают составляющие поднесущей, соответствующие красному (4,406 МГц) и синему (4,25 МГц) цветоразностным сигналам при отсутствии модуляции.

Технические особенности

Так же, как в других системах цветного телевидения для совместимости с чёрно-белыми телевизионными приёмниками вместо непосредственной передачи трёх сигналов основных цветов осуществляется передача сигнала яркости Y , соответствующего чёрно-белому изображению, и двух цветоразностных сигналов $R-Y$ и $B-Y$, несущих информацию о красном и синем цветах соответственно. Недостающая информация о зелёном цвете G восстанавливается в приёмном устройстве вычитанием суммы цветоразностных сигналов из яркостного в соответствии с соотношением.

Сигнал цветности

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

Сигнал цветности передается на вспомогательной несущей частоте – поднесущей, которая принимается блоком цветности цветных телевизоров, содержащим декодер, преобразующий сигналы поднесущей и яркости в сигналы трёх цветов. Сигнал цветности передается при помощи частотной модуляции поднесущей, для повышения устойчивости к амплитудным и фазовым искажениям.

Для уменьшения видимости поднесущей на экране её амплитуда не превышает 25% от размаха сигнала яркости, а сигналы цветности подвергаются в передающем устройстве предискажениям для повышения помехозащищённости.

Преобразование сигнала

Главной особенностью системы SECAM является передача во время интервала одной строки только одного цветоразностного сигнала из двух, передаваемых поочерёдно. В приёмнике сигнал, передаваемый в течение одной строки, воспроизводится в течение двух строк за счёт использования строчной памяти. В момент передачи сигнала **R-Y**, из строчной памяти в декодер поступает сигнал предыдущей строки **B-Y** и наоборот. Поскольку система SECAM используется только со стандартом разложения 625/50, длительность запоминания, равная периоду одной строки, составляет 64 микросекунды.

Для реализации памяти применяются более устойчивые цифровые устройства запоминания. Во время строчного гасящего импульса производится двойная коммутация, чтобы направить входящий сигнал на один вход декодирующего устройства, а сигнал из строчной памяти на другой. В результате на оба входа блока цветности одновременно поступают два цветоразностных сигнала, один из текущей строки, а другой — из предыдущей. Полученные сигналы, вычитаемые из яркостного, дают на выходе блока цветности три сигнала, соответствующие основным цветам, которые подаются на электронные пушки кинескопа.

Поочерёдная передача цветоразностных сигналов требует согласованной работы коммутаторов передающего и принимающего устройств, которые должны переключаться синхронно и синфазно. Для этого используется сигнал цветовой синхронизации, или как его часто называют, сигнал цветового опознавания. Он состоит из серии 9 импульсов трапецеидальной формы, добавляемых в цветоразностные сигналы во время кадровых гасящих импульсов с 7-й по 15-ю строки нечётного и с 320-й по 328-ю чётного полукадров. Начало и конец каждого импульса совпадают с началом и концом активной части строки. Опознавание происходит за счёт разницы в частотах соседних импульсов, принимающих крайние значения 4,756 МГц для «красных» и 3,9 МГц для «синих» строк. В современных телевизорах вместо сигналов опознавания для цветовой синхронизации используются защитные вставки немодулированной поднесущей, следующие на задней площадке строчных гасящих импульсов. Частота этих пакетов, также используемых для настройки амплитудного ограничителя сигнала цветности, соответствует частоте несущей передаваемого в соответствующей строке цветоразностного сигнала.

Достоинства

- Отсутствие перекрёстных искажений между цветоразностными сигналами, достигаемое за счёт их последовательной передачи.
- Нечувствительность к дифференциально-фазовым искажениям.
- Применение частотной модуляции высока устойчивость к изменениям амплитуды поднесущей, возникающим вследствие неравномерности АФЧХ тракта передачи.
- Низкая чувствительность к колебаниям скорости магнитной ленты видеомагнитофона.

Недостатки

- Низкая помехозащищённость, проявляющаяся при соотношении сигнал/шум принимаемого сигнала менее 18 дБ.
- Качество цветного изображения резко падает, и становятся видимы низкочастотные цветные помехи.
- Низкая совместимость с чёрно-белыми телевизорами.
- Из-за использования частотной модуляции поднесущей сильнее проявляются перекрёстные искажения между сигналами яркости и цветности.
- Подавление возможных перекрёстных помех достигается за счёт снижения качества сигнала яркости.
- Благодаря последовательной передаче цвета цветное изображение стандарта SECAM имеет в два раза меньшую чёткость по вертикали, чем монохромное.
- Искажения, проявляющиеся на резких вертикальных цветовых переходах, и усугубляемые чересстрочной развёрткой.
- Неточность линии задержки может приводить к искажениям, проявляющимся в «зубчатости» вертикальных цветовых границ, непрерывно скользящей из-за чересстрочной развёртки.

Версии SECAM

Стандарт	Полоса канала	Полоса сигнала яркости	Полярность видеосигнала	Несущая звука	Модуляция звука	Страна
SECAM-L	8 МГц	6 МГц	Позитивная	+6,5 МГц	АМ	Франция
SECAM-K1	8 МГц	6 МГц	Негативная	+6,5 МГц	ЧМ	Бывшие заморские владения Франции
SECAM B/G	7 МГц (МВ), 8 МГц (ДМВ)	5 МГц	Негативная	+5,5 МГц	ЧМ	Греция, некоторые страны Ближнего Востока, Индия
SECAM D/K	8 МГц	6 МГц	Негативная	+6,5 МГц	ЧМ	Россия, СНГ

Спасибо за внимание!