

А. А. Зенин

СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА СИГНАЛА
ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВЫСОКОЙ
ЧЕТКОСТИ В СТАНДАРТЕ MAC

В докладе рассматриваются некоторые вопросы, связанные с методами передачи и приема ТВ-сигнала высокой четкости с помощью существующей распределительной сети. Предлагается способ, позволяющий осуществить передачу широкополосного сигнала телевидения высокой четкости по двум стандартным каналам связи.

Бурный прогресс развития технологии ТВ вещания и совершенствования ТВ аппаратуры, происходящий в последние годы во всем мире, объясняется все возрастающим ростом спроса на разнообразную и высококачественную информацию. Возникла необходимость создания ТВ систем, обеспечивающих высокую точность передачи и приема ТВ изображения. Крупным достижением в этой области является создание аппаратуры ТВЧ, внедрение которой по своей значимости сравнимо с переходом от черно-белого ТВ к цветному.

ТВЧ - это совершенно новые широкоэкранные ТВ системы, создающие изображение более высокого качества с разрешающей способностью соизмеримой с кинопроекцией 35 мм кинофильма, и обеспечивающие такой важный психологический эффект, как ощущение реальности в гораздо большей степени, чем стандартные ТВ системы NTSC, PAL и SECAM. Характерными признаками ТВЧ являются: приблизительно удвоенная четкость, улучшенная цветопередача, применение раздельного кодирования сигналов яркости и цвета, широкий формат экрана. Основные технические данные систем ТВЧ определены в Отчете МККР 801-2 "Современ-

390024, Рязань, ул. Гагарина, 59/1,
Рязанский радиотехнический институт, тел. 72-99-16

ное состояние телевидения высокой четкости". Передача и прием ТВ изображения высокой четкости позволит довести до зрителя объем информации в 5-10 раз превышающий тот объем, который имеет место при вещании по традиционным ТВ стандартам [1]. Зрительный эффект при приеме изображения ТВЧ в силу высокого разрешения равнозначен десятикратному увеличению размера изображения, принимаемого при использовании стандартных ТВ систем.

Разработка и внедрение ТВЧ приведет в недалеком будущем к широкому использованию ТВ техники в различных областях создания изображения: в фотографии, печати, кинематографе, где обеспечит серьезные преимущества как на стадии производства фильмов, так и при организации процессов тиражирования и демонстрации. Применение ТВЧ при съемке фильмов позволяет получить не только лучшее качество изображения, но и значительный экономический эффект. По данным американской фирмы CBS, экономия всех затрат в среднем на один фильм при использовании ТВЧ составляет 15,3%, а сроки съемочного периода сокращаются на 14% [2].

Уникальные свойства ТВЧ определяют широкий диапазон его потенциальных областей применения: промышленность, наука, полиграфия, медицина, космонавтика, образование, искусство и другие, в том числе новое направление индустрии развлечений и массовой информации - телевизионные театры. Производство видеомagneтофонов и ТВ камер ТВЧ позволит организовать сеть ТВ театров, соединенных с центральной аппаратной широкополосными волоконно-оптическими линиями связи. Такая система дает возможность демонстрировать кинофильмы из одного центра, что позволит избежать изготовления большого количества копий, автоматизировать процесс показа, улучшить качество изображения.

Перспективное применение аппаратуры ТВЧ - использование приемника ТВЧ в качестве дисплея в компьютерных и информационных системах. ТВЧ благотворно влияет на вычислительную технику, поскольку дисплеи компьютеров требуют качество изображения на уровне приемников ТВЧ.

Пленарная Ассамблея МККР в 1986 году поручила II-ой Исследовательской комиссии выработать взаимоприемлемые решения и способствовать консолидации усилий всех стран мира по внедрению ТВЧ. Большой вклад в поиск консенсуса внесла наша

страна, предложившая единый подход. Он охватывает процесс создания телепрограмм, их распределение через телестанции, передачу по радиорелейным, кабельным, волоконно-оптическим, а также спутниковым каналам связи. Рассмотрев все предложения, II-я комиссия пришла к выводу, что главной проблемой ТВЧ является разработка его базовых параметров, определение способа передачи сигнала потребителю и сопряжение студийного стандарта ТВЧ с существующими каналами связи и системами цветного ТВ. Для этого необходимы различные "вещательные интерфейсы", с помощью которых эти задачи будут решаться в зависимости от конкретной цели. Так, один класс интерфейсов требуется для сопряжения ТВЧ со стандартными системами ТВ, другой - необходим для сопряжения с системами ТВ повышенного качества и четкости. Интерфейс третьего класса преобразует широкополосный сигнал ТВЧ в узкополосный для передачи по существующим каналам связи. Наконец, с помощью интерфейса четвертого класса будет передаваться сигнал широкополосного ТВЧ.

Разработка интерфейса третьего класса является чрезвычайно важной проблемой. Его необходимость обусловлена тем, что передачу сигналов ТВЧ следует осуществлять по существующей сети распределения сигналов, так как создание новой сети распределения с полосой пропускаемых частот 50-80 МГц потребует длительного времени и очень больших затрат. Поэтому, необходимо разработать интерфейс осуществляющий сжатие спектра сигнала ТВЧ без потери качества изображения в приемнике, для его передачи по существующей распределительной сети.

В связи с этим, предлагается метод передачи и приема широкополосного сигнала ТВЧ по двум стандартным каналам связи, имеющим общую ширину полосы частот равную 16 МГц. Структурная блок-схема, рассматриваемой системы, изображена на рис. 1.

ТВ сигнал высокой четкости с шириной полосы частот равной 60 МГц для яркостного сигнала и 30 МГц для цветоразностных, имеющий 1250 строк разложения, 50 кадров/с, с построчной разверткой (1250/50/1:1) и форматом изображения 16:9 поступает в кодер видеосигнала. Это устройство предназначено для сжатия полосы частот видеосигналов яркости и цвета до ширины 16 МГц и кодирования сигналов в стандарте MAC (с временным уплотнением сигналов яркости и цвета). На приемной

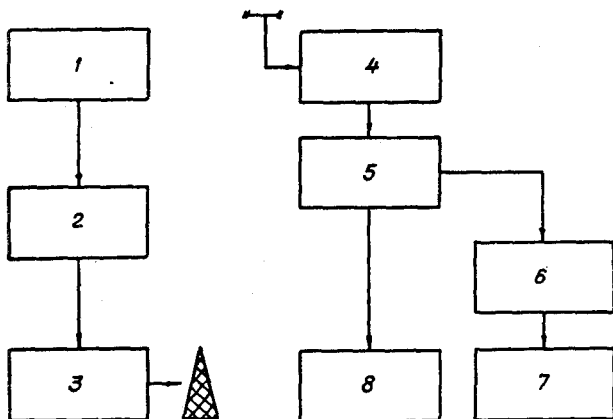


Рис. 1. Структурная блок-схема системы передачи и приема сигнала ТВЧ по двум стандартным каналам связи.

1 - источник ТВ изображения 1250/50/1:1/16:9; 2 - кодер видеосигнала; 3 - передатчик; 4 - приемник; 5 - видеодекдер; 6 - кодер СЕКАМ; 7 - приемник СЕКАМ; 8 - приемник ТВЧ 1250/50/1:1/16:9

стороне в видеодекодере происходит восстановление исходного сигнала ТВЧ, который используется для получения ТВ изображения как в традиционной системе ЦТВ СЕКАМ, так и на экранах приемников ТВЧ.

На рис. 2 и 3 изображены структурные блок-схемы передающей и приемной части системы, реализующей предлагаемый метод. Данный способ основан на известном дискретном представлении непрерывного колебания с его последующим восстановлением, получившим название "дискретизации второго порядка" [3]. Аналоговые сигналы R, G, B, поступающие на вход кодирующей матрицы с форматом разложения ТВ изображения 1250/50/1:1, преобразуются в сигнал яркости с шириной полосы частот 60 МГц и цветоразностные сигналы с шириной полосы частот 30 МГц. Эти сигналы подаются в каналы обработки яркостного и цвето-

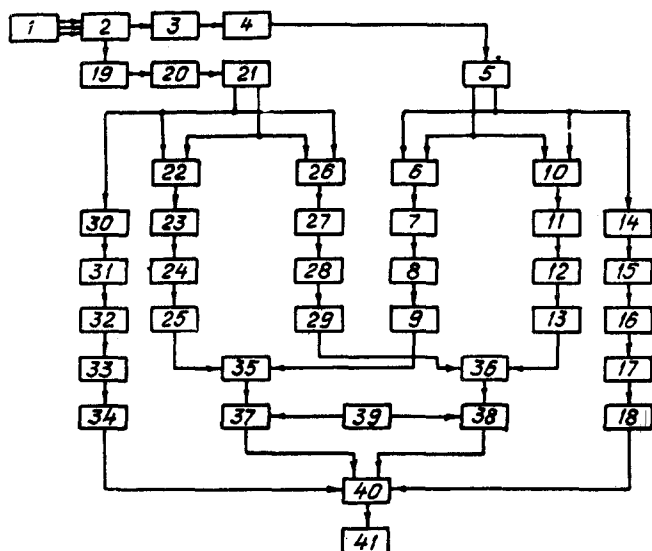


Рис. 2. Структурная блок-схема передающей части системы.

1 - камера ТВЧ 1250/50/1:1/16:9; 2 - кодирующая матрица; 3 - первый АЦП; 4 - первый преобразователь стандарта; 5 - первый блок разделения четных и нечетных строк; 6 - блок вычисления межстрочных разностей сигнала яркости; 7 - второй преобразователь стандарта; 8 - временной компрессор межстрочных разностей сигнала яркости; 9 - первый ЦАП; 10 - блок вычисления межкадровых разностей сигнала яркости; 11 - третий преобразователь стандарта; 12 - временной компрессор межкадровых разностей сигнала яркости; 13 - второй ЦАП; 14 - третий ЦАП; 15 - второй АЦП; 16 - четвертый преобразователь стандарта; 17 - временной компрессор сигнала яркости; 18 - четвертый ЦАП; 19 - третий АЦП; 20 - пятый преобразователь стандарта; 21 - второй блок разделения четных и нечетных строк; 22 - блок вычи

ления межстрочных разностей сигнала цвета; 23 -шестой преобразователь стандарта; 24 -временной компрессор межстрочных разностей сигнала цвета; 25 -пятый ЦАП; 26- блок вычисления межкадровых разностей сигнала цвета; 27 -седьмой преобразователь стандарта; 28 -временной компрессор межкадровых разностей сигнала цвета; 29 - шестой ЦАП; 30 -седьмой ЦАП; 31 -четвертый АЦП; 32 - восьмой преобразователь стандарта; 33 -временной компрессор сигнала цвета; 34 -восьмой ЦАП; 35 -первый коммутатор; 36 -второй коммутатор; 37 -первый балансный модулятор; 38 - второй балансный модулятор; 39 - фазовращатель; 40 - сумматор; 41 - передатчик

разностных сигналов. Оба канала состоят из идентичных блоков, поэтому рассмотрим работу только канала яркости. В канале цвета осуществляются аналогичные преобразования, отличие от канала цвета состоит в том, что ширина полосы частот цветоразностных сигналов на всех этапах обработки соответственно в два раза меньше, чем у сигнала яркости.

После преобразования яркостного сигнала в цифровую форму происходит разделение четных и нечетных строк, а затем вычисления межстрочных разностей, как разности нечетных и четных строк, и межкадровых разностей, как разности одноименных строк соседних кадров. Разностные сигналы [4] дают возможность сократить ширину полосы частот в два раза. Это преобразование, а также переход от построчной развертки к чересстрочной, осуществляемый дважды, до разделения строк и после него, позволяет получить межстрочные и межкадровые разности яркостного сигнала с форматом разложения $625/12, 5/2:1$ и шириной полосы частот равной $3,8$ МГц. Затем разностные сигналы сжимаются во времени в полтора раза, следовательно, ширина полосы их частот увеличится во столько же раз и станет равной $5,6$ МГц. В такой форме они поступают на квадратурную модуляцию.

Основной сигнал яркости, представляющий собой нечетные строки исходного сигнала, преобразуется в аналоговую форму, а затем снова дискретизируется для дополнительного сжатия полосы частот. Производится преобразование его формата разложения из построчного в чересстрочный. В результате, ширина его полосы частот снижается до величины равной $5,5$ МГц, а

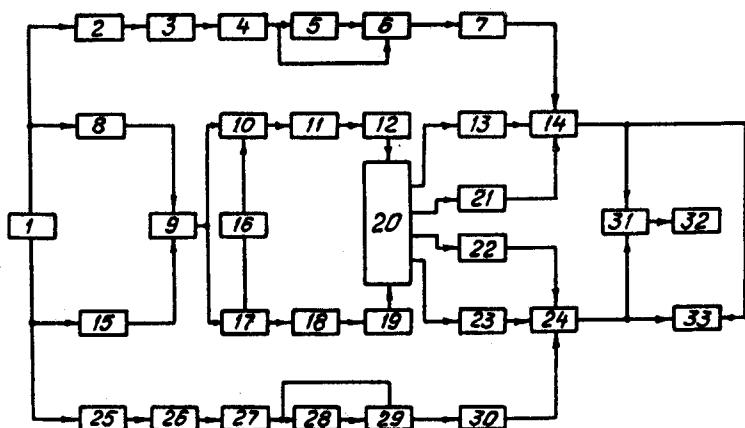


Рис. 3. Структурная блок-схема приемной части системы.

1 - первый коммутатор; 2 - первый ФНЧ; 3 - первый АЦП; 4 - первый блок временного растяжения; 5 - первый балансный модулятор; 6 - первый сумматор; 7 - восстанавливающий фильтр сигнала яркости; 8 - первый полосовой фильтр; 9 - второй коммутатор; 10 - второй балансный модулятор; 11 - второй АЦП; 12 - второй блок временного растяжения; 13 - восстанавливающий фильтр межстрочных разностей сигнала яркости; 14 - второй сумматор; 15 - второй полосовой фильтр; 16 - фазовращатель; 17 - третий балансный модулятор; 18 - третий АЦП; 19 - третий блок временного растяжения; 20 - третий коммутатор; 21 - восстанавливающий фильтр межкадровых разностей сигнала яркости; 22 - восстанавливающий фильтр межкадровых разностей сигнала цвета; 23 - восстанавливающий фильтр межстрочных разностей сигнала цвета; 24 - третий сумматор; 25 - второй ФНЧ; 26 - четвертый АЦП; 27 - четвертый блок временного растяжения; 28 - четвертый балансный модулятор; 29 - четвертый сумматор; 30 - восстанавливающий фильтр сигнала цвета; 31 - кодер СЕКАМ; 32 - приемник СЕКАМ; 33 - приемник ТВЧ 1250/50/1:1/16:9

формат разложения составит 625/12,5/2:1. Сжатие этого сигнала во времени в 1,5 раза приведет к расширению его полосы частот до величины 8,25 МГц. Спектры видеосигналов яркости, цвета, а также соответствующих им межстрочных и межкадровых разностей, изображены на рис. 4.

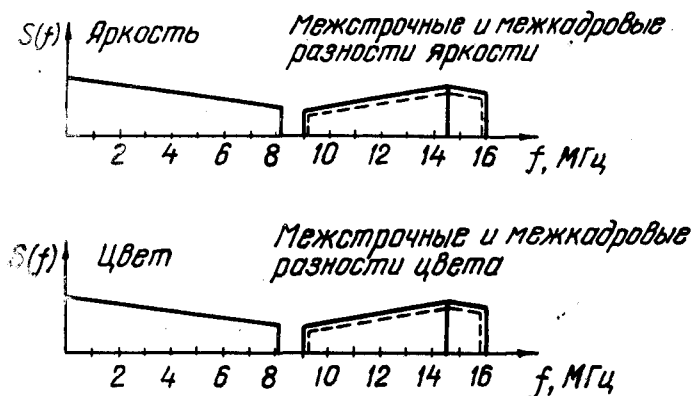


Рис. 4. Спектры видеосигналов

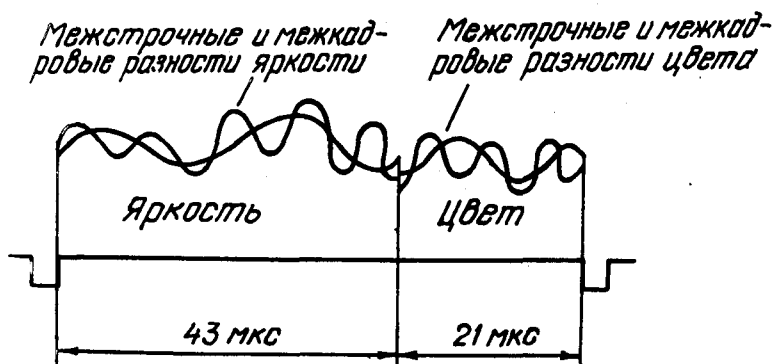


Рис. 5. Временные соотношения сигналов

Цветоразностные сигналы, поступающие в канал цвета через строку, как уже было отмечено ранее, обрабатывается аналогично сигналу яркости. Однако следует отметить, что они и соответствующие им межстрочные и межкадровые разности сжимаются во времени в три раза. Временные соотношения всех рассматриваемых сигналов изображены на рис. 5

На приемной стороне системы осуществляются преобразования обратные тем, что были проделаны на передающей, с целью восстановления спектров сигналов яркости и цвета. Временной коммутатор разделяет сигнал яркости, его межстрочные и межкадровые разности и сигнал цвета с соответствующими ему межстрочными и межкадровыми разностями. Первый ФНЧ выделяет сигнал яркости, который затем преобразуется в цифровую форму, растягивается во времени в 1,5 раза и поступает на восстановление спектра на балансный модулятор. Цветоразностные сигналы выделяются вторым ФНЧ и обрабатываются аналогично сигналу яркости, за исключением того, что растяжение во времени осуществляется в три раза. Межстрочные и межкадровые разности сигнала яркости выделяются первым полосовым фильтром, а межстрочные и межкадровые разности цветоразностных сигналов - вторым. Затем происходит восстановление спектров разностных сигналов и растяжение во времени соответственно в 1,5 и 3 раза. Восстановление спектров сигнала после дискретизации производится с помощью восстанавливающих фильтров [3]. На последнем этапе декодирования суммируются сигналы яркости и цвета с соответствующими межстрочными и межкадровыми разностями. В результате восстанавливаются исходные сигналы яркости и цвета в стандарте разложения 1250/50/1:1/16:9 и шириной полосы частот 60 и 30 МГц. Таким образом будет осуществлена передача и прием широкополосного сигнала ТВЧ без потери качества и разрешающей способности.

Закключение. Рассмотренный метод передачи и приема сигнала ТВЧ в стандарте MAC по двум каналам связи, существующей распределительной сети, является одним из шагов в направлении создания интерфейса третьего класса, что по мнению II-й Исследовательской комиссии МККР является чрезвычайно важной задачей. Использование стандарта MAC для уплотнения сигналов яркости и цвета обусловлена тем, что он принят в ряде Европейских стран в качестве стандарта для разработки Европейской системы ТВЧ по проекту EUREKA - 95

Список литературы

1. Сальман М. А. Путь к изображению высокого качества// Зарубежная радиоэлектроника. -1989. -№3, - С. 74-91.
2. Немировская М. Л., Огурцова Е. Е. Творческо-производственные и экономические особенности создания фильмов по технологии ТВЧ. - М.: ТКГ, №6, 1990.
3. Игнатъев Н. К. Дискретизация и ее приложения. - М.: Связь, 1980. - 262 с.
4. Косс В. П. Дискретизация N-го порядка в системах передачи видеоинформации//Методы и устройства обработки сигналов в радиотехнических системах. - Рязань, 1990. - С. 71-75.