

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Московский технический университет связи и информатики

Кафедра телевидения

Лабораторная работа №52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОДИРОВАНИЯ СИГНАЛА СЕКАМ

Москва 2001

Лабораторная работа № 52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОДИРОВАНИЯ СИГНАЛА СЕКАМ

Автор - доцент кафедры телевидения МТУСИ Серебряков Юрий Иванович

Издание утверждено советом факультета РВТ, протокол № 8 от 17 апреля 1997 г.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук Квиринг Г.Ю.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение процесса формирования и кодирования сигналов совместимой системы цветного телевидения СЕКАМ. Ознакомление со структурной схемой кодирующего устройства, назначением и свойствами блоков низкочастотных и высокочастотных предискажений цветоразностных сигналов, влиянием предискажений на сигналы.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться со структурной схемой кодирующего устройства СЕКАМ, назначением ее элементов.
2. Ознакомиться с основными параметрами и уравнениями яркостного и цветоразностных сигналов, способом передачи цветоразностных сигналов в составе полного сигнала.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Работа выполняется на компьютере по программе, моделирующей процессы формирования и кодирования сигналов СЕКАМ. Программа записана в файле **TVCODSEC.EXE**.

Процедура выполнения работы сводится к изучению и фиксации в отчете информации, появляющейся на экране монитора, введению в компьютер, по запросу программы, необходимых исходных данных. По ходу выполнения программы на экране появляются пояснения по изучаемому материалу, по возможным действиям исполнителя. Переход к очередному кадру осуществляется, как правило, нажатием клавиши ENTER.

ВНИМАТЕЛЬНО СЛЕДИТЕ за появляющимися на экране указаниями по выбору пути продвижения по программе и пунктуально их выполняйте. В противном случае выбранная последовательность работы будет нарушена.

Программа, в частности, вычисляет параметры и строит сигнал, соответствующий изображению цветных полос. Количество полос и их исходные данные (цвет полос) - выбор исполнителя. Исходные данные каждой полосы выражаются тремя числами - сигналы E'_R , E'_G , E'_B .

Если по невнимательности будет допущена ошибка, то придется заново повторить всю процедуру ввода достаточно большого количества исходных данных.

При вводе данных в компьютер разделителем целой и дробной частей числа является *ТОЧКА*. Она же используется и в тексте.

НЕ НАЖИМАЙТЕ клавишу ENTER до завершения процесса построения очередного кадра. Не нажимайте клавишу ENTER более одного раза. Каждое нажатие запоминается и будет выполнено. В результате некоторые кадры промелькнут без остановки!

ОСНОВНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Структурная схема кодера СЕКАМ, назначение основных элементов.
2. Параметры яркостного и цветоразностных сигналов, их зависимость от цвета полос (исходных данных).
3. Исследование воздействия на цветоразностные сигналы низкочастотных предискажений.
4. Исследование воздействия на частотно-модулированную поднесущую высокочастотных предискажений.
5. Осциллограммы сигналов цветных полос с параметрами, заданными исполнителем.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Зарисовать структурную схему кодирования сигналов СЕКАМ, снабдив ее необходимыми пояснениями;
2. Сформировать стандартный сигнал из восьми цветных полос (значения исходных сигналов такого изображения программа экспонирует). На осциллограмме этого сигнала отметить участки, на которых имеет место ограничение сигнала по величине.
3. Зарисовать осциллограмму полного цветового видеосигнала (п.2) строки D_R или D_B (по выбору исполнителя). Отметить на ней величины яркостного сигнала, размах поднесущей, частоту и девиацию частоты поднесущей для каждой из восьми полос.
4. Зарисовать сигналы, поясняющие воспроизведение фронта импульса блоком низкочастотных предискажений,
5. Для оценки пределов изменения амплитуды частотно-модулированной поднесущей составить таблицу зависимости амплитуды поднесущей от частоты. Необходимые данные получить, перемещая поднесущую по характеристике блока высокочастотных предискажений в пределах, ориентировочно, от 3800 до 4800 кГц.
ПРИМЕЧАНИЕ: Программа изменяет частоту дискретными приращениями, величина которых не зависит от исполнителя.
6. Для исследования зависимости частоты и размаха поднесущей от яркости изображения (уровня сигнала), построить осциллограмму сигнала из четырех полос одного цвета. Зарисовать сигнал модулированной поднесущей для этих четырех полос. Указать размах, частоту поднесущей и девиацию частоты для каждой полосы. Выбор сигнала (D'_R или D'_B), цвет изображения - по желанию исполнителя. Ниже приводятся возможные варианты некоторых сигналов.

Сигналы	1 полоса	2 полоса	3 полоса	4 полоса
E'_R	1	0.75	0.5	0.25
E'_G	0	0	0	0
E'_B	0	0	0	0

Сигналы	1 полоса	2 полоса	3 полоса	4 полоса
E'_R	0	0	0	0
E'_G	1	0.75	0.5	0.25
E'_B	0	0	0	0

Сигналы	1 полоса	2 полоса	3 полоса	4 полоса
E'_R	0	0	0	0
E'_G	0	0	0	0
E'_B	1	0.75	0.5	0.25

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Совместимая система цветного телевидения СЕКАМ используется в нашей стране с 1967 г. Главное отличие ее от других совместимых систем заключается в способе передачи цветоразностных сигналов. По стандарту число строк 625, развертка чересстрочная, число кадров в секунду 25.

В системе СЕКАМ формируются три сигнала: яркостный

$$E'_Y = 0.30E'_R + 0.59E'_G + 0.11E'_B,$$

и два цветоразностных

$$D'_R = -1.9E'_{R-Y} \quad \text{и} \quad D'_B = 1.5E'_{B-Y}.$$

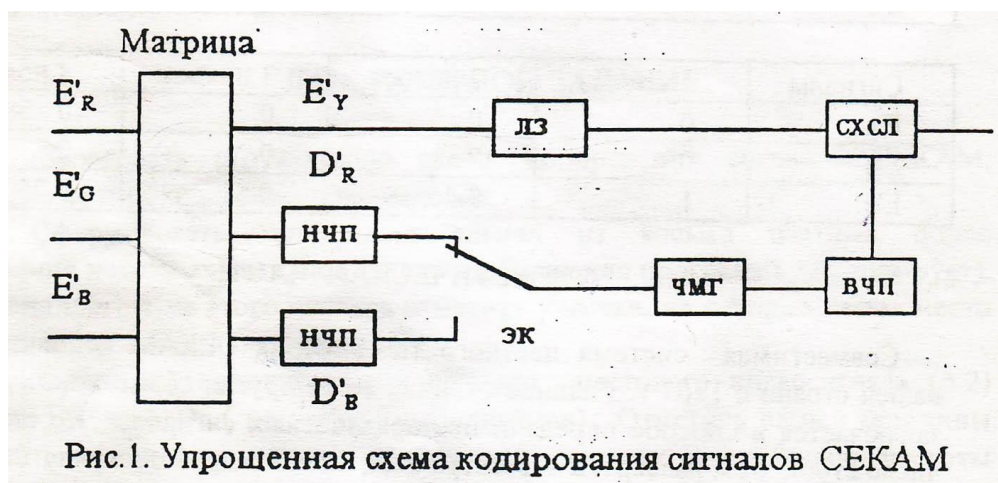
Значения коэффициентов 1.9 и 1.5 выбраны из условия, чтобы при передаче изображения цветных полос с 75% яркостью величины сигналов D'_R и D'_B достигали бы единицы, чему соответствует номинальная девиация частоты.

Рассмотрим процесс формирования яркостного сигнала. Передающая камера настроена так, что при передаче эталонного белого ее выходные сигналы равны. $E'_R = E'_G = E'_B$. Индекс R относится к красному, G к зеленому, B к синему. Сигнал яркости получают путем сложения этих сигналов в пропорции 0.3; 0.59 и 0.11 соответственно. Знаком (') обозначают сигналы после "гамма" коррекции.

Яркостный сигнал передается в полосе частот до 6 МГц, а цветоразностные - в сокращенной до 1.5 МГц. Формирование сигналов происходит в матрице, рис. 1.

Цветоразностные сигналы передаются в спектре яркостного на поднесущей, модулированной по частоте. При использовании частотной модуляции невозможно, без заметного, ухудшения качества изображения передать одновременно оба цветоразностных сигнала. Поэтому в системе СЕКАМ цветоразностные сигналы передаются поочередно. Электронный коммутатор (ЭК) работает в ритме строчной развертки: в одной строке передается сигнал D'_R , в другой D'_B .

Удельный вес гармонических составляющих телевизионного сигнала падает с ростом частоты. В то же время, для получения высокого отношения сигнал/помеха желательно иметь неизменным индекс модуляции во всем диапазоне частот.



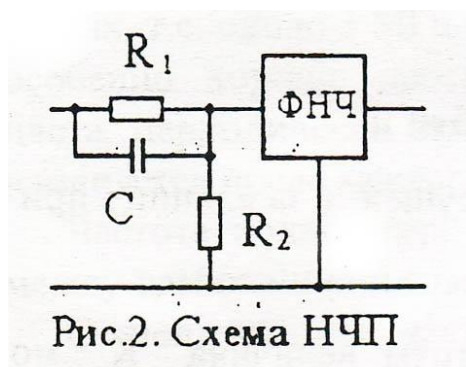
С этой целью цветоразностные сигналы перед частотным модулятором (на рис.1, он обозначен как частотно-модулированный генератор, ЧМГ) подвергаются предискажениям, увеличивающим уровни высокочастотных составляющих. Поскольку предискажениям подвергается сигнал до частотного модулятора, то их называют низкочастотными (блок НЧП).

НЧ предискажения осуществляются RC цепью, рис.2, за которой включен фильтр нижних частот, ограничивающий полосу пропускаемых частот величиной 1.5 МГц. Примерный вид частотной характеристики НЧП программа экспонирует.

Уравнение коэффициента передачи схемы имеет вид:

$$G = 10 \lg \frac{1 + \left(\frac{f}{F}\right)^2}{1 + \left(\frac{f}{3F}\right)^3}$$

Величина G в дБ, частота F=85 кГц.



В результате НЧ предискажений на участках с резкими изменениями уровня сигнала появляются характерные выбросы, вызывающие существенное (до 2.5 раз) увеличение размаха сигнала. Чтобы избежать увеличения девиации частоты поднесущей и вызванного этим ухудшения совместимости, цветоразностные сигналы ограничиваются, что приводит к изломам модуляционной характеристики.

На рис.3, показана, как пример, модуляционная характеристика канала D_R. Предельная величина девиации ограничена значениями +350 и -506 кГц. Частота немодулированной поднесущей F_{OR} = 4406.25 кГц.

Частота немодулированной поднесущей для сигнала D'_B $F_{OB} = 4250$ кГц, а девиация частоты от +506 до -350 кГц.

Модулированная по частоте поднесущая подвергается так называемым высокочастотным предискажениям, блок ВЧП, рис.1. Высокочастотные предискажения уменьшают заметность помехи от поднесущей на изображении, так как при отсутствии модуляций, т.е. на деталях с малой цветовой насыщенностью, амплитуда поднесущей уменьшается.

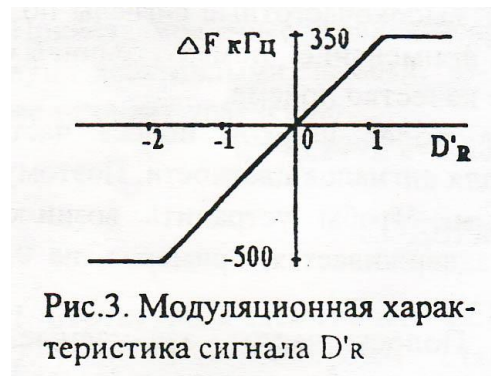


Рис.3. Модуляционная характеристика сигнала D'_R

Предискажения называются высокочастотными потому, что они влияют на сигнал после модуляции. В результате, частотно-модулированная поднесущая оказывается модулированной и по амплитуде.

Коэффициент передачи блока высокочастотных предискажений зависит от частоты f и изменяется по закону:

$$K = \sqrt{\frac{1 + 256x^2}{1 + 1.6x^2}}$$

Где

$$x = \frac{f}{F_c} - \frac{F_c}{f} \quad \text{и} \quad F_c = 4286 \text{ кГц.}$$

Амплитуда частотно-модулированной поднесущей (за единицу принят размах сигнала яркости, $E'_Y = 1$) будет $A = 0.115K$.

В зависимости от величины девиации частоты величина K может изменяться в пределах от 1 до 3.5.

Программа экспонирует график частотной характеристики с отметкой на нем положения немодулированных частот F_{OR} и F_{OB} .

В схеме сложения СХСЛ, рис.1, яркостный сигнал складывается с частотно-модулированной поднесущей, образуя полный цветовой видеосигнал.

Программа вычисляет параметры сигналов E'_Y , D'_R и D'_B , строит осциллограммы этих сигналов для изображения цветных полос. Количество полос, их цвет и расположение на строке выбирает исполнитель. Количество полос на строке не более 8.

Из рассмотрения осциллограмм полного видеосигнала видно, что на черном и синем цветовой поднесущая выходит за уровень черного и попадает в область синхроимпульсов, что может повлиять на синхронизацию генератора строчной развертки.

Практически эти сигналы значительно ослабляются в канале синхронизации, полоса пропускания которого не превышает 1 - 2 МГц. Попадающие в канал синхронизации высокочастотные сигналы по своему воздействию подобны

шумам, и применение помехоустойчивых схем синхронизации обеспечивает высокое качество приема.

Яркостный сигнал передается в более широкой полосе частот, по сравнению с 1.5 МГц, выделенными для сигналов цветности. Поэтому время задержки сигналов будет различным. Чтобы устранить возникающий временной сдвиг яркостный сигнал задерживается, примерно, на 0.65 мкс линией задержки ЛЗ, рис. 1.

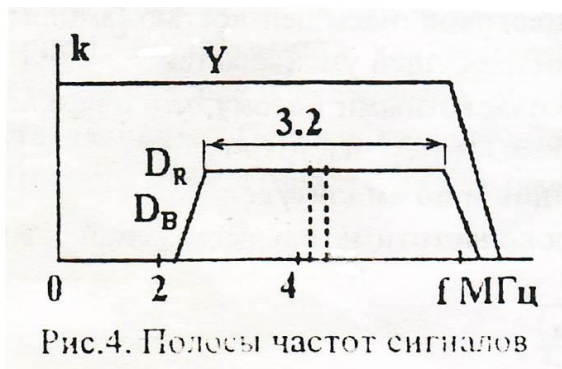


Рис.4. Полосы частот сигналов

Полосы частот, занимаемые сигналами, и их взаимное расположение показаны на рис.4. Пунктиром отмечены частоты немодулированных поднесущих. Между ними сдвиг по частоте составляет 156.25 кГц. При частотной модуляции с малым индексом модуляции (отношение девиации частоты к верхней частоте сигнала) полоса частот практически будет равна $2F_{\text{MAX}}$, т.е. около 3 МГц. Для уменьшения заметности помех от

поднесущей, особенно хорошо просматриваемых на больших участках одинакового цвета, периодически изменяется фаза поднесущей на 180 градусов. Фаза изменяется после каждого поля и в каждой строке из трех.

Частота поднесущей была выбрана в результате поисков компромисса между требованиями совместимости и качеством цветных изображений.

С повышением частоты поднесущей уменьшается заметность на изображении помех от нее в виде мелкоструктурной сетки, поскольку сетка будет иметь более мелкую структуру и, следовательно, станет менее различимой.

С понижением частоты поднесущей появляется возможность расширения полосы частот сигналов цветности, что позволяет передать в цвете более мелкие детали изображения.

В одном из ранних вариантов системы СЕКАМ для сигналов разных строк использовалась одна поднесущая, расположенная в точке минимума коэффициента передачи корректора высокочастотных предискажений.

Позднее было показано, что путем введения двух поднесущих, одной для сигнала D'_R и другой для сигнала D'_B и смещения их от центральной частоты корректора высокочастотных предискажений, удастся получить более равномерное распределение шума в полосе видеочастот с одновременным уменьшением среднего значения шума.

В результате удалось достичь оптимальных характеристик с точки зрения шумов, совместимости и цветовых переходов. Этот вариант и используется в существующей системе СЕКАМ.

Приведенное ранее уравнение яркостного сигнала записано, как обычно, с двумя десятичными знаками. В программе вычисления выполняются по более точному уравнению:

$$E'_Y = 0.299E'_R + 0.587E'_G + 0.14 E'_B.$$

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Структурная схема кодера СЕКАМ с необходимыми пояснениями.
2. Рисунки осциллограмм стандартного сигнала из восьми цветных полос. Следует показать сигналы: яркостный, цветоразностный, модулированную поднесущую. Для каждой полосы указать параметры сигналов (они экспонируются при вводе параметров исходных сигналов). Удобно представить их в виде таблицы.
3. Рисунки осциллограмм сигналов, иллюстрирующих воспроизведение фронта импульса блоком низкочастотных предискажений.
4. Таблица данных, показывающих, как изменяется амплитуда частотно-модулированной поднесущей в пределах диапазона, рекомендованного в п.5 задания, и построенная по ним зависимость амплитуды поднесущей от частоты.
5. Рисунки осциллограмм изображения, состоящего из четырех полос, п.6 задания, с параметрами сигналов.
6. Выводы по результатам исследований.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение кодера сигналов СЕКАМ.
2. Сформулируйте основные принципы кодирования сигналов СЕКАМ.
3. Назначение блока низкочастотных предискажений цветоразностных сигналов.
4. Влияние низкочастотных предискажений на форму сигналов.
5. Назначение блока высокочастотных предискажений.
6. Как высокочастотные предискажения влияют на частотно-модулированную поднесущую?

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубарев Ю.Б., Глориозов Г.Л. Передача изображений: Учебник для вузов.- М.: Радио и связь, 1989.-336с.
2. Телевидение / Под ред. В.Е. Джакони.- М.: Радио и связь, 1996.

Отпечатано в полиграфическом центре «Университет»

Северо-Кавказский филиал МТУСИ

Г. Ростов-на-Дону, ул. Серафимовича 62, тел/факс (8632) 62-42-45

**Лицензия на полиграфическую деятельность ПД № 10-65217 от 20 июня 2001 года
Срок действия 5 лет**

Ростов-на-Дону 2001