

Сагдуллаев В.Ю.
магистрант кафедры
телевидения МТУСИ

ФОРМИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Рассматриваются особенности формирования сигналов цифрового телевидения с селекцией и передачей сигналов отдельного уровня градации яркости изображения

Переход от аналоговой формы передачи телевизионных (ТВ) сигналов к цифровой, требует чрезмерно более широкой полосы частот канала связи. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование различных алгоритмов сжатия цифровых сигналов до их передачи по каналу связи. Общепринятым методом сжатия информации для целей вещательного телевидения в настоящее время является стандарт MPEG-2 (MPEG-4), позволяющий снизить скорость битов кодированного сигнала до 5-10 Мбит/с. Известно, что для получения студийного качества принятого изображения можно сжимать видеоинформацию до скорости передачи порядка 9-10 Мбит/с, а для получения качества изображения, сравнимого с обычным изображением по системе цветного телевидения PAL – до 4-5 Мбит/с [1].

Известен также ряд других стандартов и алгоритмов сжатия информации. Они находят применение в первую очередь в различных мультимедийных системах, например, H.264/MPEG-4 AVC, рекурсивные алгоритмы и др., и позволяют достигать большую степень сжатия информации и обеспечить на сегодня такое же качество принимаемого изображения, как и у MPEG-2, но при скорости передачи данных в 2 - 4 раза ниже.

В общем случае, при достаточно больших степенях сжатия информации, при любом его алгоритме, возникают характерные искажения изображений (заметность границ блоков, появление следов, плохая цветопередача, эффект ступенек и др.), которые ограничивают область их реального применения и практического использования. Это обуславливается принятым подходом к сжатию ТВ информации, базирующегося на имеющейся пространственной, временной, энтропийной избыточности сигналов изображений, а также психовизуальной избыточности зрительного восприятия цветных изображений [2].

Одновременная передача большого числа таких цифровых ТВ сигналов, использующих вещательный стандарт (например, при параметрах разложения 625/50), или сигналов телевидения высокой четкости (ТВЧ) без сжатия информации или даже с использованием сжатия информации (в задачах вещания, мультимедийных системах,

прикладных целях и др.) требует весьма широкой полосы и соответствующих каналов связи.

Известны принципы построения систем цифрового телевидения и обработки сигналов, например, компонентное цифровое кодирование на основе аналогового мультиплексирования сигналов, а также гибридного мультиплексирования составляющих сигналов или компонентное цифровое кодирование на основе их цифрового мультиплексирования и т.д., однако указанные способы предполагают наличие широкополосного канала передачи.

В работе [1] представлен вариант структурной схемы формирователя цифрового телевизионного сигнала в соответствии с Рекомендацией ITU-R BT 601. В таком формирователе, сигналы основных цветов E_R , E_G , E_B с источника телевизионных сигналов (цветной ТВ камеры) вначале поступают на гамма-корректоры, сформированные в которых сигналы E'_R , E'_G , E'_B в кодирующей матрице по известным соотношениям преобразуются в сигнал яркости E'_Y и цветоразностные сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} . Далее эти сигналы преобразуются с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП) в соответствующие цифровые сигналы. Число разрядов каждого АЦП, как правило, равно 8. Синхроимпульсы развертки источника телевизионных сигналов поступают на формирователь цифровых синхроимпульсов. Кроме того, синхроимпульсы используются для синхронизации генератора тактовых импульсов (ГТИ), который вырабатывает импульсы с частотами 27, 13,5 и 6,75 МГц, поступающие на другие узлы устройства. ГТИ содержит схему фазовой автоподстройки частоты с помощью которой обеспечивается требуемое число периодов тактовых импульсов за период строчной развертки источника телевизионных сигналов. Мультиплексор в заданной последовательности передает на выход цифровые сигналы Y , C_R и C_B , а также цифровые синхросигналы. В результате на выходе устройства оказывается сформированным цифровой телевизионный сигнал в последовательном коде. В приемной части ТВ системы – осуществляются обратные операции преобразования сигналов с формированием исходных аналоговых ТВ сигналов E_R , E_G , E_B и сигналов синхронизации.

Скорость передачи данных для конкретной ТВ системы определяется частотой дискретизации аналоговых сигналов и числом принятых разрядов при кодировании в аналогово-цифровом преобразовании исходных сигналов и используемых параметров разложения изображений. В данном случае, для примера, в системах цветного телевидения при вещательном формате передачи 4:2:2 для сигнала яркости E'_Y в цифровой форме скорость передачи данных составляет $C_1 = f_d \cdot k = 13,5 \times 8 = 108$ Мбит/с, а добавление необходимых двух цветоразностных цифровых сигналов E'_{R-Y} и E'_{B-Y} при выборе для них частоты дискретизации равной $f_d/2$ требует увеличения скорости передачи данных

до 216 Мбит/с, что является одним из главных недостатков известного способа формирования исходных цифровых сигналов цветного телевидения для их последующей передачи по каналам связи.

Особенностью предлагаемого способа формирования цифровых сигналов является исключение операции преобразования двоичных символов k -разрядного параллельного кода в k -разрядный последовательный код, что приводит к снижению скорости передачи ТВ сигналов в цифровой форме. Для достижения указанного результата рассмотрим вначале преобразование видеосигнала с использованием трехразрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП), когда число двоичных символов в кодовой комбинации одного отсчета равно $k=3$. При этом число передаваемых градаций равно $m=2^3=8$, а амплитуда входного сигнала может принимать значения в интервале $0 \leq U_c \leq 1$. Тогда каждому уровню сигнала (каждой градации яркости) будет соответствовать определенная кодовая последовательность двоичных чисел на выходе АЦП (табл.1).

Подавая сигналы с выходов АЦП на входы m - дешифраторов импульсов можно осуществить селекцию сигнала заданной амплитуды (яркости). Далее, сигналы с выхода каждого дешифратора в виде значений логической "1" могут поступать на входы генераторов несущей частоты, значение которой может быть f_0, f_1, \dots, f_m и таким образом осуществить передачу сигнала отдельной градации яркости изображения на своей несущей частоте.

Таблица 1

Амплитуда входного сигнала U_c	Разряды аналого-цифрового преобразователя			Значение несущей частоты
	Q_1	Q_2	Q_3	
0	0	0	0	f_0
0,142	1	0	0	f_1
0,285	0	1	0	f_2
0,427	1	1	0	f_3
0,571	0	0	1	f_4
0,713	1	0	1	f_5
0.857	0	1	1	f_6
1,000	1	1	1	f_7

На рис.1 показана схема селекции и передачи сигналов яркости изображения на своей несущей частоте. Функции селекции сигнала определенной яркости выполняют дешифраторы (ДШ), настроенные на определенную кодовую последовательность импульсов

(в зависимости от разрядности АЦП). В данной схеме, по сравнению с известной схемой [1] отсутствует преобразователь кода, который увеличивает скорость передачи ТВ сигнала в цифровой форме в k -раз.

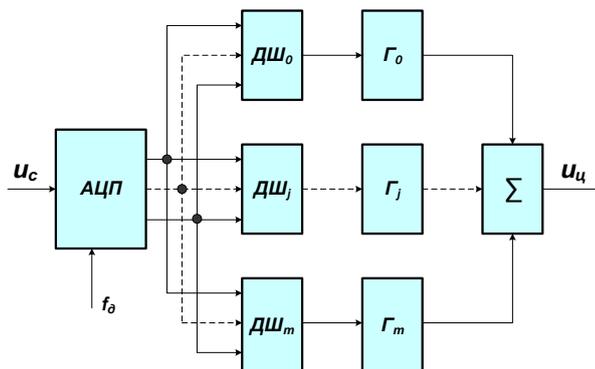


Рис.1. Схема селекции сигналов по яркости изображения и их передачи на своей несущей частоте

В соответствии с известной формулой скорость передачи ТВ сигнала в цифровой форме на выходе дешифраторов составит величину

$$C = f_d \cdot k = 13,5 \cdot 1 = 13,5 \text{ Мбит/с}$$

и необходимая полоса частот канала связи для передачи ТВ сигнала равна величине

$$\Delta f = C/2 = 6,75 \text{ МГц}$$

Разработанная структурная схема передающей и приемной части системы цифрового телевидения с разделением сигнала по амплитуде показана на примере использования одного яркостного сигнала U_c (рис.2). Аналоговый сигнал в передающей части системы (рис.2а) с выхода источника ТВ сигнала поступает в АЦП, где преобразуется в цифровую форму и представляется в параллельном k - разрядном двоичном коде. Поскольку в каждый момент времени Δt входной сигнал U_c будет характеризоваться своим значением амплитуды, на выходах АЦП будет своя кодовая последовательность цифровых импульсов. Блок дешифрации осуществляет селекцию поступающей кодовой последовательности цифровых сигналов и при совпадении вырабатывает сигнал логической “1” на одном из выходов блока. Число выходов блока дешифрации равно числу градаций яркости сигнала $m=2^k$.

Выходы блока дешифрации группируются попарно и отображают сигналы предыдущего и последующего уровня и поступают на входы квадратурных модуляторов $КМ_i$, число которых равно величине $m/2$. Квадратурная амплитудная манипуляция осуществляется с помощью двух балансных модуляторов, на один вход которых подается передаваемый сигнал U_1 и U_2 а на второй вход подается несущая со смещенными фазами на 90° . Как известно, при балансной модуляции в случае идентичности обеих плеч модулятора

сигнал на выходе последнего возникает лишь при воздействии модулирующего сигнала. На выходе модулятора образуется результирующий сигнал вида:

$$U_S = U_1 \cos \omega_c t + U_2 \sin \omega_c t$$

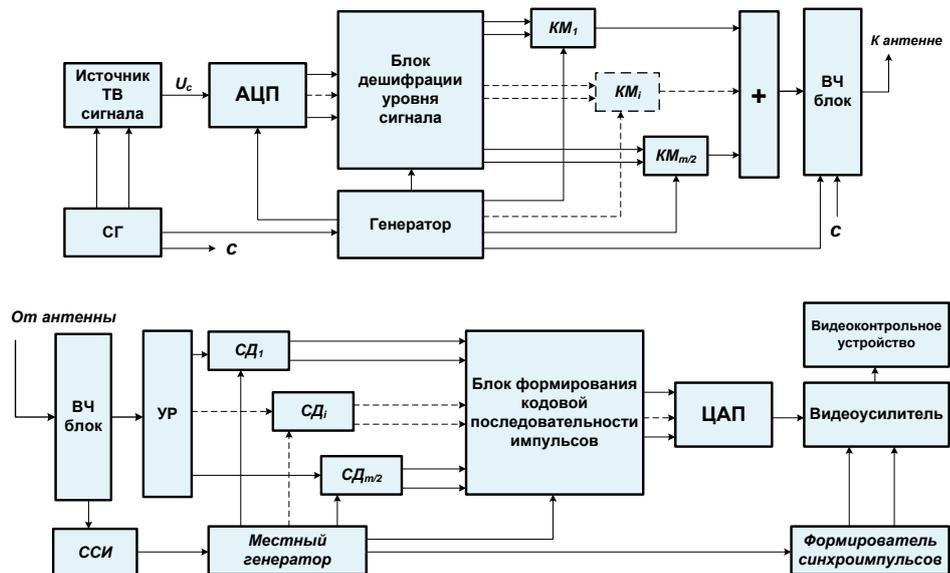


Рис.2. Структурная схема передающей и приемной части системы цифрового телевидения с разделением сигнала по амплитуде

Для нашего случая, когда значение логической “1” возможно только на одном из выходов блока дешифрации, квадратурная составляющая будет характеризоваться значениями либо “10” или “01” или “00”, то есть

$$U_{S1} = U_1 \cos \omega_c t \quad \text{или} \quad U_{S2} = U_2 \sin \omega_c t \quad \text{или} \quad U_{S3} = 0$$

В рассматриваемой системе каждый КМ имеет свое значение несущей частоты ω_c , которое изменяется от KM_i к KM_{i+1} на величину ΔF , минимальное значение которой определяется возможностью обеспечения устойчивого синхронного детектирования (выделения) сигналов на приемной стороне системы. Для каждого момента времени Δt , сигнал вида U_{S1} или U_{S2} будет присутствовать на выходе только одного КМ, который через сумматор (или схему “ИЛИ”) будет поступать на высокочастотный блок, где будет осуществляться модуляция сигнала на несущей частоте $f_{нес}$ для передачи сигналов в эфир или подаваться предварительно на мультиплексор при наличии других передаваемых сигналов.

Литература

1. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения: Учебное пособие.- М.: Горячая линия – Телеком, 2001.- 224 с.: ил.)
2. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы.- М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2001.-568 с.: ил