



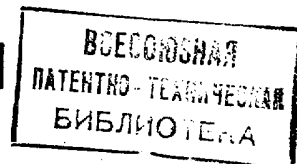
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1481900** **A2**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

(51) 4 Н 03 М 7/30, Н 04 Н 7/13,
Н 03 М 3/04

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

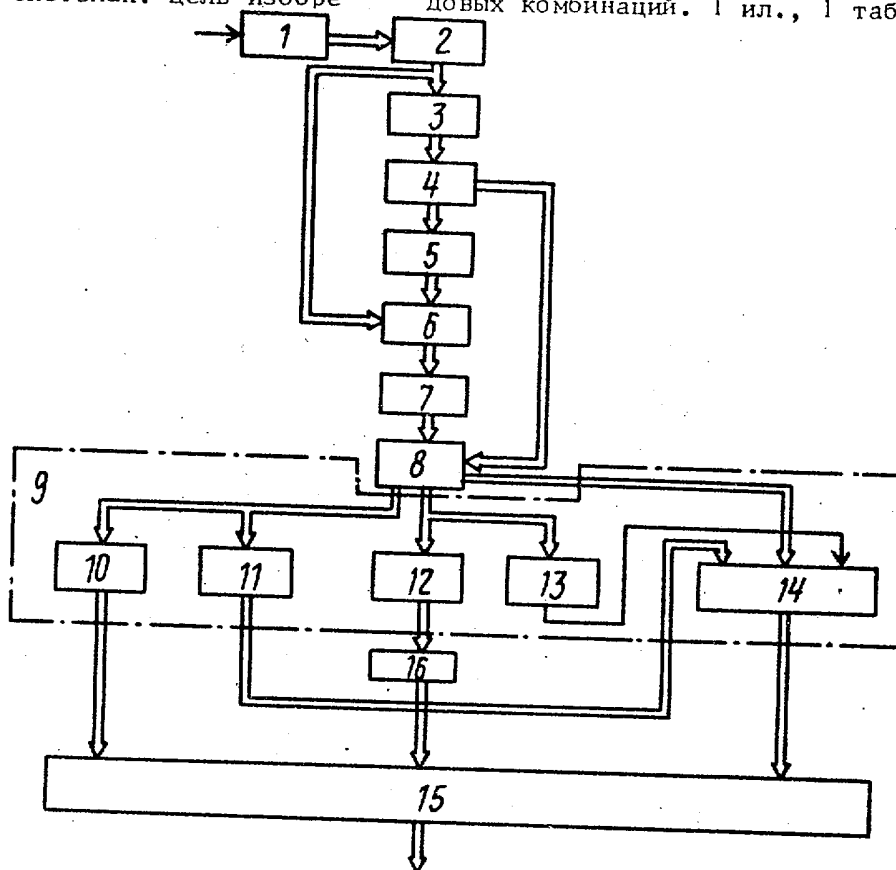


(61) 1290530
(21) 4327704/24-24
(22) 06.10.87
(46) 23.05.89. Бюл. № 19
(72) С.А.Куликов и В.Н.Табунов
(53) 621.397(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1290530, кл. Н 03 М 3/04, 1985.

(54) ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ КО-
ДЕР ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

(57) Изобретение относится к вычис-
лительной технике и технике связи и
может быть использовано в цифровых
телевизионных системах. Цель изобре-

2
тения - повышение помехоустойчивости
и кодера. Кодер содержит аналого-
цифровой преобразователь 1, блок 2
памяти, блок 3 умножителей, суммато-
ры 4, 6, инвертор 5, сумматор 7 мо-
дулей, квантователь 8, узел 9 внесе-
ния кода коррекции, состоящий из бло-
ков 10, 12 задержки, генератора 11
контрольных символов, дешифратора 13
и коммутатора 14, и блок 15 кодиро-
вания. Благодаря введению преобразо-
вателя 16 позиционного кода в стати-
чески согласованный полный код улуч-
шается защита наиболее вероятных ко-
довых комбинаций. 1 ил., 1 табл.



(19) **SU** (11) **1481900** **A2**

Изобретение относится к вычислительной технике и технике связи и может быть использовано в цифровых телевизионных системах и является усовершенствованием изобретения по авт.св. № 1290530.

Цель изобретения - повышение помехоустойчивости кодера.

На чертеже приведена блок-схема кодера.

Дифференциальный импульсный кодер телевизионного ТВ сигнала содержит аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 1, блок 2 памяти, блок 3 умножителей, сумматор 4, инвертор 5, второй сумматор 6, сумматор 7 модулей, квантователь 8, узел 9 внесения кода коррекции, состоящий из первого блока 10 задержки, генератора 11 контрольных символов, второго блока 12 задержки, дешифратора 13 и коммутатора 14, блок 15 кодирования и преобразователь 16 позиционного кода в статистически согласованный полный код, выполненный например - на программируемом ПЗУ.

В АЦП исходный аналоговый сигнал преобразуется в цифровой поток. Затем цифровое телевизионное изображение разбивается на группы по n элементов в группе. Для каждой кодируемой группы вычисляются три переменные:

средняя яркость элементов x_i группы

$$a_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

полусумма модулей отклонений x_i от a_1

$$a_2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |x_i - a_1|,$$

матрица знаков отклонений x_i от a_1

$$S = [S_i] = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \geq a_1; \\ 0, & \text{если } x_i < a_1. \end{cases}$$

Эти три переменные передаются вместе исходных n элементов группы ($4 \leq n \leq 16$). За счет этого, а также грубого кодирования высокочастотной составляющей a_2 достигается сжатие цифрового потока. Как показывают многочисленные эксперименты, качество ТВ-изображений после кодирования практически не ухудшается. Коэффициент сжатия потока зависит в первую очередь от числа одновременно кодируемых элементов. В конкретном варианте кодера кодируемые элементы -

восьмиразрядные, $n=4$. При этом a_1 , a_2 , S кодируются соответственно семи-, пяти-, и четырехразрядными кодами. Таким образом, вместо исходных 32 разрядов, отводимых на группу, в канал считаются 16 разрядов, т.е. устройство позволяет сократить цифровой поток видеоданных в 2 раза.

На приемной стороне по принятым a_1, a_2 и S яркость i -го декодируемого элемента y_i находится следующим образом:

$$y_i = \begin{cases} a_1 + a_2/p, & \text{если } S_i = 1; \\ a_1 - a_2/(n-p), & \text{если } S_i = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где p - число единиц кода матрицы знаков разности S .

Как следует из (1), для групп с $a_2=0$ все элементы y_i декодируемой группы равны a_1 и равны x_i . Следовательно, для групп с $a_2=0$ передача матрицы знаков S оказывается избыточной. В устройстве эта избыточность используется следующим образом. Для каждой кодируемой группы значение a_2 сравнивается (в дешифраторе) с нулем. В случае равенства a_2 нулю вместо избыточных разрядов матрицы знаков передаются контрольные символы некоторого помехоустойчивого кода. Эти символы формируются в генераторе контрольных символов. Информационными символами кода коррекции являются разряды кода средней яркости.

На приемной стороне в случае $a_2=0$ выполняются контрольные проверки, формируется синдром и при наличии ошибки в коде a_1 производится ее коррекция. Код коррекции, формируемый в узле внесения кода коррекции, не добавляется к выходному цифровому потоку, а размещается на месте алгоритмически избыточных разрядов S . Если при передаче поразился равный нулю код a_2 , то на приемную сторону он придет не равным нулю. И несмотря на то, что на месте S располагается контрольные символы, вычисление синдрома не производится, так как он формируется в случае $a_2=0$. Поскольку $a_2 \neq 0$, происходит ошибочное восстановление элементов декодируемой группы по правилу (1) и на равномерном фоне возникает контрастная точка. Контраст ее зависит от номера пораженного разряда: чем старше поражен-

ный разряд, тем контрастнее точка. Если на a_1 отводится 7 разрядов, на a_2 - 5 и на S 4 разряда, то в случае поражения кода группы с вероятностью $\frac{7+4}{16}$ поражены a_1 или S и с вероятностью $5/16$ поражен код a_2 . Так как при $a_2=0$ поражение S не приводит к ошибке, а разряды a_1 защищаются, то из всех пораженных групп с $a_2 = 0/16$ групп будут исправлены, а $5/16$ - нет.

Для обеспечения правильной работы кодера при увеличении вероятности ошибки канала до величины 10^{-3} введен преобразователь кодов, осуществляющий преобразование позиционного кода в статистически согласованный полный код (ССПК).

Пятиразрядный второй коэффициент a_2 может быть передан одним из $M = (2^5)!$ кодов. ССП кодом будет тогда тот код из M , который обеспечивает минимум среднеквадратичной ошибки передачи для заданных статистически ошибок в канале и распределения вероятностей a_2 . Эксперименты показывают, что распределение a_2 - экспоненциальное: наиболее вероятны малые значения a_2 .

Для данного распределения и одиночных ошибок в канале связи синтезирован ССПК, приведенный в таблице.

Из таблицы видно, что значение a_2 , равное нулю, кодируется одной и той же кодовой комбинацией (0000) как и в позиционном коде, так и в новом коде. При прохождении через канал комбинации 00000 возможно ее поражение и в результате на приемную сторону придет одна из пяти комбинаций: 00001, 00010, 00100, 01000 или 10000.

В позиционном коде эти комбинации соответствуют следующим по порядку значениям a_2 : 8, 16, 32, 64 и 128. Вес пятого разряда пятиразрядного кода a_2 равен не 1, а восьми, поскольку в кодере отбрасываются три младших разряда a_2 , в декодере они приравниваются нулю и добавляются к a_2 . Поэтому, когда приходит комбинация 00010, к ней добавляются три младших разряда 00010000 и в том написании кодовая комбинация соответствует 16.

В новом коде к пришедшей кодовой комбинации также добавляются три разряда, равные нулю. Но в нем кодовые комбинации с одной единицей соответствуют другим значениям a_2 , а именно (по порядку) 8, 16, 32, 32, 40.

Из сравнения этих значений с аналогичными для позиционного кода следует, что если в позиционном коде при поражении одиночной ошибкой комбинации 00000 среднее приращение $a_2 = 49,6$, то в ССПУ оно равно 24, т.е. уменьшено больше, чем в два раза. Перекодирование позволяет как бы исключить ошибки передачи старшего и второго разрядов позиционного кода передачи a_2 , когда a_2 изменяется на 128 и 64. В новом коде максимальная ошибка равна 40, а она менее контрастна, чем ошибка при поражении старшего разряда позиционного кода a_2 , т.е. самая вероятная кодовая комбинация наиболее защищена.

Управление блоками, входящими в дифференциальный импульсный кодер ТВ-сигнала, осуществляется с помощью синхрогенератора (СГ), который не приведен. На СГ с датчика подается полный видеосигнал, из которого выделяются сигналы строк и полей, т.е. передающий синхрогенератор ведется от синхрогенератора датчика. С передающего СГ на АЦП 1 подается тактовая частота элементов f_T . Для $n=4$ (в строке) блок 2 является последовательно-параллельным регистром, на который подаются частоты f_T и $f_T/4$. Для выравнивания разрядно-временных интервалов в блоки 4 и 8 на D-регистры подается f_T . В блок 15, представляющий собой параллельно-последовательный регистр, подаются частоты $f_T/4$ и канальная частота f_K , с которой в последовательном коде с выхода блока 15 считывается выходное кодовое слово.

Кодер работает следующим образом.

В АЦП 1 исходный аналоговый сигнал преобразуется в цифровой поток например, по методу ИКМ. В блоке 2 памяти благодаря задержкам цифрового потока создается ряд цифровых потоков, каждый из которых соответствует одному из элементов многоэлементной апертуры - группы соседних элементов ТВ-изображения. В блоке 3 значение яркости каждого из элементов апертуры умножается на весовой

коэффициент $1/n$, где n - число одновременно кодируемых элементов. После умножения элементы апертury одновременно поступают в первый сумматор 4, где путем их суммирования вычисляют среднее значение яркости по кодируемой группе. Во втором сумматоре 6 из цифровых потоков многоэлементной апертury, поданных туда из блока 2 памяти, вычитается среднее значение, поданное через инвертор 5. В сумматор 7 модулей одновременно подаются n значений разностей $x_i - a_1$ из сумматора 6. В сумматоре 7 модулей производится вычисление модуля каждой разности $x_i - a_1$ и сложение модулей

$\sum_{i=1}^n x_i - a_1$. На выходы сумматора 7 модулей передается код приведенной суммы без младшего разряда, тем самым формируется второй коэффициент

$$a_2 = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n x_i - a_1.$$

Кроме того, на выход блока 7 передается формируемый в этом блоке n -разрядный код матрицы знаков S , где $S \equiv [S_i] = \text{sign}(x_i - a_1)$.

Коды a_2 и S , а также код a_1 с выходов блока 4 поступают в квантователь 8, где производится грубое равномерное квантование a_2 на преобразователе кодов, задержка S на время квантования a_2 и задержка a_1 на время вычисления a_2 и квантования a_2 . Из квантователя 8 код средней яркости a_1 поступает в блок 10 задержки и генератор 11 контрольных символов, в котором производится вычисление контрольных символов помехоустойчивого кода, информационными символами которого являются разряды кода средней яркости.

Вычисленные контрольные символы передаются в двухканальный коммутатор 14. Туда же поступает код знаков разности и сигнал с выхода дешифратора 13, на который приходит код a_2 . Последний принимает значение, равное 1, когда $a_2 = 0$, и нулю во всех других случаях. В случае равенства (1)

сигналы с дешифратора 13 к выходу блока 14 подключаются контрольные символы корректирующего кода. Если сигнал равен нулю, к выходу коммутатора 14 подключаются разряды матрицы знаков. Пятиразрядный позиционный код a_2 с выхода блока 12 задержки поступает в преобразователь 16 кодов, где преобразуется в ССПК передачи коэффициента a_2 . Одинаковое задержанные позиционный код a_1 , ССПК коэффициента a_2 и код матрицы знаков S поступают в блок 15 кодирования. В последнем указанные коды объединяются в единое кодовое слово, представляющее кодируемую группу.

В конкретно реализованном устройстве для $n=4$, a_1 и a_2 кодируются семи- и пятиразрядными кодами соответственно. Конкретные символы используемого линейного корректирующего кода вычисляются следующим образом:

$$K_1 = E1 \oplus E2 \oplus E4 \oplus E5 \oplus E7;$$

$$K_2 = E1 \oplus E3 \oplus E4 \oplus E6 \oplus E7;$$

$$K_3 = E2 \oplus E3 \oplus E4;$$

$$K_4 = E5 \oplus E6 \oplus E7,$$

где K_i - i -й контрольный символ, $i=1,4$;

E_j - j -й разряд кода средней яркости a_1 , $j=1,7$;

$\oplus$ - операция сложения по модулю два.

Предлагаемый кодер позволяет получить приемлемое качество изображений при вероятности симметричной и независимой ошибки в канале связи 10^{-3} и меньше.

40 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Дифференциальный импульсный кодер телевизионного сигнала по авт. св. № 1290530, отличающийся тем, что, с целью повышения помехоустойчивости кодера, между выходами второго блока задержки узла внешнего блока коррекции и вторыми входами блока кодирования включен преобразователь позиционного кода в статистически согласованный полный код.

Значе- ние	Позиционный код					ССПК				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
16	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
24	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
32	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
40	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
48	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
56	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
64	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
72	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
80	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
88	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
96	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
104	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
112	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
120	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
128	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
136	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
144	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
152	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
160	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
168	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
176	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
184	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
192	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
200	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
208	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
216	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
224	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
232	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
240	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
248	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Составитель О.Ревинский

Редактор М.Бланар

Техред М.Дидык

Корректор Т.Малец

Заказ 2702/57

Тираж 885

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101