



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37185 (13) C2

(51) 7 H04N11/06, 7/00, 7/04, 7/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ КОДУВАННЯ ВІДЕОСИГНАЛУ, ЯКИЙ ПОДАЄ ЗОБРАЖЕННЯ, ПРИЙМАЧ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО СИГНАЛУ, ЩО ВКЛЮЧАЄ ДАНІ ЗАГОЛОВКІВ ТА КОРИСНІ ДАНІ У ВИГЛЯДІ СТИСЛИХ ВІДЕОДАНИХ

(21) 93003906

(22) 23.01.1992

(24) 15.05.2001

(31) 661993

(32) 27.02.1991

(33) US

(86) PCT/US92/00241, 23.01.1992

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Рейчаудхурі Діпанкар, US, Здепські Джоел Вальтер, US, Рейтмейер Глен Артур, US, Вайн Чарльз Мартін, US

(73) ДЖЕНЕРАЛ ЕЛЕКТРИК КОМПАНІ, US

(56) 1239894, 23.06.86, SU.

1506592, 07.09.89, SU.

(57) 1. Устройство кодирования видеосигнала, представляющего изображения, включающее блок сжатия входного видеосигнала с получением сжатого видеосигнала, имеющего последовательности, содержащие иерархические уровни кодовых слов, соответствующих сжато-му видеосигналу, подключенный к выходу блока сжатия входного видеосигнала транспортный процессор, предназначенный для формирования транспортных блоков из указанных кодовых слов, **отличающееся** тем, что блок сжатия входного видеосигнала содержит блок выдачи указанных кодовых слов различных типов в соответствии с их значимостью в заранее заданной иерархической последовательности с назначением кодовым словам высокого или низкого приоритета в зависимости от их положения в указанной иерархической последовательности и формирователь указателя точки изменения приоритета в указанной иерархической последовательности, причем транспортный процессор содержит формирователь данных заголовка транспортного блока, включающих знаки для идентификации данных, и выполнен с возможностью включения указателя точки изменения приоритета в некоторые из транспортных блоков.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что блок сжатия входного видеосигнала содержит схему адаптивной установки точки изменения приоритета в соответствии с заранее заданным критерием, реагирующую на кодовые слова, представляющие части изображения.

3. Устройство по п. 2, **отличающееся** тем, что транспортный процессор включает схему форми-

рования данных транспортных блоков, содержащих кодовые слова с высоким приоритетом, и данных транспортных блоков, содержащих кодовые слова с низким приоритетом, выполненную с возможностью включения указателя точки изменения приоритета в транспортные блоки, содержащие кодовые слова с высоким приоритетом.

4. Устройство по п.3, **отличающееся** тем, что оно дополнительно содержит буфер приема транспортных блоков через переменные интервалы времени и выдачи кодовых слов транспортных блоков с постоянной скоростью, имеющий формирователь сигнала уровня заполнения буфера и формирователь сигнала управления схемой адаптивной установки точки изменения приоритета, на вход которого подается сигнал уровня заполнения буфера.

5. Устройство по п. 3, **отличающееся** тем, что оно содержит буфер приема транспортных блоков через переменные интервалы времени и выдачи кодовых слов транспортных блоков с постоянной скоростью, имеющий формирователь сигнала уровня заполнения буфера, а указанный блок сжатия входного видеосигнала содержит схему квантования частично сжатых кодовых слов по дискретным уровням, имеющую вход управления уровнями квантования, подключенный к выходу сигнала уровня заполнения буфера, для управления объемом сжатых кодовых слов, формируемых блоком сжатия.

6. Устройство по п.1, **отличающееся** тем, что блок сжатия входного видеосигнала дополнительно включает схему сжатия видеосигнала методом внутрикадрового сжатия или, по выбору, методом сжатия с предсказанием и компенсацией движения, на вход которого подается указанный входной видеосигнал, содержащий процессор дискретного косинусного преобразования с получением коэффициентов преобразования, представляющих блоки пикселей, квантователь для адаптивного ограничения динамического диапазона коэффициентов преобразования и кодер с переменной длиной слова для кодирования квантованных коэффициентов преобразования.

7. Устройство по п. 6, **отличающееся** тем, что к транспортному процессору подключена схема кодирования с контролем ошибок по меньшей мере видеоданных, включенных в транспортные блоки, а транспортный процессор выполнен с

возможностью размещения данных контроля ошибок в транспортных блоках.

8. Приемник телевизионного сигнала, включающего данные заголовков и полезные данные в виде сжатых видеоданных, причем данные заголовков содержат знаки идентификации высокого или низкого приоритета сжатых видеоданных, а транспортные блоки со сжатыми видеоданными высокого приоритета включают указатель точки изменения приоритета, содержащий блок приема транспортных блоков сжатого видеосигнала, **отличающийся** тем, что приемник дополнительно содержит транспортный процессор, подключенный к блоку приема и включающий схему отделения знаков идентификации транспортных блоков от сжатых видеоданных и кодовых слов сжатых видеоданных высокого приоритета от кодовых слов сжатых видеоданных низкого приоритета, подключенную к транспортному процессору схему объединения кодовых слов сжатых видеоданных высокого и низкого приоритета в единую последовательность, включающую детектор точки изменения приоритета, и декомпрессор единой последовательности кодовых слов, подключенный к выходу схемы объединения.

9. Приемник по п. 8, **отличающийся** тем, что он включает схему разбиения непрерывной последовательности данных, содержащих кодовые слова высокого приоритета, имеющие переменную длину, на последовательность соответствующих кодовых слов, а схема объединения выполнена с возможностью разделения этой последовательности кодовых слов высокого приоритета на группы, соответствующие первым частям блоков сжатых видеоданных, в ответ на сигнал детектора точки изменения приоритета

10. Приемник по п. 9, **отличающийся** тем, что он включает схему разбиения непрерывной последовательности данных, содержащих кодовые слова

низкого приоритета, имеющие переменную длину, на последовательность соответствующих кодовых слов, а схема объединения выполнена с возможностью разделения этой последовательности кодовых слов низкого приоритета на группы, соответствующие вторым частям блоков сжатых видеоданных, дополняющим первые части, в ответ на кодовые слова конца блока в этой последовательности кодовых слов низкого приоритета, а также с возможностью формирования блоков данных из указанных первых и вторых частей блоков сжатых видеоданных.

11. Приемник по п. 8, **отличающийся** тем, что схема объединения включает объединитель кодовых слов, представляющих коэффициенты дискретного косинусного преобразования, входящие в группы, где эти коэффициенты расположены в порядке убывания их значимости для восстановления изображения, причем указанный объединитель выполнен с возможностью выполнения расстановки кодовых слов большей значимости из транспортных блоков высокого приоритета и меньшей значимости из транспортных блоков низкого приоритета для каждой группы коэффициентов в порядке убывания их значимости.

12. Приемник по п. 8, **отличающийся** тем, что блок приема включает схему коррекции ошибок в сжатом видеосигнале с использованием кодов прямой коррекции ошибок, содержащихся в этом сигнале.

13. Приемник по п. 8, **отличающийся** тем, что декомпрессор содержит схему декодирования кодовых слов сжатых видеоданных, имеющих переменную длину, и связанную с ней схему декомпрессии видеосигнала, сжатого методом внутрикадрового кодирования или, по выбору, видеосигнала, сжатого методом предсказания с компенсацией движения.

Данное изобретение относится к системе формирования и обработки телевизионного сигнала высокой четкости.

Международной организацией по стандартизации внедрен стандартизированный код представления видеосигналов для цифровых носителей данных. Прежде всего этот стандарт предназначен для применения в цифровых носителях данных, обеспечивающих постоянную скорость передачи данных до 1.5 Мбит/с., например в компакт-дисках. Он используется в нечередующихся форматах изображения, имеющих порядка 288 строк по 352 элемента изображения в каждой и частоту кадров около 30 Гц. Стандарт приведен в документе "International Organization For Standardization", ISO-IEC JT(1/SC2/WG1), Coding of Moving Pictures and Associated Audio, MPEG 90/176/Rev.2, Dec. 18, 1990, который упоминается здесь в качестве ссылки при описании структуры основного формата кодирования. Далее по тексту система, описанная в этом документе, будет упоминаться как MPEG-система.

В MPEG-системе сжатие последовательных видеок кадров происходит в соответствии с одним

из трех типов алгоритмов сжатия: внутрикадрового кодирования (I), кодирования с предсказанием (P) и кодирования с двухмерным предсказанием (B). Пример кодирования последовательных кадров с помощью указанных алгоритмов показан на фиг.1В. На фиг.1В обозначенные числами прямоугольники соответствуют длительностям последовательных кадров изображения. Буква над каждым прямоугольником обозначает тип кодирования соответствующего кадра.

При внутрикадровом кодировании кадр кодируется с использованием информации одного кадра таким образом, что во время декодирования кадр изображения может быть восстановлен полностью по одному кадру I-кодированной информации. Метод внутрикадрового кодирования включает дискретное косинусное преобразование данных изображения и последующее дифференциальное кодирование с помощью дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ) полученных DC-коэффициентов, а также неравномерное кодирование дифференциально кодированных DC-коэффициентов и AC-коэффициентов.

Метод кодирования с предсказанием включает предсказание с компенсацией движения, формируемое по непосредственно предшествующему I-кодированному кадру (I-кадру) или P-кодированному кадру (P-кадру) или, другими словами, прямое предсказание. В этом режиме формируются векторы перемещения или движения, которые описывают перемещение фрагментов изображения предыдущего I или P кадра на соответствующие фрагменты текущего P кадра. Предсказанный кадр формируется с помощью векторов движения и видеоданных, относящихся к предыдущему I или P кадру. Затем вычисляются (на уровне элементов изображения) разности между текущим и предсказанным кадрами, и полученные значения, именуемые как остатки, последовательно преобразуются методом дискретного косинусного преобразования и кодируются методом неравномерного кодирования. Эти кодированные остатки и векторы движения образуют кодированные данные P кадра.

Кадры изображения, кодируемые с помощью метода кодирования с двухмерным предсказанием, находятся между I и P кадрами или между P и P кадрами или между I и I кадрами и кодируются также, как и P кадры, за исключением того, что для каждого кадра векторы движения формируются относительно последующего I или P кадра и предыдущего I или P кадра. Эти векторы движения анализируются на предмет наилучшего соответствия, и с помощью вектора, дающего наиболее точное предсказание фрагмента изображения, или с помощью взвешенного среднего значения предсказанных изображений с использованием вектора как прямого, так и обратного движения, формируется предсказанный кадр. Затем формируются остатки, которые преобразуются методом дискретного косинусного преобразования и кодируются методом неравномерного кодирования. Кодированные остатки и векторы движения образуют кодированные данные B кадра.

Информация яркости (Y) и цветности (U и V) кодируется отдельно, однако векторы движения яркости используются для формирования кадров, кодированных методами B и P как по яркости, так и по цветности. Векторы движения передаются только с яркостной информацией.

В схемах кодирования и декодирования системы B кадры, подлежащие кодированию/декодированию методом двухмерного предсказания, предшествуют P или I кадрам, которые необходимы для кодирования/декодирования методом двухмерного предсказания. Поэтому естественная последовательность кадров перераспределяется для упрощения операций кодирования/декодирования. Подобное перераспределение порядка следования кадров показано на фиг.1С и может быть реализовано путем записи последовательных кадров в буферное ЗУ определенной емкости и считывания кадров из него в требуемом порядке. Кодированные кадры передаются в перераспределенной последовательности, чтобы исключить перераспределения в декодере.

Устройство для избирательного выполнения трех типов сжатия описано, например, в статье Alain Artiere and Oswald Colavin "A Chip Set Core for Image Compression" и изготавливается фирмой

SGS-Thomson Microelectronics, имеющей отделение Image Processing Business Unit, 17, avenue des martyrs-B. P. 217, Grenoble, France. Данная статья приводится в настоящем описании в качестве ссылки. Это устройство может использоваться для выполнения MPEG-кодирования с помощью соответствующей синхронизации для выбора типа сжатия соответствующих кадров и добавления средств запоминания и мультиплексирования для введения соответствующей информации заголовков в поток сжатых данных.

MPEG-стандарт предусматривает передачу 240 строк (стандарт НГСС) за кадр без чередования, что обычно выполняется путем кодирования только нечетных или только четных полей исходного видеосигнала при чересстрочной развертке или путем субдискретизации видеосигнала при прогрессивной развертке. Ни в том, ни в другом случае этот формат не обеспечивает воспроизведение изображения высокой четкости. Кроме того, так как MPEG-стандарт прежде всего предназначен для компьютерных дисплеев телевизионного изображения и передачи по специализированным линиям передачи, ошибок в битах практически не возникает, потому что каналы передачи относительно устойчивы к шумам. С другой стороны, если кодированный MPEG-сигнал предназначен для передачи наземной системой телевидения высокой четкости, могут возникать существенные ошибки в данных или искажения сигнала. В этом случае необходима специальная аппаратура для обеспечения приемлемого воспроизведения изображений.

Известны устройства для кодирования и декодирования телевизионного сигнала, описанные в патентах США № 439774, М.Кл. Н 04 N 7/12, публ. 19.07.83, № 4594708, М.Кл. Н 04 N 7/12, публ. 10.06.86, № 4785349, М.Кл. Н 04 N 7/12, публ. 23.06.86.

Наиболее близкими к заявляемому техническому решению являются устройство кодирования видеосигнала, представляющего изображения, описанное в авт. свид. СССР № 1239894, М.Кл. 4 Н04 N 7/12, публ. 23.06.86, и приемник телевизионного сигнала, включающего данные заголовков и полезные данные в виде сжатых видеоданных, описанный в авт.свид. СССР 1506592, М.Кл. 4, Н 04 N 7/12, публ. 07.09.89.

Известное устройство кодирования видеосигнала, представляющего изображение, включает блок сжатия входного видеосигнала с получением сжатого видеосигнала, имеющего последовательности, содержащие иерархические уровни кодовых слов, соответствующих сжатому видеосигналу, подключенный к выходу блока сжатия входного видеосигнала транспортный процессор, предназначенный для формирования транспортных блоков из указанных кодовых слов.

Известный приемник телевизионного сигнала, включающего данные заголовков и полезные данные в виде сжатых видеоданных, причем данные заголовков содержат знаки идентификации высокого или низкого приоритета сжатых видеоданных, а транспортные блоки со сжатыми видеоданными высокого приоритета включают указатель точки изменения приоритета, содержащий

блок приема транспортных блоков сжатого видеосигнала.

Задача, решаемая настоящим изобретением, состоит в создании устройства для кодирования/декодирования телевизионного сигнала, передаваемого наземной станцией, например телевидения высокой четкости.

Указанная задача решается благодаря тому, что в устройстве кодирования видеосигнала, представляющего изображения, включающем блок сжатия входного видеосигнала с получением сжатого видеосигнала, имеющего последовательности, содержащие иерархические уровни кодовых слов, соответствующих сжатому видеосигналу, подключенный к выходу блока сжатия входного видеосигнала транспортный процессор, предназначенный для формирования транспортных блоков из указанных кодовых слов, согласно изобретению, блок сжатия входного видеосигнала содержит блок выдачи указанных кодовых слов различных типов в соответствии с их значимостью в заранее заданной иерархической последовательности с назначением кодовым словам высокого или низкого приоритета в зависимости от их положения в указанной иерархической последовательности, и формирователь указателя точки изменения приоритета в указанной иерархической последовательности, причем транспортный процессор содержит формирователь данных заголовка транспортного блока, включающих знаки для идентификации данных, и выполнен с возможностью включения указателя точки изменения приоритета в некоторые из транспортных блоков.

Кроме того, блок сжатия входного видеосигнала содержит схему адаптивной установки точки изменения приоритета в соответствии с заранее заданным критерием, реагирующую на кодовые слова, представляющие части изображения.

Транспортный процессор включает схему формирования данных транспортных блоков, содержащих кодовые слова с высоким приоритетом, и данных транспортных блоков, содержащих кодовые слова с низким приоритетом, выполненную с возможностью включения указателя точки изменения приоритета и транспортные блоки, содержащие кодовые слова с высоким приоритетом.

Кроме того, устройство дополнительно содержит буфер приема транспортных блоков через переменные интервалы времени и выдачи кодовых слов транспортных блоков с постоянной скоростью, имеющий формирователь сигнала уровня заполнения буфера и формирователь сигнала управления схемой адаптивной установки точки изменения приоритета, на вход которого подается сигнал уровня заполнения буфера.

Кроме того, устройство содержит буфер приема транспортных блоков через переменные интервалы времени и выдачи кодовых слов транспортных блоков с постоянной скоростью, имеющий формирователь сигнала уровня заполнения буфера, а указанный блок сжатия входного сигнала содержит схему квантования частично сжатых кодовых слов по дискретным уровням, имеющую вход управления уровнями квантования, подключенный к выходу сигнала уровня заполнения буфера, для управления объемом сжатых кодовых слов, формируемых блоком сжатия.

Блок сжатия входного сигнала дополнительно включает схему сжатия видеосигнала методом внутрикадрового сжатия или, по выбору, методом сжатия с предсказанием и компенсацией движения, на вход которого подается указанный входной видеосигнал, содержащую процессор дискретного косинусного преобразования с получением коэффициентов преобразования, представляющих блоки пикселей, квантователь для адаптивного ограничения динамического диапазона коэффициентов преобразования и кодер с переменной длиной слова для кодирования квантованных коэффициентов преобразования.

К транспортному процессору подключена схема кодирования с контролем ошибок по меньшей мере видеоданных, включенных в транспортные блоки, а транспортный процессор выполнен с возможностью размещения данных контроля ошибок в транспортных блоках.

Указанная задача решается также благодаря приемнику телевизионного сигнала, включающего данные заголовков и полезные данные в виде сжатых видеоданных, причем данные заголовков содержат знаки идентификации высокого или низкого приоритета сжатых видеоданных, а транспортные блоки со сжатыми видеоданными высокого приоритета включают указатель точки изменения приоритета, содержащий блок приема транспортных блоков сжатого видеосигнала, который согласно изобретению, содержит транспортный процессор, подключенный к блоку приема и включающий схему отделения знаков идентификации транспортных блоков от сжатых видеоданных и кодовых слов сжатых видеоданных высокого приоритета от кодовых слов сжатых видеоданных низкого приоритета, подключенную к транспортному процессору схему объединения кодовых слов сжатых видеоданных высокого и низкого приоритета в единую последовательность, включающую детектор точки изменения приоритета, и декомпрессор единой последовательности кодовых слов, подключенный к выходу схемы объединения.

Приемник также включает схему разбиения непрерывной последовательности данных, содержащих кодовые слова высокого приоритета, имеющие переменную длину, на последовательность соответствующих кодовых слов, а схема объединения выполнена с возможностью разделения этой последовательности кодовых слов высокого приоритета на группы, соответствующие первым частям блоков сжатых видеоданных, в ответ на сигнал детектора точки изменения приоритета.

Приемник включает схему разбиения непрерывной последовательности данных, содержащих кодовые слова низкого приоритета, имеющие переменную длину, на последовательность соответствующих кодовых слов, а схема объединения выполнена с возможностью разделения этой последовательности кодовых слов низкого приоритета на группы, соответствующие вторым частям блоков сжатых видеоданных, дополняющим первые части, в ответ на кодовые слова конца блока в этой последовательности кодовых слов низкого приоритета, а также с возможностью формирования блоков данных из указанных первых и вторых частей блоков сжатых видеоданных.

Кроме того, в приемнике схема объединения включает объединитель кодовых слов, представляющих коэффициенты дискретного косинусного преобразования, входящие в группы, где эти коэффициенты расположены в порядке убывания их значимости для восстановления изображения, причем указанный объединитель выполнен с возможностью выполнения расстановки кодовых слов большей значимости из транспортных блоков высокого приоритета и меньшей значимости из транспортных блоков низкого приоритета для каждой группы коэффициентов в порядке убывания их значимости.

Блок приема включает схему коррекции ошибок в сжатом видеосигнале с использованием кодов прямой коррекции ошибок, содержащихся в этом сигнале.

Кроме того, декомпрессор содержит схему декодирования кодовых слов сжатых видеоданных, имеющих переменную длину, и связанную с ней схему декомпрессии видеосигнала, сжатого методом внутрикадрового кодирования или, по выбору, видеосигнала, сжатого методом предсказания с компенсацией движения.

Настоящее изобретение касается устройства для кодирования/декодирования телевизионного сигнала, передаваемого наземной системой, например, телевидения высокой четкости.

В первом варианте реализации изобретения представлен кодер телевизионного сигнала, например, высокой четкости, который содержит источник последовательности кодовых слов, представляющих сжатый видеосигнал. Первые схемные средства, связанные с источником и реагирующие на кодовые слова, разбивают, в зависимости от количества данных видеосигнала, соответствующих заранее определенным фрагментам изображения, последовательность кодовых слов на последовательность кодовых слов высокого приоритета и последовательность кодовых слов низкого приоритета в зависимости от относительной значимости соответствующих кодовых слов с точки зрения воспроизведения изображения, а также выдают знаки для восстановления единой последовательности кодовых слов из последовательностей кодовых слов высокого и низкого приоритета. Вторые схемные средства, связанные с первыми средствами, формируют взаимно исключающие блоки передачи последовательностей кодовых слов высокого и низкого приоритета. Каждый блок передачи содержит заранее определенное количество битов, занятых кодовыми словами только высокого или низкого приоритета, данные заголовка блока передачи, включающие знаки для идентификации указанных данных, а также биты контроля ошибок указанных данных и указанных данных заголовка. Вторые схемные средства формируют первую последовательность блоков передачи, содержащую блоки передачи кодовых слов высокого приоритета, и вторую последовательность блоков передачи, содержащую блоки передачи кодовых слов низкого приоритета. Имеются средства прямого контроля ошибок для формирования данных исправления ошибок, соответствующих взаимноисключающим частям первой и второй последовательностей блоков передачи, а также для добавления соответствующих

данных исправления ошибок к соответственным первой и второй последовательностям блоков передачи.

Другой вариант реализации изобретения представляет собой приемник телевизионного сигнала высокой четкости, содержащего сжатые видеоданные, неравномерно разделенные на уровне фрагментов изображения в пределах фрагмента изображения по каналам высокого и низкого приоритета, при этом данные в каналах высокого и низкого приоритета образуют блоки передачи заранее определенной емкости. Блоки передачи содержат данные заголовков блоков передачи, которые включают данные управления разбиением данных по каналам, данные сигнала, а также данные контроля ошибок в данных заголовка блока передачи и данных сигнала соответственных блоков передачи. Данные сигнала в каждом блоке представляют собой особый тип данных (т.е. видеоданные высокого приоритета и видеоданные низкого приоритета). Приемник содержит первые схемные средства для приема телевизионного сигнала и формирования первого и второго потоков данных, соответствующих блокам передачи, передаваемым по каналам соответственно высокого и низкого приоритета. Вторые схемные средства, связанные с первыми схемными средствами, формируют первую и вторую последовательности кодовых слов, которые соответствуют видеоданным соответственно высокого и низкого приоритета и из которых исключены данные заголовков блоков передачи, и дополнительную последовательность кодовых слов, соответствующих данным заголовков блоков передачи. Третьи схемные средства, связанные со вторыми электронными средствами и реагирующие на данные заголовков блоков передачи, содержащие управляющие данные, объединяют первую и вторую последовательности кодовых слов в третью последовательность кодовых слов. И, наконец, четвертые схемные средства, связанные с третьими схемными средствами, осуществляют декомпрессию третьей последовательности кодовых слов, соответствующих сжатым видеоданным, для формирования несжатого видеосигнала.

На фиг.1 представлены структурные схемы системы кодирования/декодирования телевизионного сигнала высокой четкости, выполненной в соответствии с данным изобретением.

На фиг.1 В-1 С представлены графические изображения последовательностей полей/кадров кодированного видеосигнала, поясняющие описание изобретения.

На фиг. 2 представлено графическое изображение макроблока данных, формируемого схемой сжатия, показанной на фиг.3.

На фиг.3 представлена структурная схема схемы сжатия видеосигнала.

На фиг.3А представлено графическое изображение формата данных, формируемых схемой сжатия, показанной на фиг.3.

На фиг.4 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации схемы 31 форматирования, показанной на фиг.3.

На фиг.5 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации схемы выбора приоритета, показанной на фиг.1.

На фиг.5А представлена блок-схема алгоритма, описывающая работу анализатора, показанного на фиг.5.

На фиг. 6 представлен формат сигнала, вырабатываемого процессором передачи данных, показанным на фиг.1.

На фиг. 7 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации процессора передачи, показанного на фиг.1.

На фиг.8 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации процессора 16 передачи данных, показанного на фиг.1.

На фиг.9 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации схемы 17 смешивания приоритетов, показанной на фиг. 1.

На фиг.10 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации схемы 18 декомпрессии, показанной на фиг.1.

На фиг.11 представлена структурная схема одного из возможных примеров реализации модулей 10 и 11, показанных на фиг.1.

Один из возможных вариантов системы телевидения высокой четкости, выполненной в соответствии с настоящим изобретением, формирует телевизионный сигнал из 1050 строк изображения с чередованием 2:1 при частоте кадров равной 59.94 кадров в секунду. Активная часть кадра состоит из 960 строк, каждая из которых содержит 1440 элементов изображения, при формате изображения 16:9. Телевизионный сигнал передается с помощью двух 64-уровневых квадратурно-амплитудно модулированных несущих (64-QAM), объединенных в полосу частот, равной 6 МГц. Номинальная скорость передачи данных, включая видеоданные, данные, относящиеся к звуковому сопровождению, и вспомогательные данные, составляет 26-29 Мбит/с.

Сначала видеосигнал сжимается, принимая формат типа MPEG-формата с той разницей, что используются оба поля каждого кадра, и плотность размещения элементов изображения выше. После этого кодовые слова MPEG-сигнала разбиваются на две последовательности бит в зависимости от относительной значимости соответственных битов кодовых слов. Эти две последовательности бит обрабатываются независимо друг от друга для формирования битов исправления ошибок и затем осуществляют квадратурно-амплитудную модуляцию соответствующих несущих. Модулированные несущие объединяются при передаче. Последовательности бит большей и меньшей значимости обозначаются соответственно как каналы высокого (HP) и низкого (LP) приоритета. Мощность передачи данных по каналу высокого приоритета примерно в два раза выше, чем по каналу низкого приоритета. Количество информации, передаваемой по каналу высокого приоритета, примерно в четыре раза меньше, чем по каналу низкого приоритета. Результирующая скорость передачи данных после прямого исправления ошибок примерно равна 4.5 Мбит/с. для канала высокого приоритета и 18 Мбит/с. для канала низкого приоритета.

На фиг.1 представлен один из возможных примеров системы кодирования/декодирования

телевизионного сигнала высокой четкости, выполненной в соответствии с настоящим изобретением. На фиг.1 показана система, в которой осуществляется обработка одного входного видеосигнала, однако должно быть понятно, что яркостная и цветоразностные составляющие сжимаются отдельно друг от друга, а векторы движения яркостной составляющей используются при формировании сжатых цветоразностных составляющих. Сжатые яркостная и цветоразностные составляющие чередуются для формирования макроблоков перед распределением данных по каналам приоритетов.

Последовательность полей/кадров изображения, показанная на фиг.1В, поступает в блок 1, в котором реализуется перераспределение последовательности полей/кадров так, как показано на фиг.1С. Перераспределенная последовательность полей/кадров поступает в схему 2 сжатия, которая формирует последовательность сжатых кадров, кодированных в MPEG-подобном формате. Данный формат иерархический и показан в упрощенном виде на фиг.3А.

Иерархический MPEG-формат содержит множество уровней, каждый из уровней имеет соответственный заголовок. Обычно каждый заголовок содержит начальный код, данные, относящиеся к соответствующему уровню, и резервные биты для расширения заголовка. Наибольшая часть данных заголовка (как говорится в вышеупомянутом MPEG-документе) необходима в целях синхронизации со средствами обеспечения MPEG-систем. При формировании сжатого видеосигнала в системах одновременной передачи цифрового телевизионного сигнала высокой четкости различными станциями требуется только описательная часть заголовка, а начальные коды и возможные расширения могут быть опущены. Уровни, соответствующие кодированному видеосигналу, показаны графически на фиг. 2.

При упоминании о MPEG-сигнале, формируемом данной системой, имеется в виду, что а) последовательные поля/кадры видеосигнала кодируются согласно требуемой последовательности I, P, B и б) кодированные данные видеосигнала на уровне изображения располагаются в MPEG-полосках или группах блоков, хотя количество полосок в поле/кадре и количество макроблоков в ячейке может быть иным.

Кодированный выходной сигнал данной системы разбивается на группы полей/кадров (GOF), показанных в виде группы прямоугольников уровня L1 на фиг.3А. Каждая группа полей/кадров (уровень L2) содержит заголовок, за которым следуют сегменты данных изображения (P1..Pn). Заголовки группы полей/кадров (GOF) содержат данные, относящиеся к горизонтальному и вертикальному размерам изображения, формату изображения, частоте полей/кадров, скорости передачи битов и т.д.

Данные изображения (уровень L3), соответствующие определенным полям/кадрам изображения, содержат заголовок, за которым следуют данные полоски (уровень L4). Заголовок данных изображения содержит номер поля/кадра и тип кодирования данных изображения. Каждая полоска (уровень L4) содержит заголовок, за которым сле-

дуют блоки данных (MBi). Заголовок полосы содержит номер группы и параметр квантования.

Каждый блок MBi (уровень L5) представляет собой макроблок данных и содержит заголовки, за которыми следуют векторы движения (Mv) и кодированные коэффициенты. Заголовки макроблоков содержат адрес макроблока, тип макроблока и параметр квантования. Кодированные коэффициенты представлены в уровне L6. Обратим внимание на то, что каждый макроблок состоит из шести блоков: четырех блоков яркостной составляющей Y, одного блока цветоразностной составляющей U и одного блока цветоразностной составляющей V сигнала, что показано на фиг.2. Блок представляет собой матрицу элементов изображения размером, например, 8 на 8, над которой производится дискретное косинусное преобразование. Четыре смежных блока яркостной составляющей расположены в виде матрицы 2 на 2, образуя результирующую матрицу, например, размером 16 на 16 элементов изображения. Общая площадь блоков цветоразностных составляющих U и V такая же, что и площадь блоков яркостной составляющей. Т.е. перед сжатием цветоразностный сигнал субдискретизируется с коэффициентом дискретизации, равным двум, по горизонтали и вертикали относительно яркостного сигнала. Полоска данных соответствует данным, относящимся к прямоугольному фрагменту изображения, соответствующему области, представленной в виде группы смежных макроблоков.

Коэффициенты блока образуют один блок во время выполнения дискретного косинусного преобразования, при этом DC-коэффициент является первым, за ним следуют соответствующие AC-коэффициенты дискретного косинусного преобразования в порядке их относительной значимости. В конце каждого блока данных указывается код ЕОВ конца блока.

Количество данных, формируемых схемой 2 сжатия, определяется контроллером 3 скорости передачи данных. Как известно, скорость передачи сжатых данных может изменяться, однако желательно, чтобы данные передавались с постоянной скоростью, равной пропускной способности канала передачи для более эффективной работы канала. Буферные схемы 4 и 5 выполняют преобразование скорости передачи данных из переменной в постоянную. Также известно, что количество данных, формируемых схемой сжатия, регулируется в соответствии с уровнем занятости буферных схем. Таким образом, буферные схемы 4 и 5 содержат схему выработки сигналов, указывающую на их уровень занятости. Эти сигналы поступают в контроллер 3 скорости для регулирования средней скорости передачи данных с выхода схемы 2 сжатия. Обычно регулирование осуществляется путем регулирования квантования коэффициентов дискретного косинусного преобразования. Уровни квантования могут быть различными для различных типов сжатия кадра. Более подробно один из возможных способов определения уровней квантования описан в заявке с N494 098 от 15.03.90 на патент США, которая используется в данном описании в качестве ссылки.

Сжатые видеоданные в иерархическом формате, показанном на фиг.3А, поступают в схему 6

выбора приоритета, которая распределяет кодированные данные между каналом НР высокого приоритета и каналом LP низкого приоритета. Данные высокого приоритета – это данные, потеря или разрушение которых вызывает наибольшие искажения при воспроизведении изображений. Иначе говоря, эти данные – тот минимум информации, который необходим для формирования изображения, хотя и недостаточно высокого качества. Данные низкого приоритета являются остальной информацией. Данные высокого приоритета содержат практически все типы заголовков в различных иерархических уровнях плюс DC-коэффициенты соответствующих блоков и часть AC-коэффициентов соответствующих блоков (уровень L6 на фиг.3А).

Отношение количества данных высокого приоритета НР к количеству данных низкого приоритета LP составляет примерно 1:4. В процессоре передачи к передаваемому сигналу добавляются вспомогательные данные. Эти вспомогательные данные могут содержать цифровые данные звукового сопровождения и, например, данные телетекста. В этом случае по меньшей мере цифровые данные звукового сопровождения передаются по каналу высокого приоритета. Вычисляется усредненное количество вспомогательных данных, передаваемых по каналу высокого приоритета, и сравнивается с ожидаемым статистическим средним сжатых видеоданных. Отсюда вычисляется отношение количества сжатых видеоданных, передаваемых по каналу высокого приоритета, к количеству сжатых видеоданных, передаваемых по каналу низкого приоритета. Схема выбора приоритета распределяет данные, формируемые схемой 2 сжатия, согласно этому отношению.

Сжатые видеоданные высокого и низкого приоритета поступают в процессор 7 передачи, который а) разбивает потоки данных высокого и низкого приоритета на блоки передачи, б) выполняет контроль по четности или периодический контроль избыточности для каждого блока передачи и добавляет к нему соответствующие биты контроля по четности и в) мультиплексирует видеоданные высокого или низкого приоритета вспомогательными данными. Биты контроля по четности используются приемником для локализации ошибок вместе с синхронизирующими данными заголовков и для маскировки ошибок в случае, если в принятых данных имеются неисправляемые ошибки. Каждый блок передачи содержит заголовок, включающий данные, указывающие на тип данных в этом блоке, например, видеоданные, данные звукового сопровождения и указатели начальных точек данных, подобных сопутствующим данным.

Потоки данных высокого и низкого приоритета из процессора 7 передачи поступают в соответствующие буферные схемы 4 и 5 преобразования скорости, которые преобразуют переменную скорость передачи сжатых видеоданных из процессора 12 в постоянную скорость. Данные высокого и низкого приоритета с установленной скоростью передачи поступают в схемы 8 и 9 кодирования с прямым исправлением ошибок, которые а) выполняют кодирование с прямым исправлением ошибок с помощью блочных кодов Рида-Соломона независимо для каждого из соответствующих

потоков данных, б) чередуют блоки данных. Чтобы предотвратить искажение большими пакетами ошибок большой смежной области воспроизведенного изображения и в) дополняют данные, например, кодами Баркера для синхронизации потока данных в приемнике. Затем сигналы поступают в модем 10 передачи, где данные высокого приоритета модулируют квадратурно по амплитуде первую несущую, а данные низкого приоритета модулируют квадратурно по амплитуде вторую несущую, которая отстает от первой несущей приблизительно на 2.88 МГц. Ширина полосы пропускания модулированных первой и второй несущих на уровне 6 дБ составляет соответственно 0.96 МГц и 3.84 МГц. Мощность передачи первой модулированной несущей примерно на 9 дБ выше, чем мощность передачи второй несущей. Так как информация высокого приоритета передается с более высокой мощностью, ее искажение в канале передачи маловероятно. Несущая сигнала высокого приоритета расположена в части частотного спектра канала передачи, например, телевизионной системы НТСЦ, обычно занятого частично подавленной боковой полосой стандартного телевизионного сигнала НТСЦ. Эта часть спектра обычно существенно ослабляется с помощью фильтров Найквиста в стандартном приемнике НТСЦ, и поэтому телевизионные сигналы высокой четкости с данным форматом передачи не вносят внутриканальных радиопомех.

В приемнике передаваемый сигнал принимается модемом 11, который вырабатывает два сигнала, соответствующие данным каналов высокого и низкого приоритета. Эти два сигнала поступают в соответствующие декодеры 12 и 13 с исправлением ошибок Рида-Соломона. После исправления ошибок сигналы поступают в буферные схемы 14 и 15 преобразования скорости, которые принимают данные с переменной скоростью, согласованной с требованиями последующей схемы декомпрессии. Данные высокого и низкого приоритета с переменной скоростью передачи поступают в процессор 16 передачи, который выполняет функции, обратные функциям, выполняемым процессором 7. Кроме этого он определяет коэффициент обнаружения ошибок на основании битов контроля по четности, которые содержатся в соответствующих блоках передачи. Процессор 16 передачи формирует разделенные вспомогательные данные, данные высокого приоритета, данные низкого приоритета и сигнал ошибки Е. Последние три типа данных поступают в процессор 17 смешивания приоритетов, который изменяет формат данных высокого и низкого приоритета, преобразуя их в сигнал иерархической структуры, поступающий в схему 18 декомпрессии. Схема 18 декомпрессии выполняет функции, обратные функциям, выполняемым схемой 2 сжатия.

На фиг.3 представлен один из возможных примеров устройства сжатия, которое может быть использовано в качестве схемы 2, показанной на фиг.1, для формирования иерархически организованных сжатых видеоданных. Представленное устройство содержит только схемы, необходимые для формирования сжатых данных яркостного сигнала. Такое же устройство требуется для формирования сжатых данных цветоразностных сигна-

лов U и V. Блоки 19 и 20 предназначены для вычисления векторов соответственно прямого и обратного движения. Поскольку вектор движения является вектором прямого или обратного движения в зависимости от того, анализируется ли текущее поле по отношению к предыдущему или последующему полю, то блоки 19 и 20 выполнены по одной схеме и фактически работают поочередно от поля к полю (от кадра к кадру), генерируя векторы прямого и обратного движения. Блоки 19 и 20 могут быть выполнены на интегральных схемах типа STI 3220 Motion Estimation Processor фирмы SGS-Thomson Microelectronics. Для обеспечения необходимой скорости обработки каждый из блоков 19 и 20 содержит несколько подобных интегральных схем, работающих одновременно, для различных областей изображения.

Блок 21 дискретного косинусного преобразования и квантования выполняет дискретное косинусное преобразование и квантование коэффициентов преобразования и может быть выполнен на интегральных схемах типа STV 3200 Discrete Cosine Transform фирмы SGS-Thomson Microelectronics. Блок 21 также содержит несколько таких интегральных схем, работающих параллельно, для параллельной обработки различных областей изображения.

Обратившись к фиг.1С, представим, что в данный момент текущим кадром является кадр 16. Пришедший ранее Р кадр 13 принят и записан в блок 22 буферной памяти В. Кроме того сформированный предсказанный кадр 13 хранится в одном из блоков 23 или 24 буферной памяти. При поступлении кадра 16 он запоминается в блоке 25 буферной памяти А. Кроме того кадр 16 поступает в блок 26 рабочей буферной памяти. При поступлении кадра 16 соответствующие блоки данных изображения подаются с блока 26 памяти на вход "уменьшаемое" схемы 27 вычитания. Во время сжатия I кадра на входе "вычитаемое" схемы 27 вычитания поддерживается уровень логического нуля и поэтому данные, передаваемые через схему 27 вычитания, остаются неизменными. Эти данные поступают в блок 21 дискретного косинусного преобразования и квантования, который формирует квантованные коэффициенты преобразования, необходимые для работы блоков 28 и 29. Блок 29 выполняет инверсное квантование и инверсное дискретное косинусное преобразование коэффициентов преобразования для формирования восстановленного изображения. Данные восстановленного изображения через сумматор 30 передаются в один из блоков 23 или 24 буферной памяти, где они запоминаются для использования при сжатии последующих В и Р кадров. Во время сжатия I кадров через сумматор 30 не добавляется никакой информации к восстановленному в блоке 29 данным изображения.

Блок 28 выполняет две функции во время сжатия I кадра. Сначала он выполняет дифференциальное кодирование (ДИКМ) DC-коэффициентов, формируемых блоком 21. Затем он производит неравномерное кодирование ДИКМ-кодированных DC-коэффициентов, а также кодирование по нулевым промежуткам и неравномерное кодирование AC-коэффициентов, формируемых блоком 21. Кодированные методом неравномер-



ного кодирования кодовые слова поступают в блок 31 форматирования, который разбивает данные и добавляет к ним данные заголовков в соответствии с уровнями, показанными на фиг.3А. Кодированные данные с блока 31 поступают затем в схему выбора приоритета. Каждый из блоков 21, 28 и 31 работает под управлением системного контроллера 32 для обеспечения цикличности выполнения определенных операций в определенное время.

За кадром 16 поступает В кадр 14 и загружается в блок 26 буферной памяти. Данные, относящиеся к кадру 14, поступают также в блоки 19 и 20. Блок 19 принимает данные кадра 14 из блока 26 памяти и данные кадра 13 из блока 22 памяти и вычисляет векторы прямого движения для соответственных блоков данных размером 16 на 16 элементов изображения. Он также вырабатывает сигнал искажения, указывающий относительную точность соответственных векторов прямого движения. Векторы прямого движения и соответствующие сигналы искажения поступают в анализатор 33.

Блок 20 принимает данные кадра 14 из блока 26 памяти и данные I кадра 16 из блока 25 памяти и формирует векторы обратного движения и соответствующие сигналы искажения, которые также поступают в анализатор 33. Анализатор 33 сравнивает сигналы искажения с пороговой величиной, и если оба сигнала искажения превышают эту пороговую величину, то выдает оба вектора (прямого и обратного) движения в качестве вектора движения, а также вырабатывает сигнал, соответствующий отношению сигналов искажения. При восстановлении предсказанные изображения формируются как с помощью векторов прямого движения, так и с помощью векторов обратного движения и соответствующих данных кадра, из которых они получены. Интерполированный кадр формируется из кадров, полученных при прямом и обратном предсказании в соответствии с отношением сигналов искажения. Если сигналы искажения для векторов прямого и обратного движения меньше пороговой величины, то в качестве вектора движения выбирается вектор движения с меньшим значением сигнала искажения.

После того, как вектор движения определен, он поступает в блок 34 предсказания с компенсацией движения, который выбирает соответствующий блок данных, заданный вектором, полученным из ранее восстановленного кадра 16 или кадра 13 или обоих сразу, хранящихся в блоках 23 и 24 памяти. Этот блок данных поступает на вход "вычитаемое" схемы 27 вычитания, где он вычитается поэлементно из соответствующего блока данных текущего кадра 14, поступающего с блока 26 буферной памяти. Затем полученные разности или, другими словами, остатки кодируются в блоке 21, и коэффициенты поступают в блок 28 кодирования с помощью ДИКМ и неравномерного кодирования. Вектор соответствующего блока данных также поступает в блок 28. Для В и Р кадров DC-коэффициенты не кодируются с помощью ДИКМ, однако DC-коэффициенты и AC-коэффициенты подвергаются неравномерному кодированию. Векторы движения кодируются с помощью ДИКМ, и затем ДИКМ-кодированные векторы под-

вергаются неравномерному кодированию. Кодированные векторы и коэффициенты поступают затем в блок 31 форматирования. В кадры не подвергаются инверсному квантованию и инверсному преобразованию в блоке 29, так как они не используются в последующем кодировании.

Р кадры кодируются подобным образом за исключением того, что в этом случае формируются только векторы прямого движения. Например, Р кадр 19 кодируется с помощью векторов движения, объединяющих соответствующие блоки I кадра 16 и Р кадра 19. Во время кодирования Р кадров блок 29 формирует соответствующие декодированные остатки, а блок 34 формирует соответствующий предсказанный Р кадр. Предсказанный кадр и остатки складываются в сумматоре 30 на уровне элементов изображения для формирования восстановленного кадра, который запоминается в одном из блоков 23 или 24 памяти, не содержащих данные кадра, по которым формируется предсказанный Р кадр. Восстановленный и записанный в память Р кадр используется для кодирования последующих В кадров. Отметим, что для Р и В полей/кадров дискретные косинусные преобразования выполняются на уровне блоков (например, матриц из 8 на 8 элементов изображения), однако векторы движения вычисляются для макроблоков (например, для матрицы из 2 на 2 блоков яркостного сигнала или матрицы из 16 на 16 элементов изображения).

На фиг.4 дан один из возможных вариантов схемы, которая может быть использована для выполнения функций блоков 28 и 31, показанных на фиг.3. Формат выходных сигналов этой схемы отличается от обычного формата при MPEG-кодировании тем, что выходной MPEG-сигнал представляет собой последовательный по битам поток данных, а данные, формируемые схемой, показанной на фиг.4, передаются в формате параллельных по битам слов. Данный формат выбран для того, чтобы упростить выполнение процессора выбора приоритета и процессора передачи. Кроме этого вырабатываются два дополнительных сигнала, которые определяют тип каждого выходного кодового слова CW, и его длину CL.

На фиг.4 векторы движения с анализатора 33, показанного на фиг.3, кодируются дифференциально в блоке 35 ДИКМ на уровне полосок и затем поступают в мультиплексор 36 через блок 37 буферной памяти. Коэффициенты преобразования из блока 21 преобразования передаются в мультиплексор 38 и блок 39 ДИКМ. ДИКМ-кодированные коэффициенты с блока 39 подаются на второй вход мультиплексора 38. Во время кодирования Р или В кадров все коэффициенты передаются непосредственно через мультиплексор 38. Во время кодирования I кадров DC-коэффициенты кодируются избирательно с помощью дифференциального кодирования в блоке 39 ДИКМ. ДИКМ-кодированные DC-коэффициенты и не кодированные с помощью дифференциального кодирования AC-коэффициенты через мультиплексор 38 и блок 37 буферной памяти поступают на второй вход мультиплексора 36. Данные заголовка с блока 40 управления форматом и хранения заголовков передаются на третий вход мультиплексора 36. Блок 40 осуществляет хра-

нение данных и содержит схемы управления для а) создания необходимых заголовков различных уровней кодированных данных (фиг.3А) и б) выработки сигналов управления для разделения во времени прохождения заголовков, векторов движения и коэффициентов преобразования через мультиплексор 36. Блок 40 в зависимости от сигналов на шине управления СВ из схемы управления системой формирует определенные заголовки, относящиеся к размеру изображения, скорости передачи данных, типу кодирования изображения, параметрам квантования и т.д. Часть данных заголовков вычисляется блоком 40 в сочетании с анализатором 41. В MPEG-формате наибольшая часть данных заголовка (например, уровень L5 на фиг.3А), включающая, например, тип кодирования блока, тип векторов движения, может изменяться независимо от того, имеет ли блок нулевые векторы движения или значения всех коэффициентов в блоке равны нулю. Данные, относящиеся к векторам и коэффициентам, поступают в анализатор 41 для определения указанных типов данных заголовка. Тип вектора движения (т.е. вектор прямого движения, обратного движения или нулевой вектор) непосредственно определяется путем его анализа. Равенство всех коэффициентов блока данных нулю определяется простым суммированием модулей векторов в блоке. Когда тип изменяющихся данных заголовка определен, для них назначается кодовое слово, и в определенный момент времени оно поступает в мультиплексор 36. Блок 40 также формирует данные, относящиеся к типу кодового слова, которое в данный момент подается на мультиплексор, а именно: данные заголовка, данные вектора движения, DC-коэффициенты и AC-коэффициенты.

Разделенные во времени данные из мультиплексора поступают в кодер 42 неравномерного кодирования, который также управляется сигналом с блока 40. На фиг.4 сигналом управления, поступающим в блок неравномерного кодирования, является сигнал "тип кодового слова". Различные типы кодовых слов кодируются в блоке неравномерного кодирования с помощью различных кодовых таблиц неравномерных кодов, и поэтому целесообразно использовать сигнал "тип кодового слова" в качестве сигнала управления.

Блок 42 неравномерного кодирования может содержать кодер для кодирования по нулевым промежуткам AC-коэффициентов, а также несколько кодовых таблиц Хаффмена, адресуемых соответствующими кодовыми словами, передаваемыми через мультиплексор 36 для неравномерного кодирования коэффициентов преобразования и векторов движения. Разрешение на использование конкретной таблицы определяется сигналом "тип кодового слова". Каждая из кодовых таблиц может состоять из нескольких таблиц, запрограммированных длиной соответствующих кодовых слов переменной длины. Сигналы "кодовое слово" CW и "длина кодового слова" GL вырабатываются одновременно в параллельном по битам формате и передаются по отдельным шинам. Вообще, данные заголовка не кодируются методом неравномерного кодирования и передаются через блок 42 неизменными. Тем не менее, блок 42 неравномерного кодирования со-

держит кодовые таблицы, которые в соответствии с сигналом "тип кодового слова" участвуют в формировании сигналов "длина кодового слова" заголовков. В качестве альтернативы блок неравномерного кодирования может содержать счетчик для подсчета количества разрядов этих данных.

Блок 40 также осуществляет управление записью и считыванием данных на входе и выходе блока 37 буферной памяти.

На фиг.5 представлен один из возможных вариантов схемы выбора приоритета. Эта схема может функционировать в нескольких режимах. Например, данные могут разбиваться по приоритетам равномерно для различных типов полей/кадров, а могут разбиваться неравномерно для различных типов полей/кадров. В последнем случае предполагается, что, например, по каналу высокого приоритета HP передается 20% общего количества передаваемых данных, причем 3% данных, передаваемых по каналу высокого приоритета, приходится на вспомогательные данные. Если необходимо так разбить видеоданные по каналам, чтобы достичь наибольшей эффективности передачи, то в этом случае 17.53% видеоданных можно передавать по каналу высокого приоритета. В предыдущем примере данные высокого приоритета для I, P и B кадров могут распределяться в соотношении  $\alpha : \beta : 1$  соответственно. Величины  $\alpha$  и  $\beta$  могут быть выбраны пользователем и/или заданы путем статистического анализа по количеству кодированных данных предыдущих кодированных кадров. Обратимся к фиг.5 и 5А. В последующем описании числа в квадратных скобках соответствуют номерам блоков обработки на фиг.5.А. Данные с кодера 42 неравномерного кодирования поступают в соответствующие входные порты двух блоков 43 и 44 буферной памяти и в анализатор 45 данных. Емкости соответствующих блоков буферной памяти достаточны для хранения, например, полоски данных. Блоки 43 и 44 буферной памяти функционируют в режиме "пинг-понга" с чередованием записи и считывания полосок данных. Другими словами, в то время как в блок 43 записываются данные, например, полоски n, с блока 44 считываются данные полоски n-1.

Когда данные записаны в конкретный блок буферной памяти, анализатор 45 формирует номер CW#i каждого кодового слова и запоминает этот номер вместе с соответствующим кодовым словом. Анализатор также вычисляет точку или кодовое слово, где данные должны разбиваться по каналам высокого и низкого приоритета. Вычисления осуществляются для данных, которые находятся в блоке буферной памяти. Существует четыре основных типа данных, включающие данные заголовка, векторы движения, DC-коэффициенты и AC-коэффициенты. Порядок поступления коэффициентов в блоке следующий: первым передается DC-коэффициент, за которым следуют кодовые слова, соответствующие AC-коэффициентам в порядке уменьшения их значимости. Подсчитывается общее число битов для всех кодовых слов в блоке буферной памяти. Затем кодовое слово, при котором сумма битов превышает указанный процент передачи по каналу высокого приоритета, идентифицируется по номеру CW#j. Этот номер передается в коммутационный блок 46 (47) и ис-

пользуется для управления мультиплексором 48 (49). После того, как номер  $CW\#j$  кодового слова определен, кодовые слова, данные, относящиеся к длине кодовых слов, данные, относящиеся к типу кодовых слов, и данные, относящиеся к номерам кодовых слов, параллельно считываются из блока 43 (44) буферной памяти. Кодовые слова, данные, относящиеся к длине кодовых слов, и данные, относящиеся к типу кодовых слов, поступают на вход мультиплексора 48 (49), а данные, относящиеся к номерам кодовых слов, поступают на вход коммутационного блока 46 (47). Когда данные считываются из блока буферной памяти, коммутационный блок 46 (47) сравнивает номера кодовых слов с вычисленным номером  $CW\#j$ . Для всех кодовых слов, номер которых меньше или равен  $CW\#j$ , коммутационный блок вырабатывает сигнал управления, который дает команду мультиплексору 48 (49) пропустить данные в канал HP высокого приоритета через мультиплексор 50. Для кодовых слов, номера которых больше, чем  $CW\#j$ , мультиплексор 48 (49) пропускает соответствующие данные в канал LP низкого приоритета через мультиплексор 50. Мультиплексор 50 пропускает данные высокого HP и низкого LP приоритета, поступающие из блока буферной памяти 43 (44), которые считываются в настоящий момент.

Анализатор 45 реагирует на сигналы "длина кодового слова" и "тип кодового слова". В зависимости от сигналов "тип кодового слова", анализатор вырабатывает [51] номера для каждого поступающего кодового слова. Например, каждому кодовому слову, соответствующему данным заголовка, присваивается номер (-2). Каждому кодовому слову, соответствующему вектору движения и DC коэффициентам, присваиваются номера (-1) и (0) соответственно. Последовательным AC-коэффициентам поблочно присваиваются целочисленные номера в возрастающем порядке от 1 до  $n$ .

Анализатор 45 также содержит накопительный сумматор, в который поступают сигналы длины, и типа кодового слова и который вычисляет число битов кодовых слов независимо для каждого типа, введенных в блок 43 (44) буферной памяти. Эти суммы складываются [52] для подсчета общего числа битов кодовых слов в буферной памяти. Далее эта сумма умножается на десятичную дробь, соответствующую процентному отношению количества данных, передаваемых по каналу HP высокого приоритета, и получается контрольная сумма [53]. После этого последовательно складываются [54] суммы соответствующих типов кодовых слов в порядке возрастания номеров кодовых слов  $CW\#i$ , образуя частичные суммы. Каждая частичная сумма сравнивается [53] с контрольной суммой до тех пор, пока частичная сумма не превысит контрольную сумму. Кодовое слово с номером  $CW\#j$ , связанное с непосредственно предшествующей частичной суммой, является последним кодовым словом блока, подлежащим передаче по каналу высокого приоритета [53 - 55]. Все последующие кодовые слова с номерами от  $CW\#j + 1$  до  $CW\#n$  соответствующих блоков данных передаются по каналу LP низкого приоритета.

Данные высокого и низкого приоритета из схемы выбора приоритета передаются в виде бло-

ков передачи, что повышает точность воспроизведения сигналов и маскировку ошибок в приемнике. Формат блока передачи представлен на фиг. 6. Согласно одному из вариантов, блок передачи данных высокого приоритета содержит 1728 бит, а блок передачи данных низкого приоритета содержит 864 бит. Соответствующие блоки передачи могут содержать большее или меньшее количество данных, чем полоска данных. Таким образом, блок передачи может содержать данные, относящиеся к концу одной полоски, и данные, относящиеся к началу следующей полоски. Блоки передачи, содержащие видеоданные, могут чередоваться с блоками, содержащими другие типы данных, например, данные звукового сопровождения. Каждый блок передачи содержит заголовок типа передаваемых данных ST. В данном примере заголовок ST - восьмиразрядное слово, которое показывает, являются ли данные данными высокого или низкого приоритета, а также являются ли эти данные видеоданными, данными звукового сопровождения или вспомогательными данными. Четыре разряда восьмиразрядного слова определяют тип передаваемых данных, а остальные четыре разряда используются в качестве разрядов кода Хэмминга с контролем по четности для защиты информационных разрядов заголовка ST.

Каждый блок передачи содержит заголовок передачи TH, следующий непосредственно за заголовком ST. Для канала низкого приоритета заголовки передачи содержат 7-разрядный указатель макроблока, 18-разрядный идентификатор и 7-разрядный указатель заголовка записи RH. Заголовок передачи блока передачи, передаваемого по каналу высокого приоритета, содержит только 8-разрядный указатель заголовка записи (RH). Указатель макроблока используется для составляющих сегментированного макроблока или заголовка записи и указывает на начало следующей декодируемой составляющей. Например, если данный блок передачи содержит данные макроблока, соответствующие концу полоски  $n$  и началу полоски  $n+1$ , то данные полоски  $n$  примыкают к заголовку передачи, а указатель указывает, что следующие декодируемые данные примыкают к заголовку передачи TH. С другой стороны, если заголовок записи RH примыкает к заголовку TH, то первый указатель указывает на положение байта, следующего за заголовком записи RH. В случае нулевого макроблока указатель указывает на то, что блок передачи не имеет точки входа макроблока.

Блок передачи может содержать один или более заголовков записи, а может не содержать их вообще, причем положение заголовков записи внутри блока передачи может меняться. Заголовок записи появляется в начале каждой полоски макроблока данных, передаваемых по каналам высокого и низкого приоритета. В блоках передачи, содержащих только заголовки видеоданных, заголовки записи отсутствуют. Указатель заголовка записи (RH) указывает на положение байта, содержащего начало первого заголовка записи в блоке передачи. Отметим, что первый заголовок записи в блоке передачи расположен на границе байтов. Поэтому, если код переменной длины предшествует заголовку записи, то в этот код мо-

гут быть вставлены биты, чтобы начало заголовка записи совпадало с местом (на уровне битов), которое отстоит на целое число байтов от начала блока передачи. Заголовки записи расположены на границе байтов, что дает возможность декодеру определить их местоположение, поскольку они введены в поток кодовых слов переменной длины. Нулевое значение указателя заголовка записи RH говорит о том, что в блоке передачи нет заголовков записи. Нулевые значения указателя заголовка записи и указателя макроблока указывают на то, что в блоке передачи содержится только заголовки видеоданных.

18-разрядный идентификатор в заголовке передачи блока передачи данных низкого приоритета определяет тип текущего кадра, номер кадра (по модулю 32), номер текущей полоски, а также первый макроблок в блоке передачи.

За заголовком передачи следует либо заголовок записи RH, либо данные. Как показано на фиг.6, заголовок записи видеоданных, передаваемых по каналу высокого приоритета, содержит одноразрядный флаг, который указывает имеется ли расширение заголовка. Далее следует идентификатор "идентичность", который указывает а) тип кодирования поля/кадра (I, P или B), б) номер поля/кадра (по модулю 32) "идентичность кадра" и в) номер полоски (по модулю 64) "идентичность полоски". За идентификатором следует заголовок записи, который содержит индикатор точки разделения приоритетов макроблоков "разделение приоритетов (j)". Этот индикатор указывает номер CW#j кодового слова, формируемый в анализаторе 45 схемы выбора приоритета, для распределения кодовых слов между каналами высокого и низкого приоритета. И, наконец, заголовок записи RH данных, передаваемых по каналу высокого приоритета, может содержать необязательное расширение заголовка.

Для данных, передаваемых по каналу низкого приоритета, заголовок записи содержит лишь идентификатор "идентичность", подобный описанному выше идентификатору для данных высокого приоритета, следующему за флагом.

Каждый блок передачи заканчивается последовательностью из 16 бит (FCS), которая используется для контроля кадров. Эта последовательность вычисляется по всем разрядам блока передачи и может быть сформирована с помощью циклического избыточного кода.

На фиг.7 представлен один из возможных примеров процессора передачи. На фиг.7 арбитр 56 обеспечивает поочередное прохождение через мультиплексор 57 блоков передачи видеоданных, поступающих с мультиплексора 58, данных звукового сопровождения, поступающих из блока 59 памяти, и вспомогательных данных, поступающих из блока 60 памяти. Данные звукового сопровождения формируются в виде блоков передачи в источнике 61 данных и поступают в блок 59 памяти обратного магазинного типа. Вспомогательные данные формируются также в виде блоков передачи в источнике 52 данных и поступают в блок 60 памяти обратного магазинного типа. Формат блоков передачи данных звукового сопровождения и вспомогательных данных может отличаться от формата блока передачи видеоданных, однако

все блоки передачи должны содержать в начале блока заголовки типа данных SI, а также желательно, чтобы блок передачи были одинаковой длины. Арбитр 56 регулирует занятость буферных блоков 59, 60 и 63 с целью предотвращения их переполнения.

Устройство, показанное на фиг. 7, предназначено для передачи сигналов одного из уровней приоритета, и поэтому для передачи сигналов другого уровня приоритета необходимо такое же устройство. Однако если все данные звукового сопровождения и вспомогательные данные передаются по каналу высокого приоритета, то в процессоре передачи данных низкого приоритета будет отсутствовать арбитр для чередования блоков передачи, и наоборот.

На фиг.7 данные, относящиеся к кодовому слову CW, длине кодового слова CL и типу кодового слова, поступают со схемы выбора приоритета в контроллер 64 передачи, а данные, относящиеся к кодовому слову CW и типу кодового слова, поступают также в преобразователь 65 длины слова из переменной в фиксированную. Преобразователь 65 группирует кодовые слова переменной длины, например, в восьмиразрядные байты для уменьшения объема памяти, требуемого для буферных схем 4 и 5 преобразования скорости. Преобразователь 65 может быть выполнен аналогично описанному в патенте США № 4914675. Слова фиксированной длины, формируемые преобразователем 65, временно запоминаются в блоке 63 буферной памяти.

Контроллер 64 передачи реагирует на поступающие в него данные кодового слова CW, длины кодового слова CL, типа кодового слова и номера кодового слова CW#j, формирует заголовки блока передачи (ST, TH, RH) и передает эти заголовки в буферный блок 66 заголовков, который может входить в контроллер 64. В соответствии с данными длины кодового слова, типа кодового слова и самого кодового слова контроллер 64 вырабатывает необходимые синхронизирующие сигналы для введения (через мультиплексор 67) слов видеоданных фиксированной длины и данных заголовков в блоки передачи заранее определенной длины.

Блоки передачи с мультиплексора 67 поступают на один из входов мультиплексора 58 и на вход кодера 68 последовательности бит для контроля кадра, выход которого соединен со вторым входом мультиплексора 58. Кодер 68 последовательности бит контроля кадра по данным блока передачи формирует коды контроля ошибок, состоящие из двух байтов данных, для соответствующих блоков передачи. Мультиплексор 58 пропускает соответствующие блоки передачи с мультиплексора 67 и затем добавляет 16-разрядный или двухбайтовый код FCS контроля кадра с блока 68 к концу блока передачи.

В предшествующем описании процессора передачи предполагалось, что все данные заголовков, формируемые в схеме 2 скатия, передаются в потоке видеоданных, формируемом процессором передачи. Известно, что наибольшая часть информации заголовков видеоданных также содержится в заголовках передачи, что является избыточной информацией. В виде альтернативы

контроллер 64 может запретить преобразователю 65 принимать избыточные данные заголовков видеоданных в заголовках блоков передачи, что повышает общую эффективность передачи кодированных данных. В приемнике эти утраченные данные заголовков видеоданных могут быть восстановлены из информации заголовков блоков передачи и могут снова введены в поток видеоданных.

В приемнике принятый сигнал поступает в схемы 12 и 13 исправления ошибок данных соответственно высокого и низкого приоритета. Исправленные данные далее поступают в процессор 16 передачи через буферные схемы 14 и 15 преобразования скорости. Хотя принимаемые данные подвергаются операции исправления ошибок в схемах 12 и 13 прямого исправления ошибок, во время передачи сигналов могут возникать некоторые ошибки, которые не поддаются исправлению указанными схемами. Если такие ошибки будут пропущены в схему декомпрессии, то могут возникнуть нежелательные искажения воспроизводимого изображения. Чтобы этого избежать, каждый блок передачи содержит независимые коды обнаружения ошибок для идентификации появления ошибок, проходящих через схемы прямого исправления ошибок, причем при выявлении таких ошибок система может обеспечивать необходимую маскировку ошибок.

На фиг.8 показан процессор 16 передачи приемной части системы. Необходимы два таких процессора, один для данных, передаваемых по каналу высокого приоритета, и один для данных, передаваемых по каналу низкого приоритета. Если бы было заранее известно, что данные звукового сопровождения и вспомогательные данные всегда будут передаваться по какому-либо одному из двух каналов, то соответствующие элементы могли бы быть исключены из процессора передачи данных по другому каналу.

На фиг. 8 данные с буферных схем 14 или 15 преобразования скорости подаются в детектор 69 ошибок и в блок 70 задержки. Блок 70 задержки обеспечивает задержку, равную длительности одного блока передачи, для того, чтобы детектор 69 успел найти ошибки в соответствующем блоке передачи; если они существуют. Детектор 69 вырабатывает сигнал ошибки E, указывающий на наличие или отсутствие ошибок в блоке передачи. Этот сигнал поступает на вход демultipлексора 71 организации 1-3. Данные блока передачи D с задержкой также поступают на вход демultipлексора 71. Эти данные также поступают в детектор 72 типа данных, который анализирует заголовки ST и в соответствии с ним управляет демultipлексором 71, который пропускает данные блока передачи и соответствующий сигнал ошибки в соответствующий из трех каналов обработки данных: канал данных звукового сопровождения, канал вспомогательных данных или канал видеоданных. Если даже в блоке передачи обнаружена ошибка, заголовки типа данных ST может считаться верным, так как он независимо защищен кодом Хэмминга.

В соответственных каналах обработки данных звукового сопровождения, вспомогательных данных и видеоданных сигнал ошибки может быть

использован по-разному для обеспечения маскировки ошибок. В канале обработки видеоданных предусмотрены альтернативные варианты использования сигнала ошибки в зависимости от реализации схемы маскировки ошибок в схеме 18 декомпрессии. Самый простой способ использования этого сигнала, когда схема 18 декомпрессии содержит запоминающее устройство дисплея, в котором данные корректируются по мере их декодирования. Если для некоторой области изображения данные об ошибках не получены, то данные соответствующей области ЗУ дисплея не корректируются. Эти области изображения, которые не корректируются, просто повторяются в последовательных кадрах, пока не будут получены новые данные. Если предполагается, что маскировка ошибок путем повторения информации от кадра к кадру является приемлемой, то в канале обработки видеоданных сигнал ошибки может быть использован просто для исключения блоков передачи, содержащих ошибки, из общего потока видеоданных. В качестве альтернативы, для более сложной маскировки ошибок данные таких блоков передачи могут быть оставлены, но помечены специальным признаком ошибки, чтобы дать понять схеме декомпрессии о необходимости выполнения функций маскировки ошибок.

В канале обработки видеоданных данные блока передачи и сигнал ошибки поступают в блок 73 обработки, который удаляет из потока данных код FCS последовательности бит контроля кадра, а также заголовки ST, TH и RH блоков передачи. Блок 73 может также исключать из потока данных целые блоки передачи, в которых обнаружены ошибки. Блок 73 передает видеоданные с удаленными заголовками блоков передачи, данные ошибок и заголовки передачи по отдельным шинам в процессор 17 смешивания приоритетов.

Схемы 12 и 13 прямого исправления ошибок выдают данные фиксированной длины, соответствующие кодовым словам фиксированной длины, поступающим на схемы 8 и 9 прямого исправления ошибок в кодере. Так как данные заголовков блока передачи расположены на границах байтов, которые либо определены заранее (ST, TH и FCS), либо идентифицируются (RH) заголовком передачи, то достаточно просто определить и изъять требуемые заголовки из блока передачи.

На фиг.9 показан один из возможных примеров процессора смешивания приоритетов. Процессор смешивания приоритетов принимает данные из процессора передачи приемника и преобразует их в форму, которую имеют данные, поступающие в процессор 6 выбора приоритета кодера. Для этого необходимо идентифицировать определенные кодовые слова в потоке данных, а именно, нужно найти кодовое слово CW#j в каждом блоке. Так как данные поступают в виде последовательных кодов переменной длины, эти данные должны быть как минимум частично декодированы для определения границ между кодовыми словами. Когда эти границы определены, кодовые слова могут быть сосчитаны, чтобы обнаружить кодовое слово CW#j (в канале высокого приоритета). После того, как определены границы между кодовыми словами, кодовые слова могут быть легко разделены в виде парал-

лельных по битам кодовых слов переменной длины.

На фиг. 9 одинаковые схемы (74, 75, 76, 77) и (78, 79, 80, 81), относящиеся к каналам соответственно высокого и низкого приоритета, разделяют поступающие входные данные на параллельные по битам кодовые слова переменной длины. Кодовые слова высокого и низкого приоритета соответственно поступают в мультиплексор 82, который под управлением контроллера 83 смешивания приоритетов объединяет данные в последовательность данных, подобную той, которая формируется схемой 2 сжатия.

Рассмотрим работу схем 74 - 77 канала высокого приоритета. Видеоданные с блока 73 (фиг.8) поступают в блок 74 буферной памяти и контроллер 75 смешивания. Кроме того, в контроллер 75 подаются заголовки блоков передачи данных высокого приоритета. Видеоданные, не содержащие ошибок, появляются в виде заранее определенных циклических последовательностей. Конкретные точки последовательности идентифицируются по данным заголовков блоков передачи. После идентификации начальной точки осуществляется декодирование в заранее определенной последовательности. Контроллер 75 смешивания запрограммирован на управление декодером неравномерных кодов в соответствии с этой последовательностью. Например, предположим, что заголовок передачи указывает на то, что текущие данные соответствуют I-кодированному полю, а заголовок записи находится в байте z. Заголовок записи расположен в начале полосы, поэтому точка входа полосы может быть идентифицирована относительно байта z. В этой точке известен заголовок полосы, формат кода которого по битам-байтам известен, за заголовком полосы следует заголовок макроблока, формат кодирования которого также известен и за которым следуют данные блока также в известном формате кодирования и т.д. Таким образом, контроллер 75 в зависимости от данных заголовков передачи устанавливает порядок декодирования данных в блоке 76 декодирования неравномерных кодов, т.е. какие таблицы декодирования неравномерных кодов нужно использовать для каких группировок кодовых слов переменной длины. Следует отметить, что так как, например, заголовок полосы в потоке данных не кодируется методом неравномерного кодирования, контроллер может быть выполнен с возможностью сравнения общих данных заголовка полосы с данными заголовка передачи для подтверждения точки входа.

Видеоданные с блока 74 буферной памяти поступают в блок 76 декодирования неравномерных кодов, который связывает вместе некоторое число кодовых слов фиксированной длины и анализирует начальные биты связанных кодовых слов для выявления распознаваемого кодового слова в соответствии с ожидаемым типом кодирования относительно нормальной циклической последовательности. Когда определенное число начальных битов распознано как достоверное кодовое слово, эти биты записываются в виде параллельного по битам кодового слова в буферное запоминающее устройство 77. Кроме того, формируются ожидаемые тип кодового слова T и длина

кодového слова CL, которые также поступают в буферное запоминающее устройство 77. По мере загрузки кодовых слов в буферное запоминающее устройство 77 они индексируются контроллером 83 смешивания.

Кодовые слова, соответствующие DC- и AC-коэффициентам, кодируются в соответствии с разными статистиками, и коэффициенты соответственных блоков внутри макроблока связываются друг с другом без включения идентификаторов конца блока. Тем не менее, как правило, DC-коэффициент первого блока в макроблоке может быть идентифицирован по его положению в потоке битов. Декодер неравномерных кодов не может отличить конец последнего AC-коэффициента одного блока от начала DC-коэффициента следующего блока. Это распознавание осуществляется по номеру кодового слова CW#j, содержащемуся в заголовке блока передачи. Номер кодового слова CW#j идентифицирует кодовое слово, соответствующее последнему AC-коэффициенту, в каждом блоке в полоске. Для того, чтобы обнаружить кодовое слово с номером j, контроллер 83 смешивания контролирует типы кодовых слов T, поступающие с декодера неравномерных кодов. Контроллер 83 подсчитывает типы кодовых слов, соответствующих AC-коэффициентам, и когда появляется кодовое слово с номером j, контроллер 83 заставляет блок 76 декодирования неравномерных кодов начать цикл декодирования DC-коэффициента.

Блоки 78 - 81 канала передачи данных низкого приоритета выполняют те же функции. Однако можно ожидать, что данные низкого приоритета содержат только кодовые слова, соответствующие AC-коэффициентам. Эти кодовые слова для соответственных блоков внутри макроблока отделены друг от друга кодами "конец блока" (EOB), поэтому нет необходимости считать кодовые слова. Декодер 80 неравномерных кодов может лишь декодировать слова, кодированные в соответствии с одной кодовой таблицей. Положение первого макроблока в блоке передачи идентифицируется при помощи соответственного заголовка передачи, а каждый из последующих макроблоков идентифицируется при помощи заголовков записи. Эти данные анализируются контроллером 79 смешивания, который управляет декодером 80 неравномерных кодов для индексирования кодовых слов в буферном запоминающем устройстве 81.

В соответствии с индексированными данными и типом кодовых слов, запомненных в буферных ЗУ 77 и 81, контроллер 83 смешивания объединяет кодовые слова высокого и низкого приоритета, записанные в буферных запоминающих устройствах 77 и 81, с помощью мультиплексора 82. Контроллер идентифицирует макроблок, пропускает через мультиплексор 82 данные высокого приоритета, а также считывает из буферного ЗУ 77 соответствующие данные высокого приоритета вплоть до появления кодового слова CW#j первого блока в макроблоке. Затем контроллер пропускает через мультиплексор данные низкого приоритета и считывает кодовые слова, соответствующие AC-коэффициентам того же первого блока до тех пор, пока не встретится код "конец блока" EOB. После этого контроллер 83 пропускает через

мультиплексор 82 данные высокого приоритета, и процедура считывания данных высокого приоритета повторяется для второго блока в макроблоке. После того, как считывается кодовое слово  $CW\#j$ , контроллер вновь переключает мультиплексор на прохождение данных низкого приоритета второго блока и т.д.

Если во время считывания данных, передаваемых по каналу высокого приоритета, код ЕОВ встретится раньше, чем поступит кодовое слово  $CW\#j$ , то контроллер 83 переключается на считывание следующего блока данных, передаваемых по каналу высокого приоритета.

Цикличность поступления кодовых слов может меняться. Например, некоторые макроблоки в полоске и/или некоторые блоки в макроблоке могут быть некодированными. Данные об этом содержатся соответственно в заголовках полоски и макроблока. Для того, чтобы создавать и поддерживать требуемые циклы декодирования, контроллер 83 в соответствии с типами кодовых слов анализирует кодовые слова заголовков полоски и макроблока для того, чтобы определить количество блоков в соответственных макроблоках и количество макроблоков в соответственных полосках. В соответствии с этими количествами контроллер 83 подсчитывает конкретные операции декодирования, а также определяет завершение выполнения операций декодирования и возобновляет цикл декодирования. Как было описано выше, в блоке передачи может содержаться более одного заголовка записи, однако только первый заголовок записи идентифицируется заголовком блока передачи, так как только первый заголовок записи в блоке передачи может быть исключен блоком 73. Чтобы идентифицировать и извлечь информацию из этих заголовков записи, а также чтобы исключить эти заголовки из потока данных, контроллер 83 подсчитывает число макроблоков, обработанных декодером 76 неравномерных кодов, и после обработки последнего макроблока в полоске распознает следующие поступающие данные в блоке передачи как заголовок записи. Далее контроллер считывает данные заголовка записи для создания последовательности циклических операций и запрещает поступление этого заголовка в буферное запоминающее устройство 77.

Контроллеры 75, 83 и 79 показаны на фигуре как три отдельных блока, однако они могут быть объединены в единый блок контроллера.

Схема, показанная на фиг.9, не декодирует данные переменной длины, а лишь анализирует соответствующие кодовые слова переменной длины и выдает их в форме, подобной форме данных на выходе схемы 2 скатия. Поэтому в качестве схемы 18 декомпрессии может использоваться схема, инверсная по функции по отношению к схеме 2 скатия. Однако схема, показанная на фиг.9, может быть построена так, чтобы она выполняла декодирование неравномерных кодов, что исключает наличие декодера неравномерных кодов в схеме декомпрессии.

На фиг.9 предусмотрена реализация разных методов маскировки ошибок. Например, даже если есть ошибка в блоке передачи, данные этого блока могут обрабатываться и поступать в схему декомпрессии. В этом случае для каждого слова

данных блока передачи вырабатывается флаг ошибки, который передается вместе с кодовыми словами в схему декомпрессии. Флаги ошибок формируются в контроллерах 75 и 79 смешивания и поступают в буферные запоминающие устройства 77 и 81, где они запоминаются в ячейках памяти, соответствующих ошибочным кодовым словам блоков передачи.

В другом примере выполнения системы, в которой искаженные блоки передачи не обрабатываются, предположим, что блок передачи данных низкого приоритета потерян. В канале низкого приоритета передаются данные коэффициентов меньшей значимости для воспроизведения изображений, и фактически блоки данных после дискретного косинусного преобразования могут подвергаться декомпрессии и без этих коэффициентов, но в этом случае соответственные блоки, прошедшие декомпрессию, будут обеспечивать меньшую пространственную разрешающую способность изображения. Таким образом, если ошибочные блоки передачи данных низкого приоритета исключены из потока данных, а данные восстанавливаются в мультиплексоре 82, то после каждого кодового слова  $CW\#j$  в блоке передачи данных высокого приоритета вставляется код ЕОВ (конец блока) вместо данных низкого приоритета. Этот код ЕОВ формируется контроллером 83 и вводится в поток данных через мультиплексор 82. Чтобы указать, что код ЕОВ является для соответствующих блоков вынужденным или искусственным, вместе с ним может передаваться флаг ошибки. Вынужденный сигнал "конец кода" обозначен как ЕОВЕ.

Контроллер 83 принимает данные заголовков передачи для обоих каналов, и индексирует данные блоков, хранящиеся в буферных запоминающих устройствах 77 и 81. Данные макроблока и блока поступают в определенном порядке, что дает возможность контроллеру выявлять потерянные данные и вводить в данные высокого приоритета коды ЕОВЕ вместо потерянных данных низкого приоритета.

Вообще, вследствие высокой устойчивости канала высокого приоритета появление ошибок данных, передаваемых по этому каналу, маловероятно. Однако, если это все же произойдет, то передача данных в канале низкого приоритета, соответствующих блокам данных, потерянным в канале высокого приоритета, становится бессмысленной. Контроллер 83 выполнен с возможностью выявления потерянных данных высокого приоритета по прерыванию нормальной последовательности информации, идентифицируемой по не содержащим ошибок заголовкам блоков передачи. Если потеря данных высокого приоритета обнаружена, соответствующие данные низкого приоритета удаляются из буферного запоминающего устройства 81, т.е. они не поступают в схему декомпрессии. Кроме того, контроллер 83 может быть выполнен так, чтобы выдавать данные ошибок в схему декомпрессии в форме, которая идентифицирует потерянные данные, т.е. в виде данных макроблока, полоски или кадра, которые не формируются процессором смешивания приоритетов.

Контроллер 83 управляется по шине управления СВ от общего контроллера системы и осу-

ществляет инициализацию или повторную инициализацию контроллеров 75, 79, а также декодеров 76, 80 неравномерных кодов при включении питания, изменениях в каналах передачи и т. д. Кроме того, контроллер 83 соединен с процессором 16 передачи и буферными схемами 14 и 15 для управления скоростью передачи данных в схему смешивания приоритетов.

На фиг.10 показан один из возможных примеров реализации схемы 18 декомпрессии.

Процесс маскировки ошибок не будет обсуждаться при описании этой схемы, так как это не является предметом данного изобретения. Достаточно сказать, что данные ошибок из процессора смешивания приоритетов поступают в контроллер 84 декомпрессии, чтобы предотвратить обновление областей оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) 85 видеодисплея, соответствующих пропущенным блокам данных, и что схема реагирует на вынужденные коды "конец блока" как на обычные коды "конец блока" EOB.

Вообще, схема, показанная на фиг.10, предназначена для декомпрессии поступающих в нее данных, имеющих иерархический MPEG-формат. Видеоданные с мультиплексора 82 процессора смешивания приоритетов поступают в блок 86 буферной памяти. Эти данные извлекаются контроллером 84 декомпрессии, где выделяются данные заголовков, управляющие контроллером 84. Кодовые слова переменной длины, соответствующие коэффициентам дискретного косинусного преобразования, выделяются и подаются в декодер 87 неравномерных кодов, а кодовые слова переменной длины, соответствующие векторам движения, подаются в декодер 88 неравномерных кодов. Декодер 87 содержит средства декодирования неравномерных кодов, обратного декодирования длин серий, а также обратного ДИКМ-кодирования, что выполняется под управлением контроллера 84. Декодированные данные с декодера 87 неравномерных кодов поступают на схему 89 обратного дискретного косинусного преобразования, которая содержит средства обратного квантования соответственных коэффициентов дискретного косинусного преобразования и преобразования коэффициентов в матрицу данных элементов изображения. Данные элементы изображения затем поступают на один из входов сумматора 90, выход которого соединен с ОЗУ 85 видеодисплея и блоками 91 и 92 буферной памяти.

Декодер 88 неравномерных кодов содержит схему декодирования векторов движения, кодированных неравномерным кодом, и обратного ДИКМ-кодирования векторов движения под управлением контроллера 84. Декодированные векторы движения поступают в блок 93 предсказания с компенсацией движения. В соответствии с векторами движения блок предсказания считывает соответствующие блоки элементов изображения, записанные в один (движение вперед) или оба (движение вперед и назад) блока 91 и 92 буферной памяти. Блок предсказания подает блок данных (из одного из блоков буферной памяти) или интерполированный блок данных (полученный из соответствующих блоков обоих блоков буферной памяти), на второй вход сумматора 90.

Процесс декомпрессии выполняется следующим образом. Если поле/ кадр входных видеоданных кодирован методом внутрикадрового кодирования, то векторы движения отсутствуют, а декодированные коэффициенты дискретного косинусного преобразования соответствуют значениям блоков элементов изображения. Таким образом, для данных, кодированных методом внутрикадрового кодирования, с блока 93 предсказания на сумматор 90 подается нулевой сигнал, и декодированные коэффициенты дискретного косинусного преобразования поступают, не изменяясь, через сумматор 90 в ОЗУ видеодисплея, где они запоминаются и затем считываются в соответствии с обычным растровым сканированием. Декодированные значения элементов изображения также запоминаются в одном из блоков 91 и 92 буферной памяти и используются для формирования предсказанных значений изображения при декодировании кадров, кодированных с компенсацией движения (В или Р).

Если поле/кадр входных данных соответствует Р-кодированному полю/кадру с компенсацией движения вперед, то декодированные коэффициенты соответствуют остаткам или, другими словами, разностям между текущим полем/кадром и последним поступившим I кадром. Блок 93 предсказания в зависимости от декодированных векторов движения извлекает соответствующий блок данных I кадра из блока 91 или 92 буферной памяти и передает этот блок данных в сумматор, в котором соответственные блоки остатков, формируемые схемой 89 обратного дискретного косинусного преобразования, складываются с соответствующим блоком данных элементов изображения, формируемым блоком 93 предсказания. Полученные в сумматоре 90 суммы соответствуют значениям элементов изображения соответственных блоков данных Р поля/кадра, причем значения элементов изображения поступают в ОЗУ 85 дисплея, корректируя данные в соответствующих ячейках памяти. Кроме того, значения элементов изображения, полученные в сумматоре 90, запоминаются в блоке 91 или 92 буферной памяти, кроме значений элементов изображения I поля/кадра, которые используются для формирования предсказанных данных элементов изображения.

Для полей/кадров, кодированных двухмерным предсказанием (В кадров), выполняются те же операции за исключением того, что предсказанные значения выбираются из I- и Р-кодированных данных элементов изображения, записанных в обоих блоках 91 и 92 буферной памяти, в зависимости от того, являются ли соответственные вектора движения векторами движения вперед, векторами движения назад или векторами движения вперед и назад. Сформированные значения элементов изображения В-кодированного поля/кадра поступают в ОЗУ 85 дисплея для обновления соответственных ячеек памяти, но не запоминаются ни в одном из блоков буферной памяти, так как данные В-кодированного поля/кадра не используются в формировании данных изображения других полей/кадров.

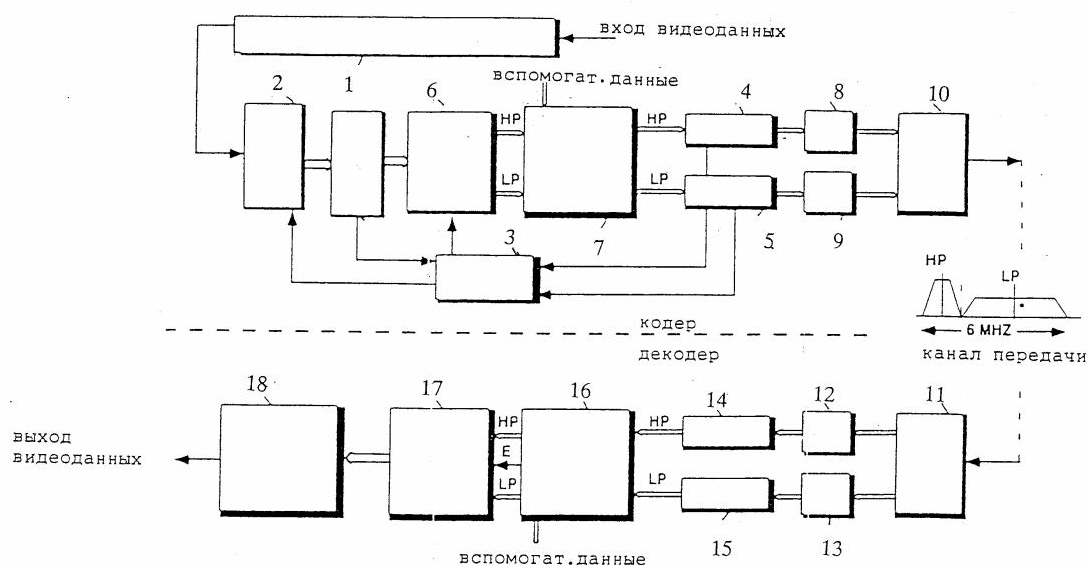
На фиг.11 представлен один из возможных примеров модема для приемной и передающей частей системы. Данные высокого и низкого приори-



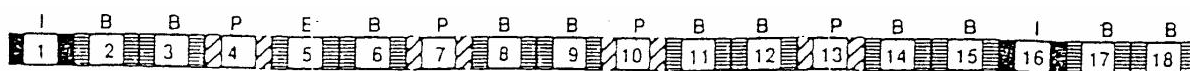
ритета со схем 8 и 9 прямого исправления ошибок поступают соответственно в модуляторы 94 и 95, осуществляющие квадратурно-амплитудную модуляцию (64 уровня). Модулятор 94 вырабатывает аналоговый сигнал высокого приоритета с шириной полосы примерно 0.96 МГц на уровне -6дБ. Этот сигнал поступает в полосовой фильтр 96 с полосой 1.5 МГц для подавления гармоник высокой частоты и далее в сумматор 97 аналоговых сигналов. Модулятор 95 вырабатывает аналоговый сигнал низкого приоритета с шириной полосы примерно 3.84 МГц на уровне -6 дБ. Этот сигнал поступает в полосовой фильтр 98 с полосой 6 МГц для подавления гармоник высокой частоты и далее в аттенюатор 99. Аттенюатор 99 уменьшает амплитуду аналогового сигнала низкого приоритета примерно на 9 дБ относительно амплитуды аналогового сигнала высокого приоритета. Затем ослабленный сигнал низкого приоритета поступает в сумматор 97 аналоговых сигналов, где он суммируется с аналоговым сигналом высокого приоритета, образуя сигнал с таким же частотным спектром, что и спектр сигнала, показанный на фиг.1. Суммарный сигнал поступает в смеситель 100, где он умножается на несущую радиочастоту для переноса полосы частот суммарного сигнала в диапазон стандартного канала телевизионного сигнала. Затем преобразованный по частоте сигнал поступает в полосовой фильтр 101, который приводит его спектральные характеристики в соответствие со стандартным каналом.

В приемнике передаваемый сигнал поступает в обычный блок 102 тюнера и усиления промежуточной частоты и затем в блок 103 фазовой автоподстройки частоты и аналого-цифровой преобразователь 104. Преобразованный в цифровую форму сигнал поступает в демодуляторы 105 и 106 квадратурно-амплитудной модуляции (64 уровни). Демодуляторы 105 и 106 содержат на входе полосовые фильтры для ограничения спектра обрабатываемых сигналов и тем самым для приведения его в соответствие с номинальным спектром сигналов высокого и низкого приоритета. Демодуляторы 105 и 106 выполнены по традиционной схеме КАМ-демодулятора и управляются синхросигналами, вырабатываемыми блоком 103 фазовой автоподстройки частоты. Блок 103 фазовой автоподстройки частоты вырабатывает требуемые синхронизирующие сигналы путем фазовой синхронизации сигнала от генератора, управляемого напряжением, с одной из двух несущих, присутствующих в КАМ - сигнале.

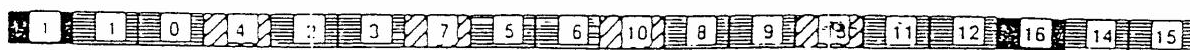
Данное изобретение описано применительно к MPEG-сигналам, однако должно быть ясно, что можно выполнять другие способы преобразования сигналов, сжатых в других форматах. Единственным требованием к типу сжатия является формирование данных с возможностью присвоения иерархических уровней приоритетов, например, с помощью преобразования поддиапазонов или пирамидального преобразования.



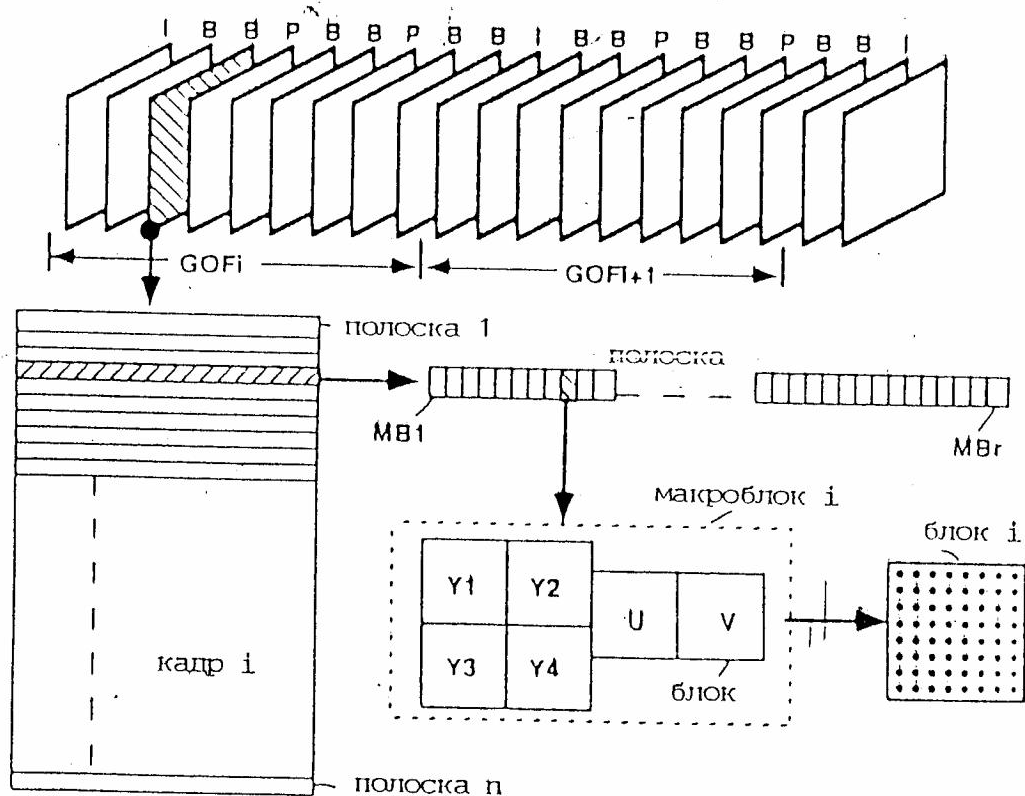
Фиг. 1



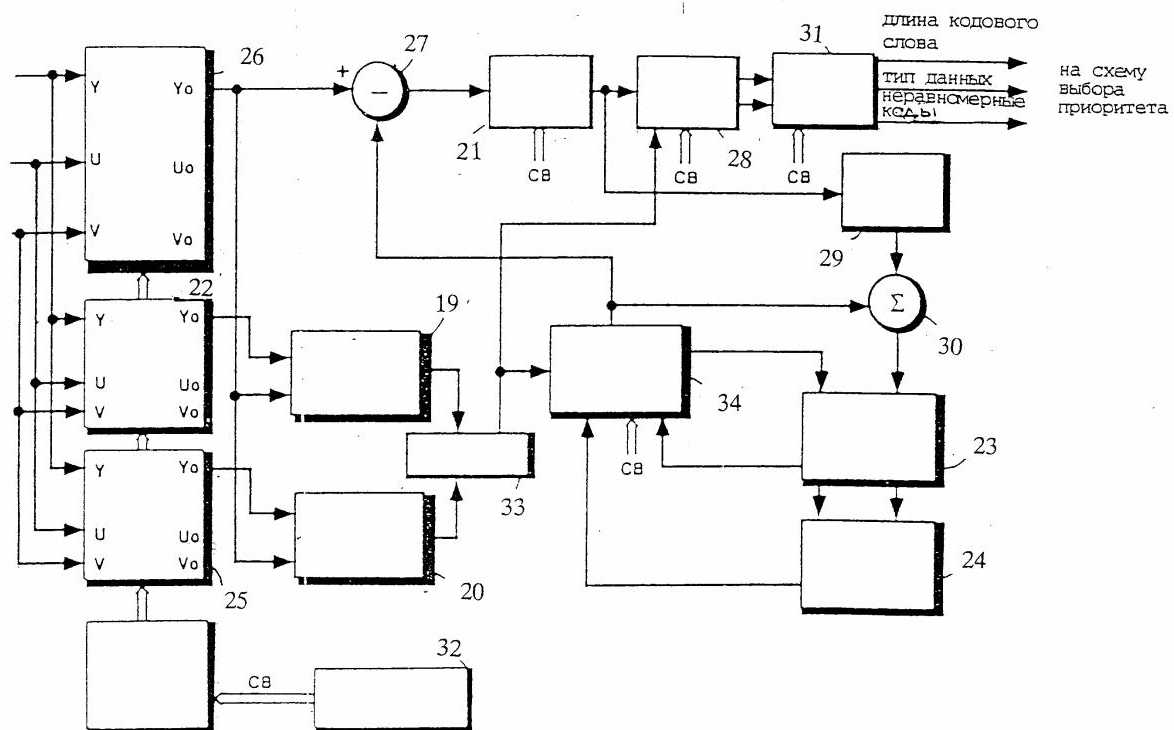
Фиг. 1В



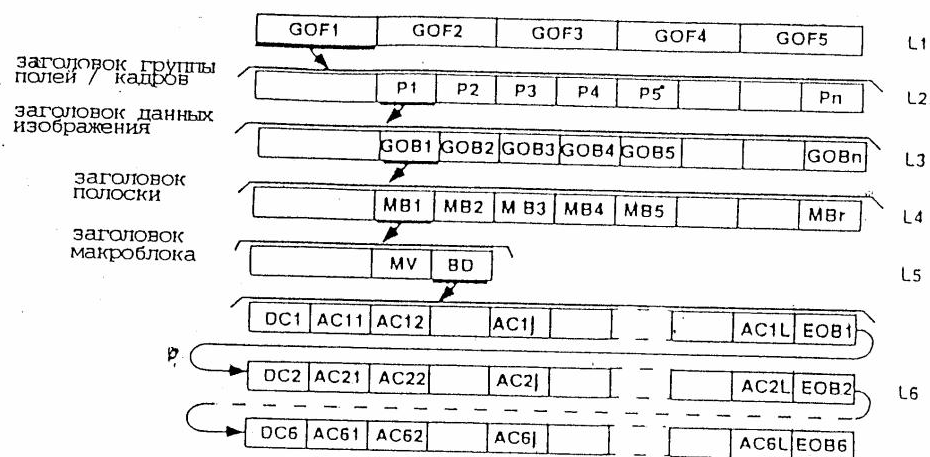
Фиг. 1С



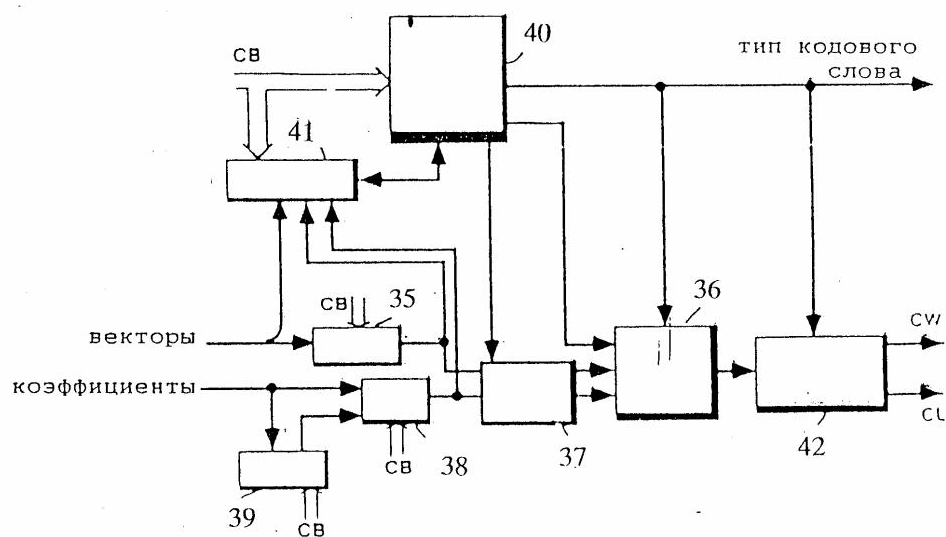
**Фиг. 2**



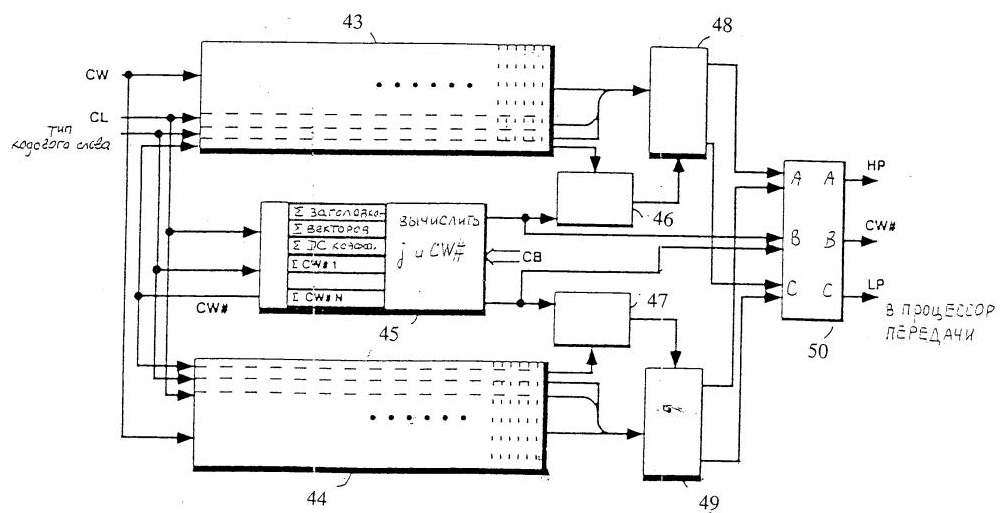
**Фиг. 3**



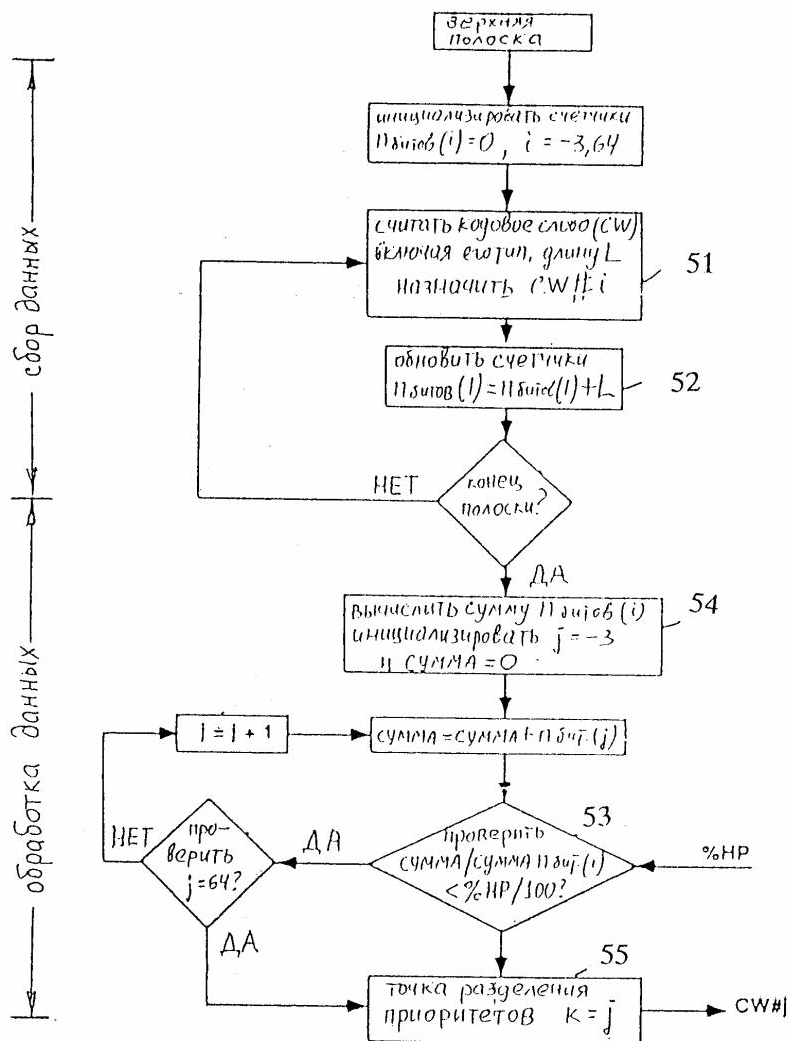
Фиг. 3А



Фиг. 4

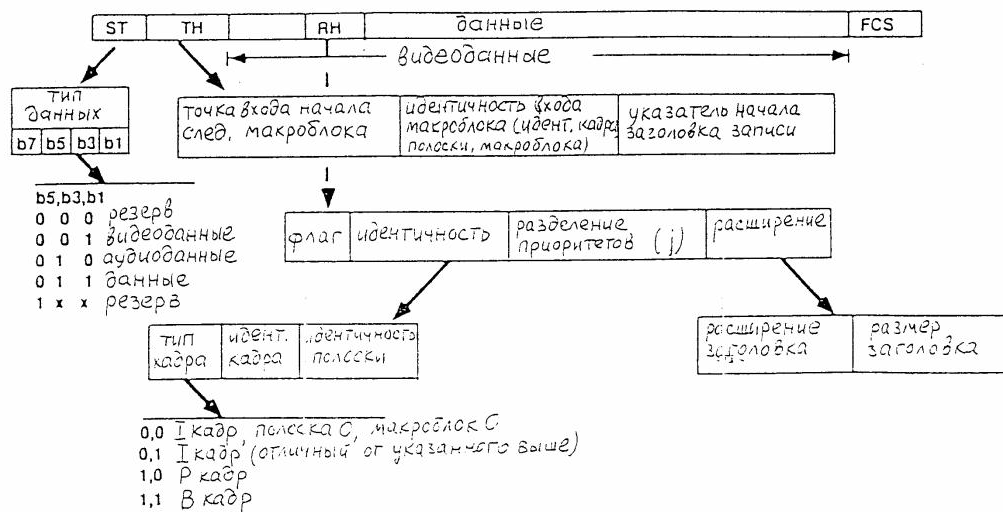


Фиг. 5

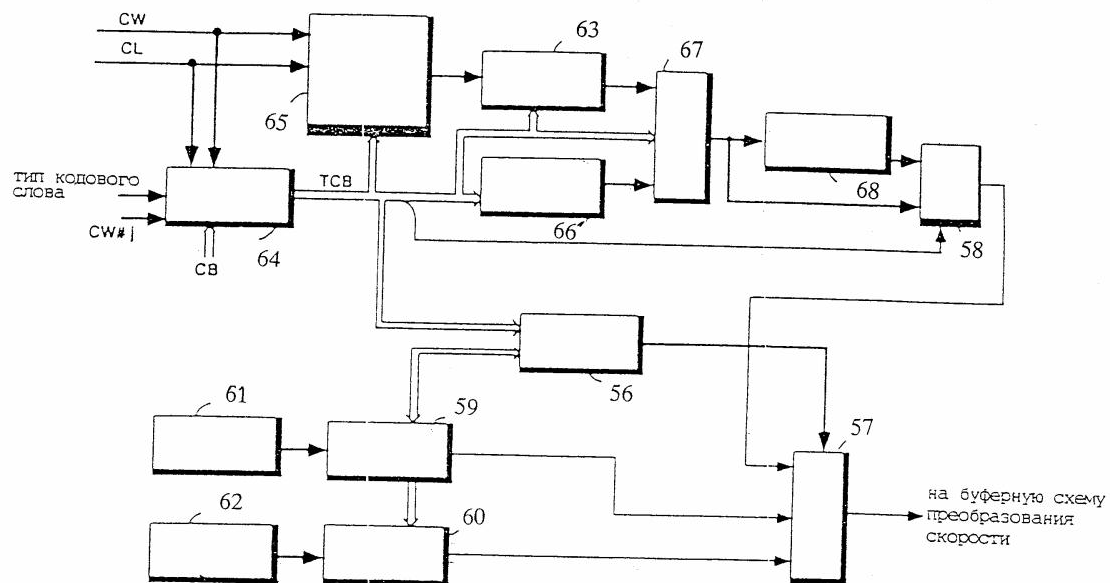


Фиг. 5А

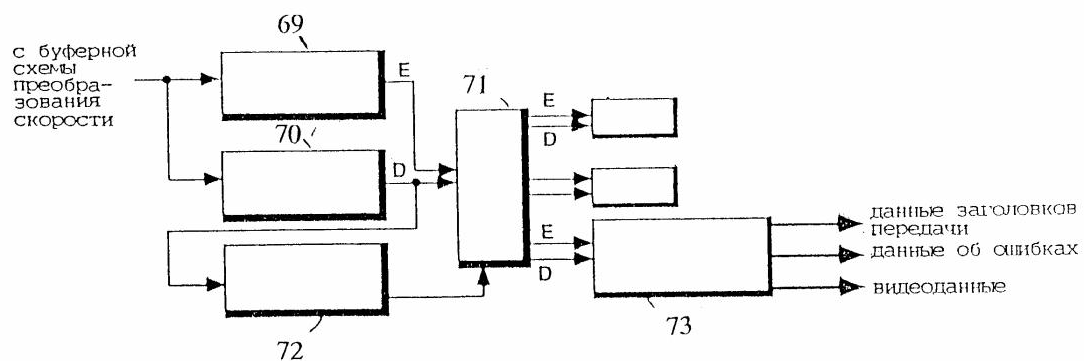
## Блок передачи



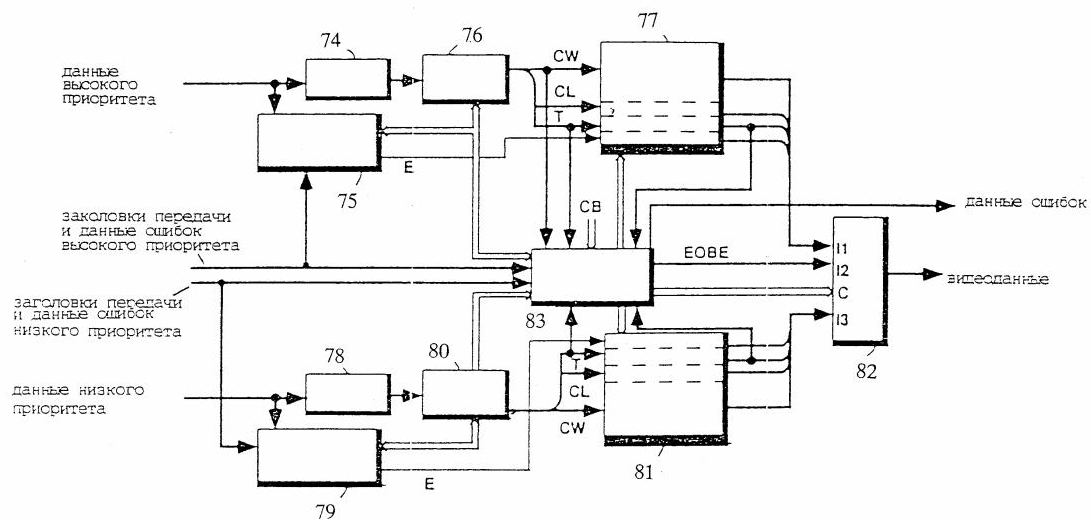
Фиг. 6



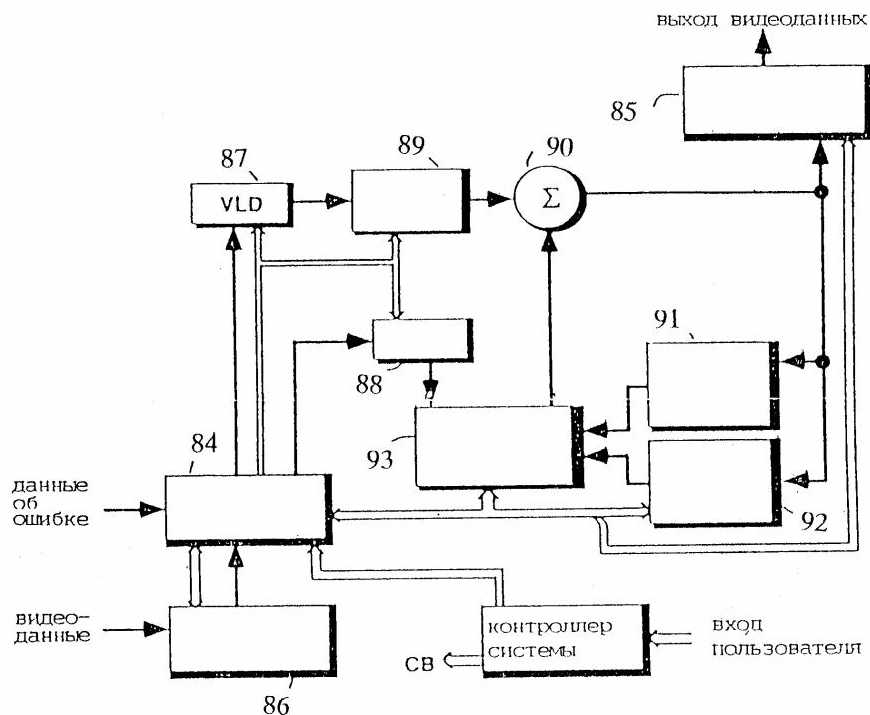
**Фиг. 7**



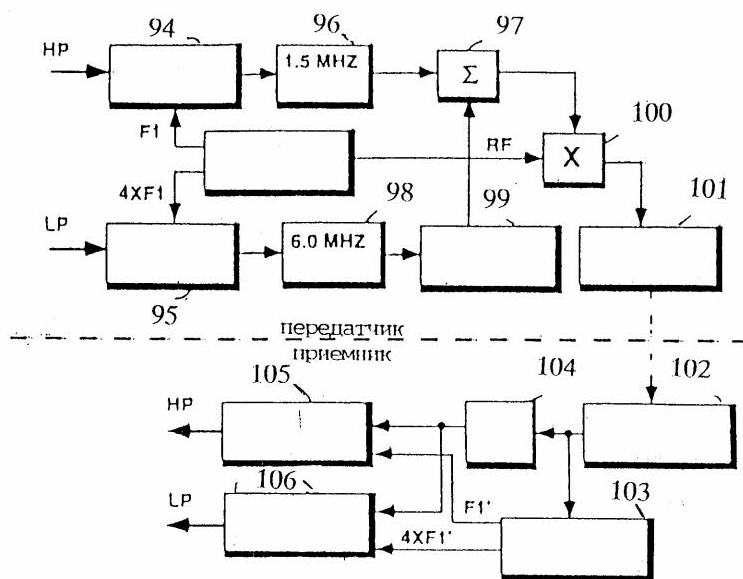
**Фиг. 8**



**Фиг. 9**



**Фиг. 10**



**Фиг. 11**

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03