

УДК 621.391.23

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА СЖАТИЯ НА ОСНОВЕ МЕЖКАДРОВОГО ПОЛИАДИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ ВИДЕОДАНЫХ В СТАНДАРТЕ TETRA



[И.В. Ковтун](#)

Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта

Abstract – At a necessity a vitally important information transfer in the earliest possible dates by the most optimal choice for the systems of mobile radio contact, working in interests control system, there is a standard of TETRA. In too time the investigational not enough side of standard of TETRA is that mechanisms are absent in him, providing the transmission of video information.

This feature limits to potential possibilities of control system the railway transport on the basis of trunking radio contact. Thus, consists one of directions of perfection of standard of TETRA of providing of possibility of organization of video information cooperation. By basic technical limits on possibility of organization in the standard of TETRA of video information co-operation there are a fast acting of calculable subsystem and rate of data on radio channels. In this connection at the ground of possibility of the use of methods of compression in the standard of TETRA important descriptions are an aspect ratio and amount of operations, expended on encoding and decoding. For the decision of this applied problem it is necessary to use the methods of compact presentation of images, allowing to horten a volume processed and transferrable.

The aim of work is exposition of mathematical presentation of estimation of aspect of sequence of images ratio, due to their inters killed encoding with the exposure of cerouss of identical elements, calculation of estimation of efficiency of worked out and existent methods of compression of images on an aspect ratio.

Анотація – Запропоновано спосіб формування інформаційної частини пакету систем мобільного радіозв'язку стандарту TETRA і його схемотехнічна реалізація з використанням методу компактного представлення зображень на основі міжкадрового поліадичного кодування з виявленням серій однакових елементів. Запропоновано математичну модель оцінки коефіцієнта стиснення зображень з використанням даного методу. Проведена оцінка його ефективності за ступенем стиснення.

Аннотация – Предложен способ формирования информационной части пакета систем мобильной радиосвязи стандарта TETRA и его схемотехническая реализация с использованием метода компактного представления изображений на основе межкадрового полиадического кодирования с выявлением серий одинаковых элементов. Предложена математическая модель оценки коэффициента сжатия изображений с использованием данного метода. Проведена оценка его эффективности по степени сжатия.

Введение

При необходимости передачи жизненно важной информации в кратчайшие сроки наиболее оптимальным выбором для систем мобильной радиосвязи (СМР), работающих в интересах систем управления, является стандарт TETRA [1]. В то же время недостаточно исследованной стороной стандарта TETRA является то, что в нем отсутствуют механизмы, обеспечивающие передачу видеoinформации. Данная особенность ограничивает потенциальные возможности систем управления железнодорожным транспортом на основе транкинговой радиосвязи (контроль освобождения переезда автомобильным транспортом, контроль заполнения путей сортировочного

парка, осуществление коммерческого и технологического осмотра и др.), поскольку снижается степень наглядности, полноты и достоверности получаемой информации. Это приводит к повышению вероятности принятия решений, неадекватных сложившейся текущей обстановке. Таким образом, одним из направлений совершенствования стандарта TETRA является обеспечение возможности организации видеoinформационного взаимодействия. Основными техническими ограничениями на возможность организации в стандарте TETRA видеoinформационного взаимодействия являются быстрдействие вычислительной подсистемы и скорость передачи данных по радиоканалам [1]. В связи с этим при обосновании возможности использования методов сжатия в стандарте TETRA важными характеристиками являются коэффициент сжатия и количество операций, затрачиваемые на кодирование и декодирование. Для решения данной прикладной проблемы необходимо использовать методы компактного представления изображений, позволяющие сократить объем обрабатываемых и передаваемых видеоданных.

I. Анализ публикаций

Особенность организации передачи видеоданных на железнодорожном транспорте состоит в том, что значительная часть информации передается о стационарных объектах. В этом случае изменяется только часть объектов. Значит в последовательности изображений, несущих информацию об объектах контроля и управления, существует межкадровая избыточность. Однако изменение обстановки имеет нестационарный характер, а информация должна доводиться без потерь качества. В связи с этим методы, основанные на устранении статистической и психовизуальной избыточности изображений, не обеспечат требуемой степени сжатия [6, 7]. Поэтому необходимо использование более эффективных методов сжатия, среди которых наиболее перспективным является метод межкадрового полиадического кодирования. Методы полиадического кодирования сокращают комбинаторную избыточность. Они имеют следующие достоинства:

- устойчивы к изменению насыщенности данных (разница между коэффициентами сжатия для слабо - и сильнонасыщенных данных не превышает 20%;
- при сжатии не вносят погрешность, не требуют знания априорных сведений о свойствах изображений и достаточно просто реализуются технически.

Обоснование выбора направления повышения степени сжатия изображений и основные этапы метода межкадрового полиадического кодирования с выявлением серий одинаковых элементов рассмотрены в статье [3].

Данный метод учитывает особенность передачи видеоданных в системе управления транспортом (в том числе и железнодорожным), заключающуюся в наличии межкадровой структурной избыточности. В то же время структура кодовых комбинаций межкадрового полиадического кода не была согласована со структурой пакетов стандарта транкинговой радиосвязи TETRA. В статье [4] разработан метод представления кодовых комбинаций сжатого представления изображений в стандарте TETRA.

Для организации передачи и приема видеоданных требуется не только осуществление компактного представления изображений на передающей стороне, но и их восстановление на приемной стороне без потери качества. В связи с этим, в статье [5] разработан метод восстановления изображений, учитывающий особенности формирования информационных частей пакета стандарта TETRA и особенности организации процесса сжатия изображений.

Целью работы является разработка основных этапов формирования информационной части пакета систем мобильной радиосвязи на примере использования стандарта TETRA с учетом передачи изображений, представляемых в компактном виде на основе межкадрового полиадического кодирования. Определение оценки эффективности разработанного и существующих методов сжатия изображений осуществляется по коэффициенту сжатия.

II. Процесс формирования информационной части пакета данных в стандарте TETRA

Основные этапы и кодовые конструкции компактного представления последовательности кадров изображений на основе метода межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий рассмотрены в работах [3, 4].

На примере стандарта TETRA рассмотрим временную структуру сигнала (рис. 1.) Сообщения передаются мультикадрами длительностью 1,02 с. Мультикадр содержит 18 кадров, один из которых является контрольным. Мультикадр TDMA является структурным элементом гиперкадра, который формируется для редко повторяющихся кадров, например кадра синхронизации шифра.

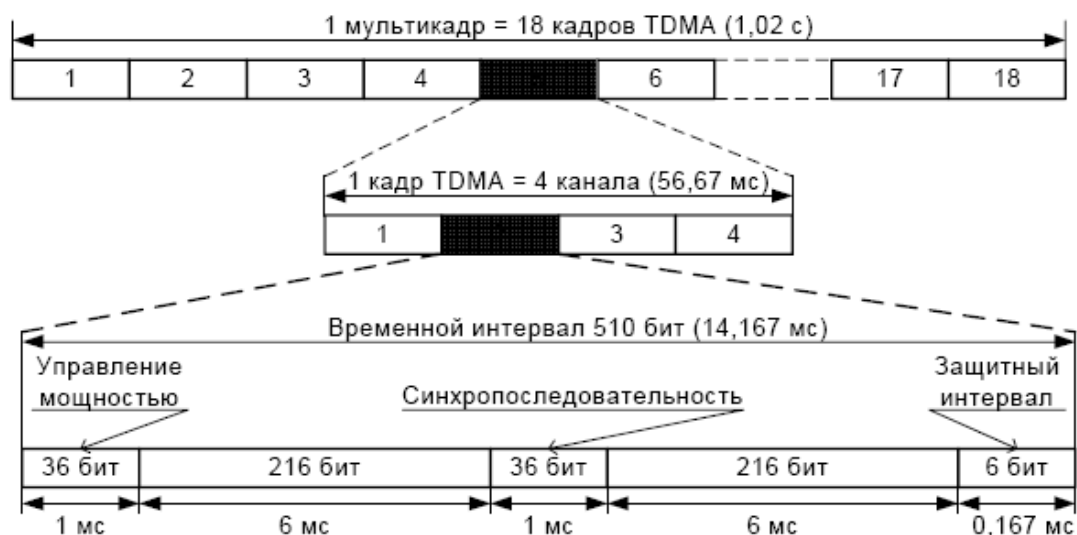


Рис. 1. Временная структура кадра

Гиперкадр состоит из 60 мультикадров. Кадр имеет длительность 56,67 мс и содержит 4 временных интервала (time slots). В каждом из временных интервалов передается информация своего временного канала. Количество разрядов, необхо-

димых на представление временного интервала, равно 510 бит, из которых 432 являются информационными (2 блока по 216 бит). В начале временного интервала передается пакет РА (Power Amplifier) длиной 36 бит, предназначенный для установки мощности излучения. За ним следует первый информационный блок, далее - синхроследовательность SYNCH длиной 36 бит, после чего передается второй информационный блок. В конце временного интервала передается защитный блок длиной 6 бит, исключающий перекрытие соседних каналов.

Передача данных в сети с коммутацией пакетов имеет характерные особенности, заключающиеся в ограничении длины информационной части пакета. Поэтому необходимо при разработке метода межкадрового сжатия учитывать данную особенность системы. Соответственно для стандарта TETRA она имеет длину, равную $W_{инф} = 432$ бит, состоящую из двух частей по 216 бит.

В информационную часть пакета необходимо записать служебную и информационную части полиадического кода. В служебную часть входят информация о минимальном значении массива динамического диапазона и информация о количестве бит, отводящихся на запись оснований полиадического кода. В информационную часть входят значения полиадических кодов и кодов цветовых координат. На рис. 2 приведена структурная схема процесса формирования информационной части пакета данных.

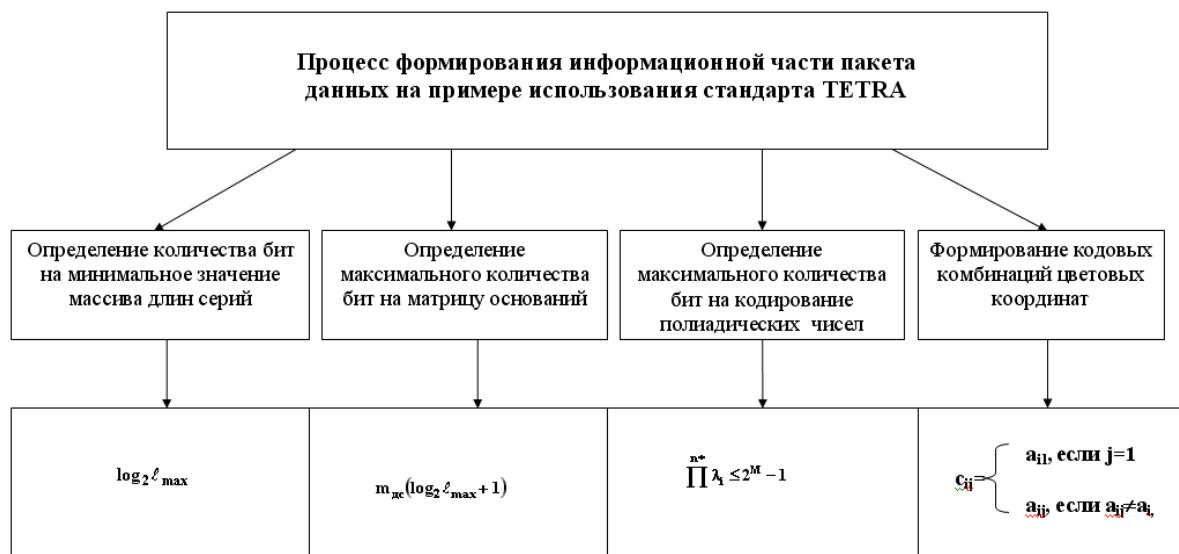


Рис. 2. Структурная схема процесса формирования информационной части пакета данных

Для передачи видеоинформации в стандарте TETRA необходимо:

1) определить границы двоичных полей информационных частей пакета данных, куда будут записываться кодовые конструкции сжатого представления изображений. Это обусловлено:

– ограниченными размерами информационных частей пакета TETRA;

– тем, что длина информационной части пакета TETRA не кратна степени 2. В то время как кодовые комбинации межкадрового полиадического представления массивов длин серий имеют равномерную длину, кратную степени 2.

2) сформировать очередность следования служебных и информационных частей кодовых конструкций межкадрового полиадического представления. Это объясняется необходимостью обеспечить возможность для взаимнооднозначного восстановления изображений на приемной стороне.

В этом случае необходимо основываться на принципе, состоящем в том, что на приемной стороне вначале должна поступать та информация, которая необходима для обработки последующих частей компактного представления изображения.

Рассмотрим первую подзадачу организации передачи видеоинформации в системе TETRA. Кодовые конструкции компактного представления последовательности кадров изображений на основе межкадрового полиадического кодирования включают в себя:

- минимальное значение массива L межкадровых длин серий l_{\min} ;
- вектор Λ , состоящий из m оснований элементов массива L , рассматриваемого как полиадическое число;
- последовательность локально-равномерных кодовых комбинаций, несущих информацию о значении кода-номера $N(j, \beta)$ столбца массива L ;
- кодовые комбинации сжатого представления массива цветовых координат C .

Определим количество двоичных разрядов b_{\min} , требуемых для описания минимального значения l_{\min} длин межкадровых серий в массиве L . Поскольку максимальная длина межкадровой серии элементов изображений в последовательности кадров по условию кодирования ограничено величина l_{\max} , то выполняется неравенство

$$l_{\min} \leq l_{\max}, \quad (1)$$

где l_{\max} - максимальное значение длины межкадровой серии.

Из неравенства (1) следует, что минимальное значение длины серии будет ограничено величиной l_{\max} . Отсюда количество разрядов b_{\min} на представление величины l_{\min} будет равно

$$b_{\min} = \log_2 l_{\max}, \quad (2)$$

где $\log_2 l_{\max}$ - количество разрядов, отводимых для представления величины l_{\max} .

Нахождение количества разрядов, затрачиваемых на представление вектора оснований полиадических чисел.

Количество разрядов b_{Λ} для представления вектора оснований Λ :

$$\Lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_m\}$$

полиадического числа определяется из условий:

- количество оснований равно количеству строк m массива L ;
- на представление каждого основания отводится равномерное количество разрядов;
- количество разрядов b_{λ_i} на представление одного основания λ_i с учетом

того, что

$$\lambda_i = \max_{1 \leq j \leq n} \{l_{ij}\} \leq l_{\max} + 1, \quad i = \overline{1, m},$$

равно

$$b_\lambda = \log_2 (l_{\max} + 1). \quad (3)$$

В соответствии с выражением (3) количество разрядов b_Λ равно

$$b_\Lambda = m \log_2 (l_{\max} + 1). \quad (4)$$

Формирование количества разрядов на представление последовательности кодов-номеров $N(j, \beta)$, образованных для массива длин межкадровых серий.

Количество разрядов $S_{j\beta}$, отводимое на представление кода-номера $N(j, \beta)$ β -го полиадического числа, полученного для j -го столбца, будет определяться из условия

$$S_{j\beta} = \log_2 W(j, \beta) + 1 = \log_2 \left(\prod_{\xi=1}^{m_{j\beta}} \lambda_\xi \right) + 1, \quad (5)$$

где $W(j, \beta)$ – накопленное произведение оснований элементов β -го полиадического числа, сформированного на основе элементов j -го столбца массива длин межкадровых серий; $m_{j\beta}$ – количество элементов j -го столбца массива длин серий L , содержащихся в β -м полиадическом числе, для которого формируется один код-номер; λ_ξ – основание ξ -го элемента β -го полиадического числа.

На основе разработанных выражений (1) – (5) обеспечивается формирование информационных частей пакета данных стандартов систем мобильной радиосвязи.

Вторым важным компонентом процесса формирования видеoinформационного механизма в стандартах систем мобильной радиосвязи является очередность заполнения пакета данных служебными и информационными частями кодовых комбинаций сжатого представления фрагмента изображения. Поскольку принято условие взаимоднозначного восстановления изображений на приемной стороне, то предлагается следующий порядок заполнения пакета данных:

1. Формируется кодовая комбинация b_{\min} , содержащая информацию о минимальном значении элемента массива длин межкадровых серий.

2. Образуется кодовая комбинация b_Λ , несущая информацию об элементах вектора Λ оснований полиадических чисел.

Информация о минимальном значении ℓ_{\min} и о элементах вектора Λ оснований полиадических чисел позволит определить на приемной стороне величины $m_{j\beta}$ и $W(j, \beta)$, где $\beta = \overline{1, q_m}$, а $j = \overline{1, n}$, для массива L . Данная информация является необходимой и достаточной для определения на приемной стороне границ кодов-номеров полиадических чисел. Поэтому информация о кодах-номерах $N(j, \beta)$ записывается в пакет данных в последнюю очередь.

3. Формируется последовательность кодовых комбинаций $S_{j\beta}$, задающих информацию о величинах $N(j, \beta)$.

Таким образом, разработан метод компактного представления изображений в стандартах систем мобильной радиосвязи. Данный метод обеспечивает определение очередности следования частей кодовых комбинаций сжатого представления фрагмента изображений, а также размеры и границы этих частей. При этом учитываются особенности формирования кодовых комбинаций сжатого представления фрагментов изображений на основе межкадрового полиадического кодирования с учетом формирования массивов длин межкадровых серий.

III. Аппаратная реализация метода сжатия изображений на основе межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий

Для разработки устройства кодирования изображений на основе межкадрового полиадического кодирования необходимо аппаратно реализовать следующие основные этапы сжатия:

1. Формирование кодов длин серий для последовательностей одинаковых элементов изображения.
2. Выявление длин серий и определение цветковых координат серий.
3. Осуществление сжатия изображений.
4. Формирование информационной части пакета данных стандартов СМР.
5. Формирование служебной части пакета данных стандарта СМР.
6. Упаковка пакета данных стандартов СМР.

В основу устройств формирования кодов длин серий поставлена задача создания такого устройства, которое позволяло бы кроме объединения последовательности элементов оцифрованного изображения (вдоль строки развертки) в серии осуществлять также синхронизацию по строкам в кадре изображения. Структурная схема предлагаемого устройства формирования кодов длин серий приведена на рис. 3.

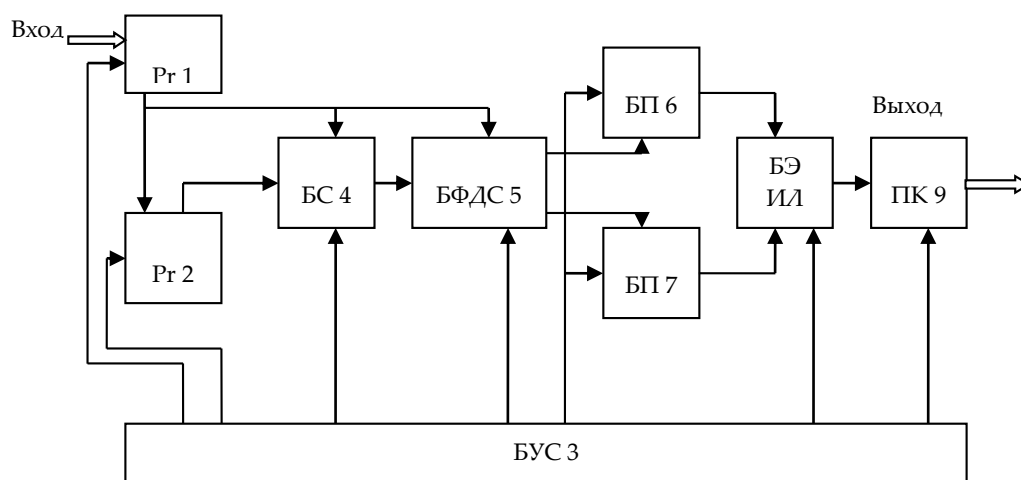


Рис. 3. Структурная схема формирователя кодов длин серий

Предложенное устройство содержит: регистры (Рг 1, Рг 2), предназначенные для хранения кода анализируемого (текущего) и опорного (предыдущего) элементов изображения. Блок управления синхронизации (БУС 3), обеспечивающий согласованную работу всех блоков устройства путем формирования и выдачи управляющих сигналов и тактовых импульсов на соответствующие входы блоков устройства. Блок сравнения (БС 4), предназначенный для поразрядного сравнения m -разрядных кодов текущего элемента с предыдущим и формирования на своем выходе единичного импульса в случае их несоответствия. Блок формирования кодов длин серий (БФКДС 5), предназначенный для формирования длин серий из элементов изображения, поступающих на его вход. Первый и второй блоки памяти (БП 6 и БП 7), предназначенные для записи, хранения и выдачи параметров серии (длины и функции параметра визуализации). Блок элементов или (БЭ ИЛИ 8), предназначенный для объединения выходов первого и второго блоков памяти. Преобразователь кода (ПК 9), предназначенный для преобразования информации из параллельного кода в последовательный, который поступает далее на вход кадровой памяти. Цифровой код записывается в блок кадровой памяти. Блок коммутации входа осуществляет коммутацию блока кадровой памяти с входом кодера.

Блок коммутации выхода проводит коммутацию выхода кодера с буферным запоминающим устройством (БЗУ). Кодер осуществляет сжатие оцифрованных изображений за счет формирования полиадических кодов для массивов длин серий. Блок выбора формата записи машинного слова (БВФЗМС) устанавливает размер машинного слова в зависимости от способа представления полиадических кодов-номеров, а также подключает (отключает) устройства кодера. Перед началом процесса сжатия задаются параметры кодера. Параметрами кодера являются значения максимальной длины серии ℓ_{\max} , количество строк m_{dc} , количество столбцов n_{dc} в массиве длин серий и количество сравниваемых кадров ν_k . Значения этих параметров устанавливаются через блок выбора параметров кодера (БВПК). Структурная схема устройства сжатия представлена на рис. 4.

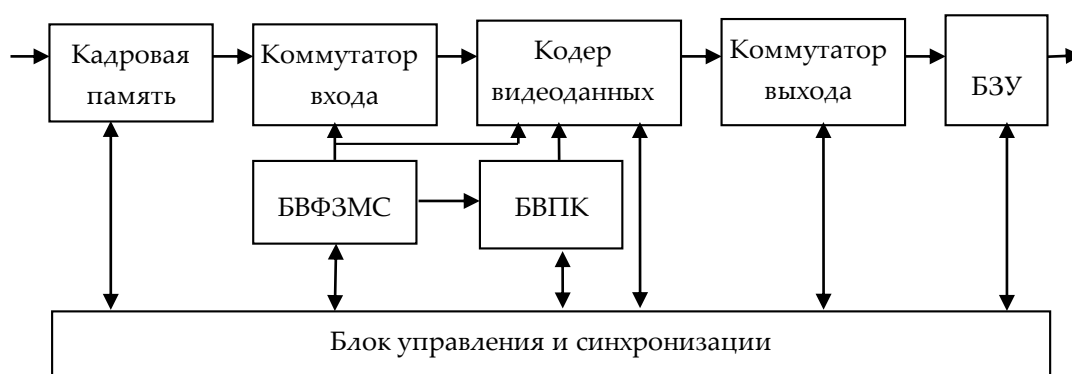


Рис. 4. Структурная схема устройства сжатия полиадическими кодами

Структурная схема кодера приведена на рис. 5. Блок выбора формата записи машинного слова устанавливает требуемый режим сжатия за счет подачи соответствующей кодограммы на блок выявления длин серий и регистр состояния кодера

(РСК). В регистре РСК осуществляется подключение выхода блока понижения диапазона длин серий (БПДДС) с входом соответствующего блока формирования полиадических кодов. Затем поступает информация от блока БВПК о параметрах кодирования. Значения параметров кодирования записываются в блок выявления длин серий (БВДС) и в выбранный блок формирования полиадических кодов. Если отсутствует сигнал о переполнении буфера, то по сигналу от блока БУС производится подключение выхода блока кадровой памяти к входу блока выявления длин серий. Блок выявления длин серий служит для определения текущего значения длины серии одинаковых элементов оцифрованного изображения.

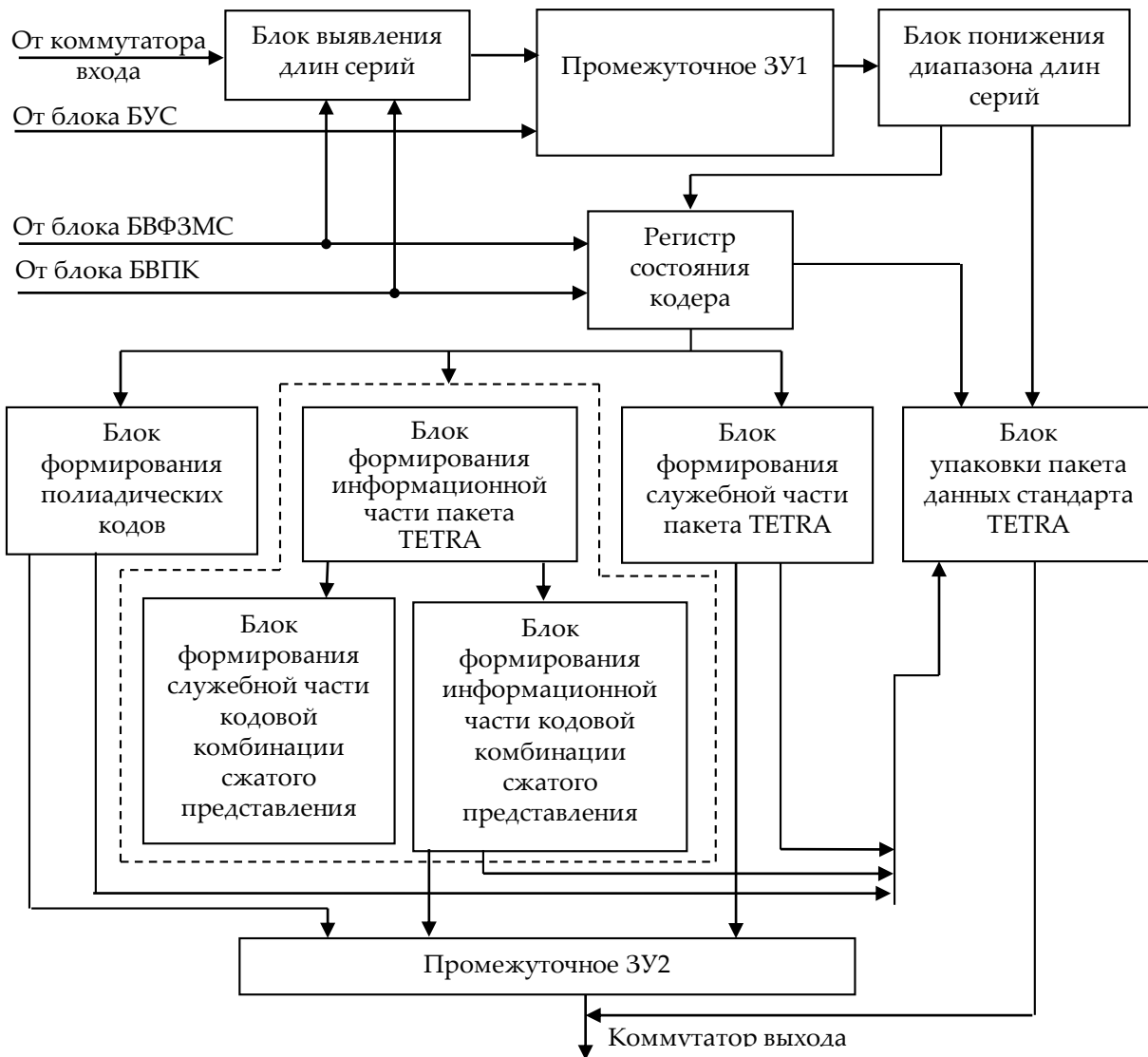


Рис. 5. Структурная схема кодера видеоданных

Процесс выявления длин серий завершается при наступлении хотя бы одного из трех событий:

- превышения значения ℓ_{\max} ;
- массив длин серий L с заданными размерами $m_{dc} \times n_{dc}$ сформирован;
- превышения значения v_k ;

–отсутствуют элементы изображения в кадровой памяти.

Пока не наступило третье событие, выявленные длины серий записываются в промежуточное ЗУ 1, которое служит для временного хранения длин серий одного массива. Когда массив длин серий образован для всех сравниваемых v_k кадров, осуществляется понижения диапазона в блоке БПДДС. В блок формирования полиадических кодов поступают длины серий с уменьшенным диапазоном для текущего массива L . В блоке формирования полиадических кодов для столбцов массивов длин серий образуются полиадические коды. По мере получения полиадические коды записываются в промежуточное ЗУ 2, которое служит для временного хранения кодов одного массива длин серий. После чего кодовые комбинации передаются в буферное запоминающее устройство (БЗУ).

Блок формирования информационной части пакета стандарта SMP предназначен для представления информации о цифровых координатах, основаниях полиадических чисел и минимальных значениях элементов в массивах длин серий.

Блок формирования служебной части пакета несет информацию о пакете РА (Power Amplifier), предназначенном для установки мощности излучения, синхропоследовательности SYNCH и защитном блоке, исключающем перекрытие соседних каналов.

IV. Оценка коэффициента сжатия видеоинформации

Для определения эффективности межкадрового полиадического представления необходимо оценить значение степени сжатия последовательности кадров. Значение коэффициента сжатия $k_{сж}$ находится по формуле:

$$k_{сж} = W_{исх} / W_{сж}, \quad (6)$$

где $W_{исх}$, $W_{сж}$ - цифровые объемы соответственно для исходного и сжатого последовательности кадров.

Объем $W_{сж}$ сжатого изображения для разработанного метода равен

$$W_{сж} = W_1 + W_2 + W_3, \quad (7)$$

где W_1 , W_2 , W_3 - объемы компактного представления соответственно массивов цветных координат, длин серий и служебной информации.

По условию межкадрового кодирования под каждый код отводится одинаковое количество разрядов, отсюда величины W_1 и W_2 находятся соответственно по формулам:

$$W_1 = v_{нк} W_{нцв}; \quad (8)$$

$$W_2 = v_{нк} W_{ндс}, \quad (9)$$

где $v_{нк}$ - количество кодовых комбинаций для всего сжатого изображения; $W_{нцв}$, $W_{ндс}$ - соответственно длина кодового представления столбца массивов цветных координат и длин серий.

Для режима представления кодовых комбинаций методом Бодо длины кодов $W_{n_{цв}}$ и $W_{n_{дс}}$ будут равны соответственно:

$$W_{n_{цв}} = \log_2 m(D_0); \quad (10)$$

$$W_{n_{дс}} = \log_2 m(H_0), \quad (11)$$

где $m(H_0)$, $m(D_0)$ – математическое ожидание значения накопленного произведения оснований полиадических чисел для массива длин серий L и массива цветовых координат C [3, 4].

Количество кодовых комбинаций $v_{нк}$ будет совпадать с количеством столбцов во всех массивах цветовых координат $v_{нк} = v n_{цв}$, где v – количество массивов цветовых координат во всем кадре, равное количеству массивов длин серий; $n_{цв}$ – количество столбцов в массиве цветовых координат.

$$v = Z_z \times Z_c / m_\ell m_{цв} n_{цв},$$

где m_ℓ – средняя длина серии одинаковых элементов в фрагменте изображения; Z_z , Z_c – соответственно количество строк и столбцов во всем изображении; $m_{цв}$ – количество строк в массиве цветовых координат.

В соответствии с формулами (3) – (4) величины W_1 и W_2 будут равны:

$$W_1 = v n_{цв} \log_2 m(D_0); \quad W_2 = v n_{цв} \log_2 m(H_0). \quad (12)$$

Подставив в формулы (12) выражения для математических ожиданий $m(D_0)$ и $m(H_0)$, получим соотношения для оценки объемов компактного представления массивов цветовых координат W_1 и длин серий W_2 :

$$W_1 = v n_{цв} \log \left\langle \left(\sum_{u=1}^{B-2} u \times \left(\left(\frac{u}{B} \right)^{n_{цв}} \right) - \left(\frac{u-1}{B} \right)^{n_{цв}} \right) + (B-1) \times \left(1 - \left(\frac{B-2}{B} \right)^{n_{цв}} \right) \right\rangle^{m_{цв}}, \quad (13)$$

где B – количество уровней яркости (для полутоновых изображений) или количество цветов (для цветных изображений); u – индекс массива длин серий L в последовательности массивов длин серий, сформированных для всего кадра.

$$W_2 = v n_{дс} \log_2 \left\langle \left(\sum_{u=1}^{\ell_{\max}-1} u R_u - R_{u-1} \right) + \ell_{\max} \times \left(1 - \left(\sum_{\xi=1}^{\ell_{\max}-1} q^{\xi-1} p \right) \right)^{n_{дс}} \right\rangle^{m_{дс}}, \quad (14)$$

где $n_{дс}$ – количество столбцов в массиве длин серий; $m_{дс}$ – количество строк в массиве длин серий; ℓ_{\max} – максимальная длина серии одинаковых элементов последовательности кадров изображений;

$$R_u = \left(\sum_{\xi=1}^u q^{\xi-1} p \right)^{n_{дс}},$$

где q – вероятность отсутствия цветового перепада; p – вероятность цветового перепада.

Значение объема служебной информации W_3 вычисляется по формуле

$$W_3 = \nu m_{dc} (\log_2 m(\lambda) + \log_2 m(\chi)), \quad (15)$$

где $\log_2 m(\lambda)$, $\log_2 m(\chi)$ – среднее количество разрядов, отводимое для одного основания полиадического числа соответственно массива длин серий и массива цветowych координат.

Подставив соотношения (13), (14) и (15) в формулу (6), получим выражение для вычисления коэффициента сжатия $k_{сж}$ последовательности изображений на основе межкадрового полиадического представления

$$k_{сж} = \frac{n_{dc} m_{dc} m[\ell] \log_2 B}{n_{dc} \log_2 m(H_0) + n_{dc} \log_2 m(D_0) + W_3 / \nu}, \quad (16)$$

где $n_{dc} m_{dc} m[\ell] \log_2 B$ – объем цифрового представления исходного изображения.

На основе расчетов, проведенных по формуле (16), получены графики зависимости значения коэффициента сжатия $k_{сж}$ от вероятности цветового перепада p в логарифмическом масштабе (рис. 6) для различных значений максимальной длины серии ℓ_{\max} и размеров массивов длин серий $m_{dc} \times n_{dc}$.

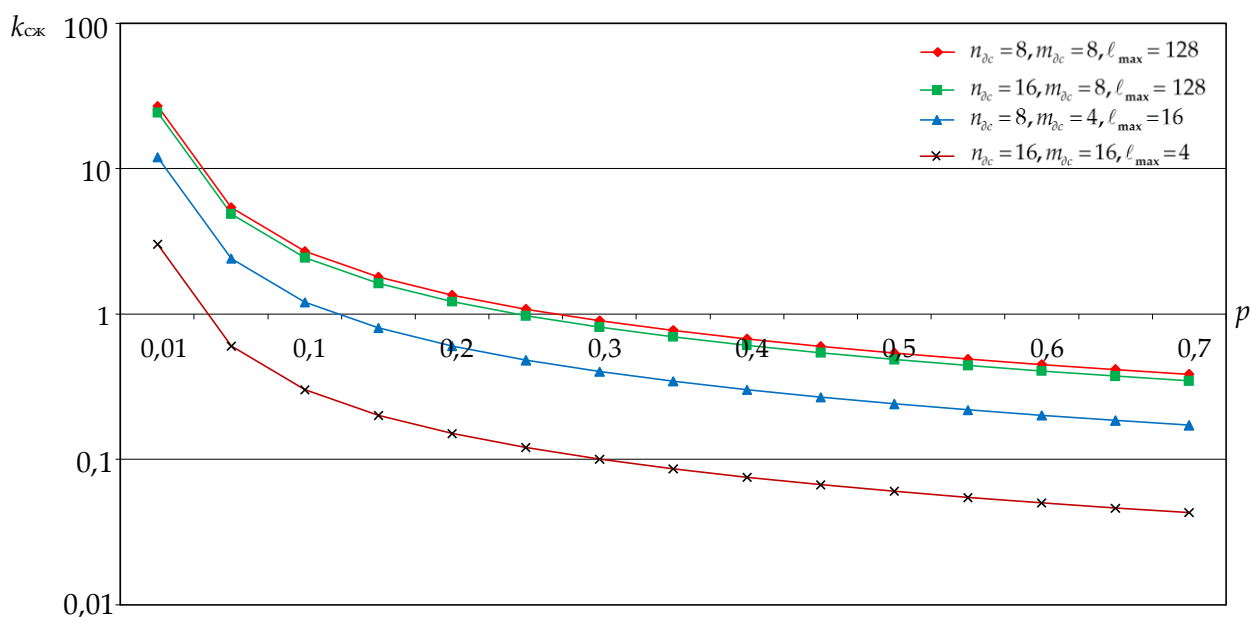


Рис. 6. График зависимости $k_{сж}$ от вероятности цветового перепада p

Анализ графиков на рис. 6 показывает, что для метода сжатия последовательности изображений на основе межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий наибольшая степень сжатия $k_{сж}$ находится в пределах от 2 до 30 в зависимости от степени насыщенности изображений, которая характеризуется вероятностью цветового перепада p , достигается при следующих значениях параметров: максимальная длина серии $\ell_{\max} = 128$, размеры массивов длин серий $m_{dc} \times n_{dc} = 8 \times 8$.

Графики зависимости значения коэффициента сжатия $k_{сж}$ от вероятности цветового перепада p для разработанного и существующих методов межкадрового сжатия приведены на рис. 7.

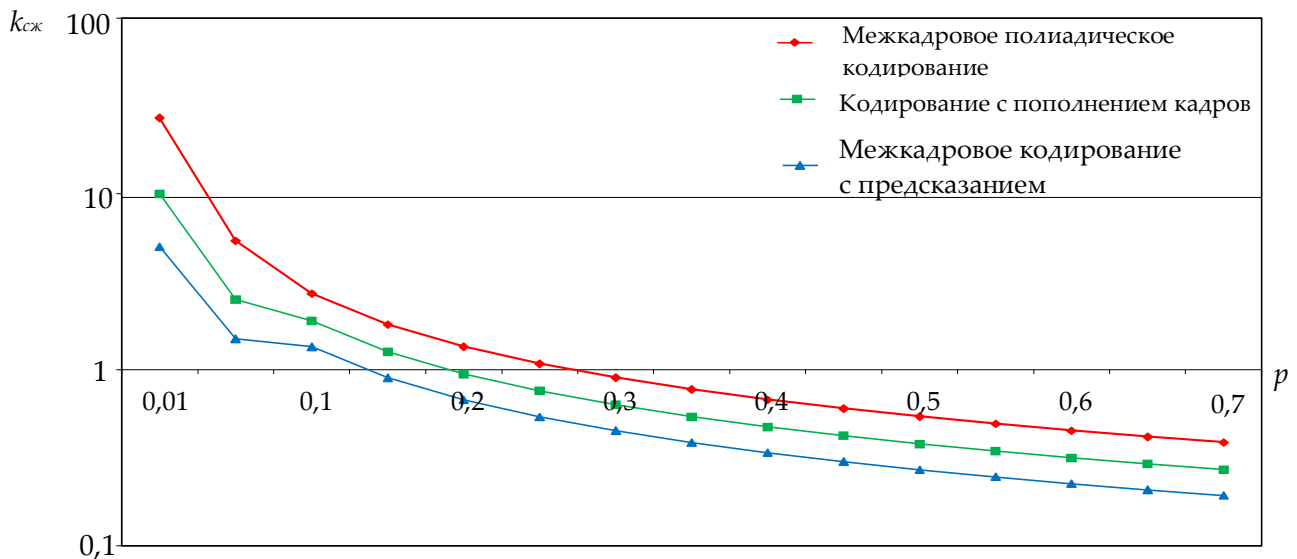


Рис. 7. Графики значений коэффициентов сжатия $k_{сж}$ для сравниваемых методов в зависимости от вероятности цветового перепада p

Выводы

В статье приведены основные этапы формирования информационной части пакета систем мобильной радиосвязи на примере использования стандарта TETRA, предложен метод оценки коэффициента сжатия последовательности изображений за счет их межкадрового кодирования с выявлением серий одинаковых элементов.

Проведен сравнительный анализ разработанного метода сжатия на основе полиадического кодирования массивов длин серий и существующими методами по степени сжатия. Анализ полученных результатов показал, что значения коэффициентов сжатия для разработанного метода превышают максимальную границу эффективности сжатия изображения длинами серий (полученную теоретическим путем для случая поэлементного представления длин серий) от 1,35 раз до 1,7 раз. Это объясняется тем, что полиадические коды являются блочными. Блочное кодирование длин серий является более эффективным, чем поэлементное кодирование длин серий.

Также установлено, что в зависимости от степени насыщенности изображения, значения коэффициента сжатия для разработанного метода находятся в пределах от 1,4 до 27, что в среднем в 2,5 раза превышает значения, полученные для существующих методов на основе кодирования с пополнением кадров и межкадрового кодирования с предсказанием.

Разработана техническая реализация процесса сжатия изображений путем полиадического кодирования массивов длин серий.

Список литературы:

1. Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи. Серия изданий «Связь и бизнес». - М.: МЦНТИ, ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 166 с.
2. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 302 с.
3. Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В. Метод компактного представления изображений в стандарте TETRA // АСУ и приборы автоматики. – 2007. – Вып. 35 – С. 86 – 91.
4. Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В. Межкадровое полиадическое кодирование изображений с выявлением серий одинаковых элементов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2007. – Вып.34. – С. 136 – 140.
5. Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В. Метод межкадрового полиадического восстановления видеоданных в стандарте TETRA // Системы обработки информации. – 2007. – Вып. 1(59). – С. 9 – 12.
6. Storer J.A. Data Compression: Methods and Theory. – Rockville, Md. Computer Science Press, 1988. – 413 p.
7. Nelson M. The Data Compression Book. - NewYork: M&T Publishing, 1996. – 557 p.