

УДК 621.327:681.5

БАРАННИК В.В., д.т.н., професор,  
РЯБУХА Ю.Н., кандидат технічних наук, соискатель,  
КОМОЛОВ Д.И., соискатель (ХУВС ім. І. Кожедуба)

## Методология селективной защиты видеопотока по базовым кадрам

В данной статье проведен анализ основных характеристик видеопотока при различных вариантах закрытия для поиска наилучшего метода закрытия видеoinформационного ресурса в ведомственных телекоммуникационных системах. Представлены результаты экспериментов по восстановлению разностного кадра при зашифрованном базовом кадре с учетом различных пиковых отношений сигнал/шум и коэффициентов степени сжатия. Разработана методологическая база для расчета битовой скорости сжатого представления видеокadra с учетом пикового отношения сигнал/шум и коэффициентов степени сжатия. Представлен график разницы битовой скорости исходного сжатого представления видеокadra и его закрытого сжатого представления с учетом различных пиковых отношений сигнал/шум.

**Ключевые слова:** видеокادر, группа кадров, объем кадра, коэффициент степени сжатия, пиковое отношение сигнал/шум, средненасыщенное изображение, селективное шифрование.

### Введение

По прогнозам корпорации Cisco к 2017 году мультимедиа данные будут занимать 60 % мирового трафика, большую часть из них будут занимать видеопотоки реального времени (online-трансляции, видеоконференции), которые будут передаваться по беспроводным каналам связи. Из-за ограниченной пропускной способности беспроводных сетей возникает необходимость в сжатии передаваемых видеоданных.

В ведомственных телекоммуникационных системах сегодня происходит активное внедрение различных мультимедийных сервисов и услуг (защищенные системы видеоконференцсвязи, трансляции потокового видео и т.д.). Для этих систем является актуальными проблемы по обеспечению [1 - 3]:

- качественного видеoinформационного обеспечения;
  - конфиденциальности (скрытие информации от неавторизированных пользователей);
  - целостности (предотвращение возможности изменения информации);
  - оперативности доставки видеоданных.
- Существуют различные технологии и решения, которые применяются для защиты видеоданных. Однако применяемые методы обладают такими недостатками как:
- закрытие видеопотока происходит не в он-лайн режиме;
  - ограничения, накладываемые на

производительность вычислительных систем, не позволяют применять современные методы сжатия и шифрования;

– объем закрытых видеоданных зачастую значительно превышает объем исходных.

Процесс шифрования может быть реализован на разных этапах формирования, обработки и передачи видеоданных (рис. 1), а именно:

- 1) до сжатия видеопотока;
- 2) после того, как сформировано компрессионное представление видеоданных;
- 3) в процессе сжатия.

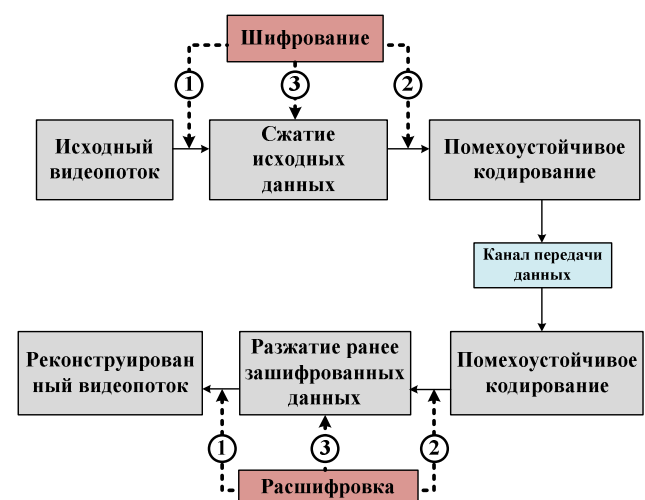


Рис. 1. Структурно-функциональная схема обработки видеоданных в инфокоммуникациях с возможными вариантами применения алгоритмов шифрования

Процесс обработки и закрытия видеопотока в ведомственных телекоммуникационных системах определяется следующими показателями:

1. Время обработки и передачи  $T_{\text{опд}}$ , которое определяется как

$$T_{\text{опд}} = T_{\text{шд}} + T_{\text{сд}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{пшс}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{шд}}$  – время шифрования видеопотока;

$T_{\text{сд}}$  – время на сжатие видеопотока;

$T_{\text{пк}}$  – время, затраченное на помехоустойчивое кодирование;

$T_{\text{пшс}}$  – время передачи шифрованного компактно представленного видеопотока по инфокоммуникационным системам.

2. Качество видеоинформационного ресурса, которое имеет основной критерий оценки – пиковое отношению сигнал/шум PSNR :

$$\text{PSNR} = 20 \log \left( \frac{I_{\text{max}}}{\text{MSE}} \right), \quad (2)$$

где  $I_{\text{max}} = 255$  – максимальное значение 8-битного сигнала;

MSE – среднеквадратические отклонение, которое определяется как

$$\text{MSE} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [a_{i,j} - a'_{i,j}]^2, \quad (3)$$

где  $a_{i,j}$  – исходное изображение;

$a'_{i,j}$  – восстановленное изображение.

3. Степень закрытия видеопотока

$$\text{MSE}_{\text{несанкц}} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [a_{i,j} - a'_{i,j}]_{\text{несанкц}}^2, \quad (4)$$

где  $\text{MSE}_{\text{несанкц}}$  – среднеквадратическое отклонение при несанкционированной попытке восстановления видеоинформационного ресурса.

4. Время обработки, которое включает в себя процессы шифрования и сжатия.

Время  $T_{\text{шд}}^{(1)}$  шифрования исходного видеопотока рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шд}}^{(1)} = \frac{\partial(N; R_k; G_k)_{\text{ш}}^{(r)}}{S_{\text{вк}}}, \quad (5)$$

где  $S_{\text{вк}}$  – производительность вычислительного комплекса, оцениваемая как количество операций в секунду;

$\partial(N; R_k; G_k)_{\text{ш}}^{(r)}$  – количество операций на шифрование, которое зависит от используемого алгоритма  $r$  шифрования.

Время на сжатие  $T_{\text{сшд}}^{(1)}$  шифрованного видеопотока рассчитывается по формуле

$$T_{\text{сшд}}^{(1)} = \frac{\partial(V_{\text{шд}})_{\text{сж}}^{(\alpha)}}{S_{\text{вк}}}, \quad (6)$$

где  $\partial(V_{\text{шд}})_{\text{сж}}^{(\alpha)}$  – количество операций сжатия, которое зависит от используемого алгоритма  $\alpha$  сжатия.

Вариант с шифрованием исходных данных до сжатия обладает следующими недостатками [4; 5]:

– не учитывается сокращение избыточности в исходных видеоданных;

– после сжатия происходит увеличение первоначального объема видеоданных в результате разрушения структуры видеопотока за счет предварительного шифрования, это описывает следующее неравенство:

$$V_{\text{сшд}}^{(1)} > V_{\text{сид}}, \quad (7)$$

где  $V_{\text{сид}}$  – объем сжатого представления исходного видеопотока;  $V_{\text{сшд}}^{(1)}$  – объем компактно представленный зашифрованных видеоданных;

– увеличение объема сжатого представления шифрованных видеоданных влечет за собой увеличение времени  $T_{\text{псш}}^{(1)}$  на передачу этих данных в канале связи, что описано неравенством

$$T_{\text{псш}}^{(1)} > T_{\text{псд}}, \quad (8)$$

где  $T_{\text{псд}}$  – время передачи сжатого представления исходного видеопотока.

Вариант с применением шифрования к уже сжатым видеоданным позволяет сократить предварительную избыточность исходного видеопотока и снизить время на шифрование. Он

обеспечивает высокий уровень закрытия информации, но при этом обладают существенными недостатками:

– при ошибках в канале связи происходит размножение ошибок;

– криптографической обработке подлежит вся видеoinформация, из-за чего увеличивается суммарное время обработки формируемых видеоданных на передающей стороне и время обработки видеоданных на принимающей стороне.

Поэтому для устранения недостатков предлагается использовать вариант, в котором данные закрываются в процессе их сжатия – селективный подход. Такая реализация (рис. 2) применяется в случаях обработки и передачи данных в системах реального времени (например, ВКС, где возможна дополнительная программная и аппаратная интеграция в видеокодек). Для такого варианта сжатие и шифрование выполняются для исходных данных по мере поступления их на обработку [6].

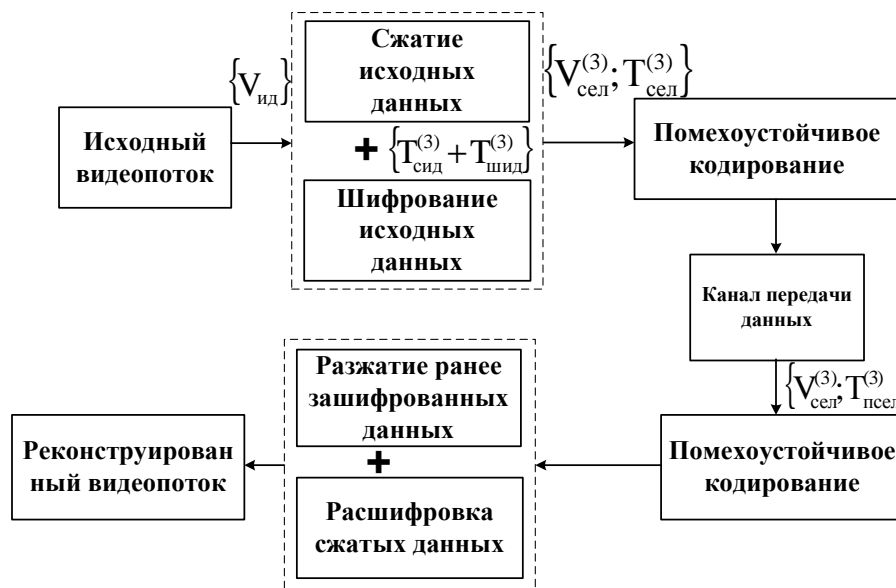


Рис. 2. Структурно-функциональная схема обработки данных в инфокоммуникациях с применением алгоритмов шифрования в процессе сжатия (селективный подход)

В процессе формирования компактного описания видеоданных достигается повышение информативности передаваемых конструкций и сокращение первоначального объема. Это позволяет:

– устранить избыточность, которая свойственна любому открытому тексту, а следовательно, снизить количество сведений, которые могут использоваться при криптоанализе;

– снизить время шифрования за счет уменьшения длины обрабатываемых сообщений.

Из общей структуры видеопотока следует то, что объем  $V_{сел}^{(3)}$  обрабатываемых данных с применением селективного подхода шифрования будет больше объема сжатых исходных данных, но меньше исходных видеоданных

$$V_{сид} < V_{сел}^{(3)} < V_{ид} \quad (9)$$

Также объем  $V_{сел}^{(3)}$  обрабатываемых данных с применением селективного шифрования будет больше

зашифрованных сжатых исходных данных и меньше сжатых зашифрованных видеоданных из-за внедрения алгоритмов шифрования

$$V_{сид}^{(1)} > V_{сел}^{(3)} > V_{шсд}^{(2)} \quad (10)$$

Рассмотрев вышеизложенный материал, можно сделать вывод о том, что селективный подход обладает рядом преимуществ при закрытии и передаче видеоданных, а именно:

– время  $T_{сел}$  на обработку и передачу видеоданных с применением селективного шифрования затрачивается меньше, чем при шифровании до процедуры сжатия  $T_{обр}^{(1)}$

$$T_{сел} < T_{обр}^{(1)} \quad (11)$$

– объем данных с применением селективного шифрования будет меньше объема данных, которые сначала шифруются, а потом сжимаются

$$V_{\text{сел}} < V_{\text{сжд}}^{(1)} \quad (12)$$

В то же время в селективном подходе существуют такие недостатки:

– время на передачу видеоданных затрачивается больше, чем при шифровании после процедуры сжатия

$$T_{\text{сел}} < T_{\text{обр}}^{(2)} \quad (13)$$

– объем поступающих в канал связи видеоданных больше, чем объем данных, которые сначала сжимаются, а потом шифруются

$$V_{\text{сел}} > V_{\text{сжд}}^{(2)} \quad (14)$$

Внедрение алгоритмов шифрования в процессе сжатия способствует ухудшению коэффициента сжатия  $K$ . Результатом этого является увеличение объема поступающих в канал передачи видеоданных

$$K_{\text{сел}} < K_{\text{исх}} \quad (15)$$

Реализация селективного подхода шифрования возможна на различных уровнях формирования MPEG-потока. Иерархия потока выделяет несколько уровней: собственно сам видеопоток (sequence), группа кадров (GOP – Group Of Pictures), слайс (slice), макроблок (macroblock) и блок (block).

Поэтому предлагается закрывать только базовый I-кадр для уменьшения объема шифрованных сжатых видеоданных.

Еще не проводились исследования по определению необходимого типа и количества кадров, подлежащих закрытию, для обеспечения достаточного скрытия видеопотка. Также отсутствуют исследования по изменению объема видеоданных в результате применения такого метода закрытия видеопотока.

Таким образом, **целью статьи** является разработка методологии селективной защиты видеопотока по базовым кадрам.

### Основная часть

Принцип работы видеопотока основан на последовательном построении цепочки видеок кадров разного типа. Под типом кадров видеопотока подразумевается способ кодирования и хранения информации об очередном кадре, отличающемся друг от друга наличием или отсутствием зависимостей

этого кадра от предыдущего и последующего.

Видеокадр разбивается на квадратные макроблоки, и тип ссылки для каждого из макроблоков определяется индивидуально, однако с ограничением, заданным типом всего кадра:

- I-кадры (intra) называются ключевыми (keyframes) или «базовыми» и содержат только независимо сжатые макроблоки;

- P-кадры (predicted) называются «разностными» и могут содержать как независимо сжатые макроблоки, так и макроблоки со ссылкой на другой I- или P-кадр;

- B-кадры (bi-predicted) – «двунаправленные», «обратные» кадры могут содержать следующие макроблоки: независимые, со ссылкой на один кадр или со ссылкой на 2 кадра. B-кадры ссылаются на ближайшие I-, P- или B-кадры.

Наиболее часто используются сложные последовательности кадров, которые обеспечивают более сильное сжатие видео. Например, она может быть такой: IBVRBVRB или IBVRBVRBVRBVRBVRBVRBVRB, или иной в зависимости от алгоритма сжатия. Базовой схемой построения MPEG-видеопотока является последовательность групп кадров, состоящих из 8 или 12 кадров и имеющих вид IBVRBVRB (1 I-кадр, 2 P-кадра, 5 B-кадров) или IBVRBVRBVRB (1 I-кадр, 3 P-кадра, 8 B-кадров). Количество кадров  $N_{\text{гк}}$  в группе кадров можно описать следующим образом:

$$N_{\text{гк}} = N_{\text{I}} + N_{\text{P}} + N_{\text{B}} \quad (16)$$

где  $N_{\text{I}}$  – количество I-кадров в группе кадров;

$N_{\text{P}}$  – количество P-кадров в группе кадров;

$N_{\text{B}}$  – количество B-кадров в группе кадров.

До сжатия все кадры в группе кадров имеют одинаковый объем, так как он зависит от глубины цвета  $G_{\text{k}}$  – количества бит, используемых для кодирования цвета пикселя, и размера изображения  $R_{\text{k}}$  – количества пикселей в кадре. Поэтому имеет место равенство

$$V_{\text{k}} = V_{\text{I}} = V_{\text{P}} = V_{\text{B}} \quad (17)$$

где  $V_{\text{k}}$  – объем видеок кадра;

$V_{\text{I}}$  – объем I-кадра;

$V_{\text{P}}$  – объем P-кадра;

$V_{\text{B}}$  – объем B-кадра.

Наиболее значимым является I-кадр, так как в нем содержится максимальный объем несжатой

інформации, и кадры других типов содержат до 70 % ссылок на него. *Поэтому к дальнейшему рассмотрению предлагается совершать все манипуляции с I-кадром.*

Были проведены экспериментальные исследования по шифрованию алгоритмом ГОСТ базового кадра. Брался I-кадр с различным качеством (34 %, 67 %, 100 %), разными значениями пикового отношения

сигнал/шум и коэффициентами степени сжатия, который подвергался шифрованию алгоритмом ГОСТ после квантования (в процессе сжатия). После чего предпринимались попытки восстановления его дифференцированного представления (B-кадра) при закрытом базовом I-кадре. Результаты экспериментов представлены на рис. 3, 4, 5.



Рис. 3. Восстановление дифференцированного представления базового кадра при зашифрованном базовом с качеством 34%,  $\kappa = 2.1086$ , PSNR = 6.0912



Рис. 4. Восстановление дифференцированного представления базового кадра при зашифрованном базовом с качеством 67%,  $\kappa = 2.0557$ , PSNR = 6.1062



Рис. 5. Восстановление дифференцированного представления базового кадра при зашифрованном базовом с качеством 100%,  $\kappa = 1.6328$ , PSNR = 6.1798.

Из выше представленных рисунков видно, что происходит полное разрушение фона изображения, а разрушение наиболее значимых объектов происходит за счет размытия их контуров. В целом видно, что только при закрытии базового I-кадра обеспечивается достаточная конфиденциальность всего видеопотока.

Однако с усовершенствованием оборудования по захвату и воспроизведению видео повышаются требования и к качеству передаваемых от источника к получателю видеоданных. Современные устройства воспроизведения имеют большие диагонали экранов и позволяют проигрывать видео в таких форматах как Full HD (1920×1080 точек), 2k (2048×1556 точек) и 4k (4096×3112 точек). Видеопотоки с таким разрешением имеют огромный объем и их трансляция невозможна при современных скоростях в каналах передачи данных. Поэтому необходимо оценить степень

увеличения битовой скорости в результате закрытия базового I-кадра.

Объем сжатого представления  $V_{гк}$  группы кадров будет состоять из суммы объемов сжатого представления кадров всех типов, и будет иметь вид

$$V_{гк} = V_{I,\Sigma} + V_{P,\Sigma} + V_{B,\Sigma}, \quad (18)$$

где  $V_{I,\Sigma}$  – суммарный объем сжатого представления I-кадров в группе кадров;

$V_{P,\Sigma}$  – суммарный объем сжатого представления P-кадров в группе кадров;

$V_{B,\Sigma}$  – суммарный объем сжатого представления B-кадров в группе кадров.

Объем сжатых видеоданных зависит от коэффициента сжатия, который является основной характеристикой алгоритма сжатия и определяется как отношение объема исходных несжатых данных к объему сжатых, то есть

$$K = \frac{V_{ид}}{V_{сж}}, \quad (19)$$

где  $K$  – коэффициент сжатия;

$V_{ид}$  – объем исходных видеоданных;

$V_{сж}$  – объем сжатых видеоданных.

Таким образом, чем выше коэффициент сжатия, тем алгоритм эффективнее. Следует отметить, что

если  $K=1$ , то алгоритм не производит сжатия, то есть выходные данные оказываются по объему равными входными;

если  $K<1$ , то алгоритм порождает данные большего размера, нежели несжатые, то есть, совершает не эффективную работу.

Коэффициент сжатия для кадров разных типов будет различным из-за использования разных технологий компрессии. Соответственно коэффициент сжатия  $K_I$  для I-кадров будет самым низким из-за их большой насыщенности,  $K_I \rightarrow 1$ . Коэффициент сжатия  $K_P$  для P-кадров выше, чем для I-кадров, но меньше, чем для B-кадров. Коэффициент сжатия  $K_B$  для B-кадров будет самым высоким из-за меньшей степени квантизации и формата цветового представления.

Объем сжатого представления для кадра, в зависимости от его типа, будет иметь следующий вид:

$$V_{гк}^{сж} = V_{I,\Sigma}^{сж} + V_{P,\Sigma}^{сж} + V_{B,\Sigma}^{сж} = N_I \cdot V_I^{сж} + N_P \cdot V_P^{сж} + N_B \cdot V_B^{сж}, \quad (23)$$

$$V_{гк}^{сж} = \sum_{I} \frac{V_I}{K_I} + \sum_{P} \frac{V_P}{K_P} + \sum_{B} \frac{V_B}{K_B} = N_I \cdot \frac{V_I}{K_I} + N_P \cdot \frac{V_P}{K_P} + N_B \cdot \frac{V_B}{K_B}. \quad (24)$$

С учетом выражений того, что исходные объемы всех кадров равны (12), формула для определения объема  $V_{гк}^{сж}$  сжатого представления группы кадров будет иметь вид

$$V_{гк}^{сж} = V_k \left( \frac{N_I}{K_I} + \frac{N_P}{K_P} + \frac{N_B}{K_B} \right). \quad (25)$$

$$V_I^{сж} = \frac{V_I}{K_I}, \quad V_P^{сж} = \frac{V_P}{K_P}, \quad V_B^{сж} = \frac{V_B}{K_B}, \quad (20)$$

где  $V_I^{сж}$  – объем сжатого представления I-кадра;

$V_P^{сж}$  – объем сжатого представления P-кадра;

$V_B^{сж}$  – объем сжатого представления B-кадра;

$K_I$  – коэффициент сжатия для I-кадров;

$K_P$  – коэффициент сжатия для P-кадров;

$K_B$  – коэффициент сжатия для B-кадров.

Суммарный объем сжатого представления кадров в группе кадров будет иметь вид

$$V_{I,\Sigma}^{сж} = N_I \cdot V_I^{сж}, \quad V_{P,\Sigma}^{сж} = N_P \cdot V_P^{сж}, \quad V_{B,\Sigma}^{сж} = N_B \cdot V_B^{сж}, \quad (21)$$

где  $V_{I,\Sigma}^{сж}$  – суммарный объем сжатого представления I-кадра в группе кадров;

$V_{P,\Sigma}^{сж}$  – суммарный объем сжатого представления P-кадра в группе кадров;

$V_{B,\Sigma}^{сж}$  – суммарный объем сжатого представления B-кадра в группе кадров.

Эти формулы, с учетом выражения (15), будут иметь вид:

$$V_{I,\Sigma}^{сж} = N_I \cdot \frac{V_I}{K_I}, \quad V_{P,\Sigma}^{сж} = N_P \cdot \frac{V_P}{K_P}, \quad V_{B,\Sigma}^{сж} = N_B \cdot \frac{V_B}{K_B}. \quad (22)$$

С учетом выражений (20), (21), (22), формула для определения объема  $V_{гк}^{сж}$  сжатого представления группы кадров будет иметь вид:

Для определения влияния потерь на степень сжатия базового I-кадра в группе кадров необходимо рассчитать его объем в группе кадров. В процентном соотношении  $V_I^{сж\%}$  объем сжатого представления I-кадров в группе кадров с учетом выражения (24), (25) имеет вид

$$V_I^{сж\%} = \frac{V_{I,\Sigma} \cdot 100\%}{V_{гк}} = \frac{N_I \cdot \frac{V_I}{K_I} \cdot 100\%}{N_I \cdot \frac{V_I}{K_I} + N_P \cdot \frac{V_P}{K_P} + N_B \cdot \frac{V_B}{K_B}} \quad (26)$$

С учетом выражения (12) и количества I-кадров в группе кадров  $N_I = 1$ , выражение (26) будет иметь вид

$$V_I^{сж\%} = \frac{100\%}{1 + \frac{K_I}{K_P} N_P + \frac{K_I}{K_B} N_B}, \quad (27)$$

где  $1 > \frac{K_I}{K_P} > \frac{K_I}{K_B}$ .

Данное выражение для группы из 8 кадров будет иметь вид

$$V_{I(8)}^{сж\%} = \frac{100\%}{1 + 2 \frac{K_I}{K_P} + 5 \frac{K_I}{K_B}} \quad (28)$$

С учетом зависимости  $K$  коэффициентов степени сжатия от SNR пикового отношения сигнал/шум для реалистических изображений (табл. 1) объем  $V_I^{сж\%}$  сжатого представления I-кадров в  $V_{гк}$  группе из 8 кадров будет иметь значения, указанные на графике (рис. 6).

Из выражения (25) видно, что суммарный объем конкретного типа кадров в группе кадров зависит от их количества в группе кадров и от коэффициента сжатия, и не зависит от объема этих кадров.

В табл. 1 указаны коэффициенты сжатия для реалистического средненасыщенного кадра без учета компенсации движения при определенных значениях пикового отношения сигнал/шум.

Таблица 1  
Зависимость коэффициента степени сжатия  $K$  от пикового отношения сигнал/шум PSNR для реалистических изображений средней насыщенности

	Пиковое отношение сигнал/шум, PSNR (дБ)						
	50	45	40	35	30	25	23
Коэффициент степени сжатия, $K$	1,3	2,1	2,9	4,5	6,8	16	28

Так как при больших отношениях сигнал/шум возрастает погрешность, то для расчета коэффициента сжатия будут использоваться следующие значения:

– для определения коэффициента сжатия  $K_I$  I-кадров будет использоваться пиковое отношение сигнал/шум  $PSNR = 50;45;40$  дБ;

– для определения коэффициента сжатия  $K_P$  P-кадров будет использоваться пиковое отношение сигнал/шум  $PSNR = 40;35;30$  дБ;

– для определения коэффициента сжатия  $K_B$  B-кадров будет использоваться пиковое отношение сигнал/шум  $PSNR = 30;25;23$  дБ.

В процессе шифрования разрушается структура формирования видеокadra, поэтому алгоритм компрессии JPEG не производит сжатия и является неэффективным. В таком случае исходные данные оказываются по объему равными сжатым, тогда коэффициент сжатия  $K=1$ . Следовательно, объем зашифрованного сжатого представления видеокadra будет больше исходного сжатого представления видеокadra. На рис. 6 представлен сравнительный график зашифрованного сжатого и исходного сжатого представления видеокadra в зависимости от пикового значения сигнал/шум.

### Вывод

Создана методологическая база селективного скрытия видеопотока в условиях ограничений на битовые скорости представления видеокadra и группы кадров. Здесь учитываются зависимости битовой скорости скрытого видеопотока в условиях доставки в реальном времени от коэффициентов сжатия и пикового отношения сигнал/шум.

Исследования показали, что объем базовых I-кадров занимает от 20 % до 60 % всего объема видеопотока в зависимости от пиковых отношений сигнал/шум. Также наглядно представлено разрушение P-кадров при попытке их восстановления в случае закрытия I-кадра. Это указывает на то, что I-кадр значимо влияет на остальные кадры в группе. При закрытии базового кадра разрушается вся цепочка видеопотока. Таким образом, закрыв около от 20 % до 60 % видеоданных, достигается скрытие 100 % передаваемой информации. При этом достигается экономия времени на обработку и передачу видеоданных.

Полученные результаты показали, что в результате закрытия базового I-кадра, его объем увеличивается на 6-30 % в зависимости от пикового отношения сигнал/шум. При высоком качестве исходного видеопотока, разница между объемом сжатых и закрытых сжатых видеоданных не значительна. Поэтому, селективный подход с закрытием базового

I-кадра следует рассматривать для дальнейшего применения в ведомственных телекоммуникационных системах для обеспечения целостности,

конфиденциальности и оперативной доставки высококачественных видеoinформационных ресурсов.

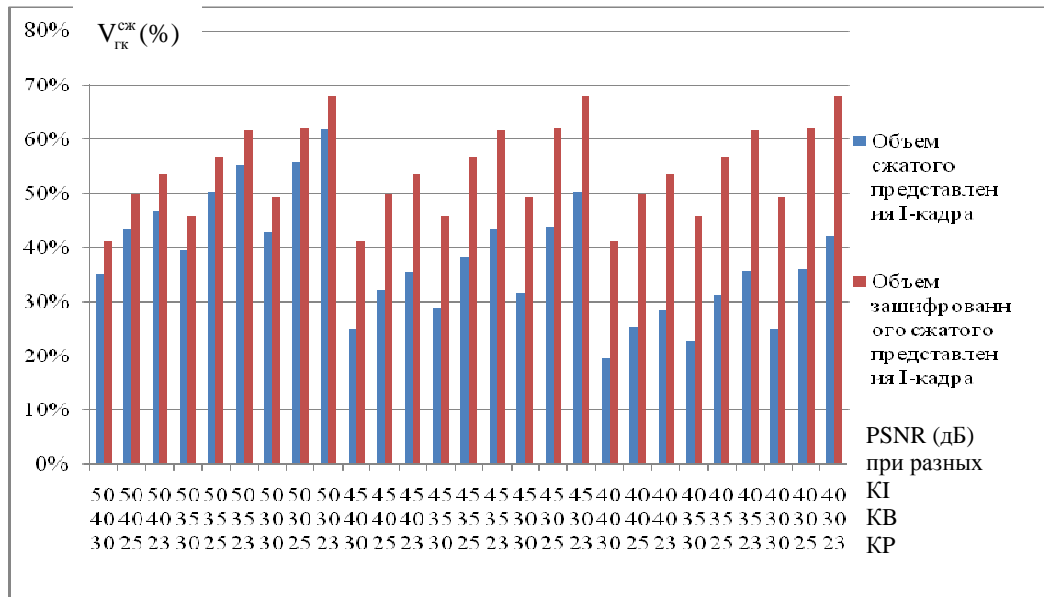


Рис. 6. Объем зашифрованного сжатого и исходного сжатого представления I-кадра в группе кадров из 8 видеокadres в зависимости от пикового отношения сигнал/шум для средненасыщенных изображений

**Список литературы**

1. Методологическая база для управления битовой скоростью видеопотока в процессе компрессии / [В.В. Баранник, Р.В. Сафронов] // Праці УНДІРТ. – 2013.
2. Обоснование необходимости контроля битовой скорости видеопотока в телекоммуникационных сетях. / [В.В. Баранник, Р.В. Сафронов] // "Сучасна спеціальна техніка". – 2013.
3. Rate Control and H.264. Режим доступа: [http://www.pixeltools.com/rate\\_control\\_paper.html](http://www.pixeltools.com/rate_control_paper.html).
4. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. / Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В.// М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002.
5. Цифровая обработка изображений./ Р. Гонсалес, Р. Вудс.// М.: Техносфера, 2006 г. 1072 с.
6. Алгоритм сжатия цифровых изображений с использованием синтезированного базиса на каждой ступени вейвлет-пакетного разложения / Кириллов С. Н. Косткин И. В.// Доклады 10-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применение» Москва, 2008. Т.2. С. 480-483.ЦОС.

**Баранник В.В., Рябуха Ю.М., Комолов Д.І. Методологія селективного захисту відеопотоку за базовими кадрами.** У даній статті проведено аналіз основних характеристик відеопотоку при різних варіантах закриття для пошуку найкращого методу закриття відеоінформаційного ресурсу у відомчих телекомунікаційних система. Представлені результати експериментів з відновлення різнітного кадру при зашифрованому базовому кадрі з урахуванням різних пікових відносин сигнал/шум і коефіцієнтів ступеня стиснення. Розроблено методологічна база для розрахунку бітової швидкості стисненого подання відеокадру з урахуванням пікового відношення сигнал/шум і коефіцієнтів ступеня стиснення. Представлений графік різниці бітової швидкості вихідного стиснутого представлення відеокадру і його закритого стислого представлення з урахуванням різних пікових відносин сигнал/шум.  
**Ключові слова:** відеокадр, група кадрів, обсяг кадру, коефіцієнт ступеня стиснення, пікове відношення сигнал/шум, середньонасичене зображення, селективне шифрування.



**Barannik V. V., Ryabukha Yu. M., Komolov D. I.**

**Methodology of discriminating protection of video stream according to base frames.**

The analysis of main features of a videostream different variants of shutdown to find the best method of video information resource in departmental telecommunication systems has been given in the article. The results of the experiments on the reconstruction of differential frame with coded base frame taking into account different peak signal/noise ratios and compression indices have been presented. Methodological database for the calculation of a bit rate of the compressed presentation of a video frame taking into account peak signal/noise ratios and compression indices has been developed. A graph of difference between a bit rate of an initial compressed presentation of a video frame and its shutdown compressed presentation taking into account different peak signal/noise ratios has been presented.

**Key words:** video frame, a group of frames, frame size, the degree of compression ratio, peak signal/noise ratio, the image is of medium intensity, selective encryption.

Рецензент доктор технических наук, профессор Безрук В.М. (Харьковский национальный университет радиозлектроники)

*Поступила 23.10.2014г.*