

УДК 621.39

БАРАННИК В.В., д.т.н., профессор (Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени И. Кожедуба),  
 ШУЛЬГИН С.С., аспирант (Черкасский государственный технологический университет),  
 КОРОЛЁВА Н.А., к.т.н., доцент (Украинский государственный университет железнодорожного транспорта)

## Концептуальный базис эффективного синтаксического представления слотов Р-кадров в градиентном пространстве локально-структурных ограничений

*Проводится обоснование необходимости обеспечения безопасности видеоинформационных ресурсов в системе объективного контроля и управления стратегически значимыми объектами. Показывается возможность повысить доступность и целостность видеоинформации путем эффективного кодирования последовательности кадров для видеопотока. Обосновывается важность вопроса относительно интегрирования процессов эффективного кодирования в базовые системы обработки динамических видеоинформационных потоков для уменьшения их битовой интенсивности. Указывается, что для построения эффективного синтаксического представления требуется использовать подход, который базируется на устранении межкадровой избыточности с учетом форм представления информации на внутрикадровом уровне. Излагаются основные этапы построения концептуального базиса эффективного синтаксического представления слотов Р-кадров в градиентном пространстве локально-структурных ограничений, учитывающего выявление структурно-локальных закономерностей по результату анализа всех элементов ДОС; ограниченные значения динамических диапазонов элементов ДОС в соответствии с закономерностями двухкомпонентного градиентного пространства; необходимость восстановления информативных элементов ДОС без потери целостности.*

**Ключевые слова:** динамический видеоинформационный ресурс, эффективное кодирование видеопотока, устранение межкадровой избыточности, локально-структурные закономерности, дифференциально-описанная спектрограмма, градиентное пространство.

### Введение

В текущих условиях эффективное функционирование стратегически значимых отраслей и ключевых объектов профильных министерств на территории Украины во многом определяется решением вопросов, связанных с обеспечением их безопасности. Учитывая современные кризисные факторы, немаловажная роль в реализации таких требований возлагается на организацию систем управления и объективного контроля [1; 2]. Ключевой составляющих таких систем является видеоинформационное взаимодействие. Соответственно видеоинформационный ресурс получает статус государственного информационного ресурса с обеспечением требований по его безопасности [1; 3].

Анализ функционирования систем видеообъективного контроля и управления выявил наличие уязвимостей и угрозу потери таких категорий информационной безопасности, как доступность и целостность [3]. Это становится особенно критичным в случае необходимости реализации видеоинформационного взаимодействия или организации сбора видеоинформации с дистанционных сенсоров; действий злоумышленников; антропогенных факторов. В значительной степени такая ситуация вызвана формированием высоких интенсивностей битовых потоков.

Использование технологий обработки видеопотока обеспечивает уменьшение его битовой интенсивности. Здесь используются такие технологии, как MPEG с интеграцией технологий эффективного синтаксического представления видеопотоков [4; 5]. В тоже время, для существующих технологий обработки характерны недостатки. Снижение интенсивности битового потока достигается ценой увеличения задержек на время обработки и потери целостности информации. Значит, тематика исследований,

касаюча підвищення безпеки динамічних відеоінформаційних ресурсів на основі використання ефективного кодування відеопотока, *являється актуальною*.

В роботах [6] пропонується для ефективного синтаксического представлення використовувати підхід, який базується на усуненні міжкадрової избыточності. Для MPEG-технологій обробка потоку кадрів проводиться по групах з використанням процесу формування Р-кадрів, т.е. утворення слотів Р-кадрів. Для побудови систем ефективного кодування потрібно сформувати відповідну базову концепцію. В межах

направлений, викладених в статті [6], потрібно створити концептуальний базис ефективного синтаксического представлення слотів Р-кадрів в градієнтному просторі локально-структурних обмежень, що і становить мету досліджень статті.

**Оценка базовой концепции селективной организации структуры MPEG-потока**

Многоуровневая иерархическая структура базового MPEG потока представлена на рис. 1.

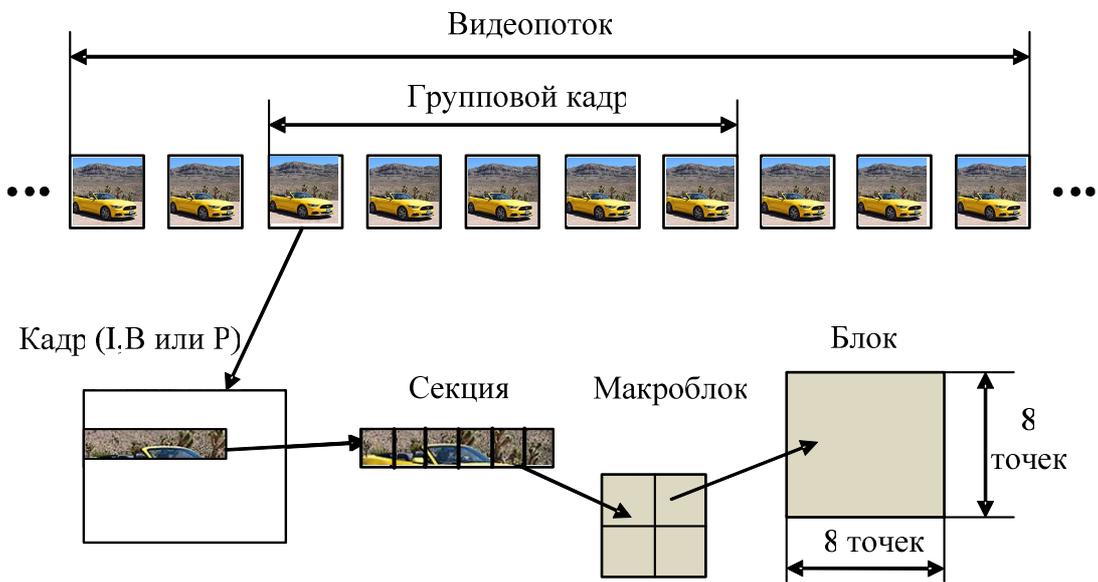


Рис. 1. Многоуровневая иерархическая структура потока MPEG

Каждая GOP обязательно начинается с кадра I-типа и с определенной периодичностью содержит Р-кадры. Принято обозначать структуру (номенклатуру) группы кадров при помощи двух параметров М и N.

Параметр N обозначает общее число кадров в группе: от первого кадра (обычно - кадра типа I) до последнего кадра (типа Р или В), предшествующего начальному кадру следующей группы. Параметр М обозначает максимальное количество кадров типа В, расположенных между предсказанными кадрами типа Р.

Размер и структура группы не определяются стандартом. В тоже время, на практике, многие приложения основаны исключительно на фиксированности структуры GOP. Понятно, что интерполяция даже в случае сравнительно низкой ошибки предсказания для кадров, далеко отстоящих во времени, не приведет к необходимому снижению динамических диапазонов, выявлению динамических объектов. Поэтому разработчики систем стремятся

ограничить максимальное расстояние временной интерполяции с тем, чтобы оно не превышало 3-4 кадровых интервалов. Обычно группа кадров состоит из 8 или 12 кадров разного типа.

Это обеспечивает эффективную обработку ошибок, возникающих при передаче пакетов по сети, и организывает доступ к необходимым кадрам на произвольной позиции в потоке. Каждый уровень имеет свой уникальный заголовок длиной в 32 бита. *Первый* уровень – это собственно поток видео (Video sequence layer). *Второй* уровень – групповой кадр (ГК, Group of Pictures – GOP), состоящий из нескольких кадров разного типа, а именно включается I кадр (Intra), предсказываемые Р кадры (Predicted), В кадры двунаправленного предсказания (Bidirectional).

Для ТВ вещания чаще всего применяется структура видеопотока с параметрами обработки М=3 N=12. Тогда принимается следующее обозначение: (3; 12).

При передаче группы видеок кадров порядок их следования не обязательно должен совпадать с исходным. Напротив, для успешной временной интерполяции необходимо, чтобы к моменту вычисления текущего кадра (типа В или Р) все кадры, вносящие в него свой вклад, должны уже присутствовать в памяти декодера (рис. 2).

Это обусловлено тем, что внутри группы кадров, состоящей обычно из 8 или 12 кадров, каждый В кадр восстанавливается по окружающим его Р кадрам (в начале и конце группы – по I и Р). В свою очередь каждый кадр типа Р -по предыдущему Р (или I) кадру. Кадры типа I могут быть восстановлены независимо от других, они являются опорными для всех Р и В кадров группы.

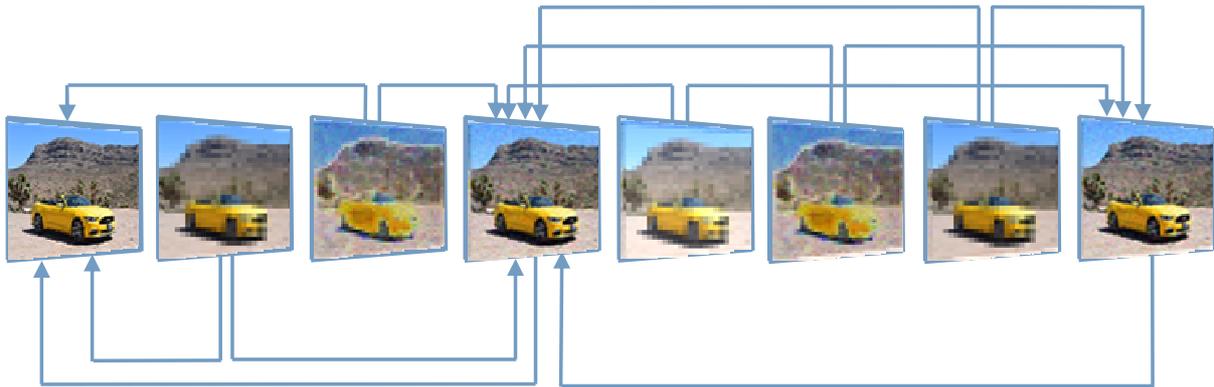


Рис. 2. Пример структуры группы кадров

Задача кодера – подавать информацию таким образом, чтобы это условие всегда выполнялось. Поэтому показанная на рис. 2 последовательность из восьми кадров

I; B2; B3; P4; B5; B6; B7; P8

должна поступить на вход декодера в следующем порядке:

I; P4; B2; B3; P8; B5; B6; B7.

Для восстановления исходного порядка следования видеок кадров декодер должен перегруппировать их в пределах группы, используя соответствующие дополнительные сигналы - временные метки.

На рис. 3 показана переиндексация для группы из 12 кадров.

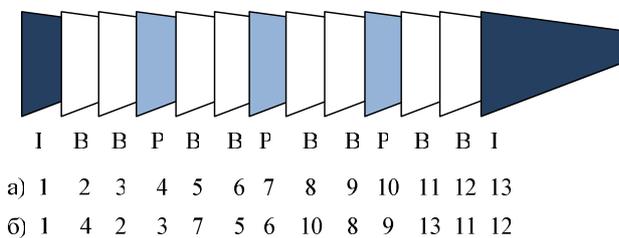


Рис. 3. Порядок обработки кадров в группе кадров:

- а – порядок передачи и демонстрации кадров,
- б – порядок декодирования кадров

Стандарт MPEG допускает практически любые группировки видеок кадров. В частности, допускается

группа из одного кадра - типа I. Хотя сжатие данных при этом незначительно, однако такой поток видеоданных легко монтировать. Требуется также заметить, что в пределах кадров типа Р и В отдельные макроблоки могут иметь другой тип, в частности - тип I. Размер группы может меняться "на ходу". В частности, полезно начинать новую группу в момент смены сюжета и в других случаях, где компенсация движения оказывается неэффективной. Здесь действуют сложные ограничения. Например, если первым идет полукадр В или Р, то и следующий за ним второй полукадр должен быть того же типа. Если же первый полукадр относится к типу I, то второй полукадр может быть типа I или В, но не Р.

Третий уровень потока видеоданных – это слой отдельных кадров (Picture layer) того или иного типа. Четвертый уровень – секционный (Slice layer). Секция (обычно ее ширина равна ширине кадра) состоит из определенного количества макроблоков размером 16 x 16 пикселей. Пятый уровень потока данных – уровень макроблоков. В кадре типа I макроблоки должны быть закодированы как внутренние, т.е. без ссылок на предыдущие или последующие. Макроблоки в кадре типа Р могут быть как внутренними I блоками, так и использовать данные предыдущих кадров.

На уровне формирования макроблоков учитывается распределение цветовых составляющих Сb и Сr. Стандартом MPEG предусмотрено три базовых формата цветности, а именно:

1) формат 4:4:4 - матриці Сb, Сr і Y однакові по вертикалі і по горизонталі. Цей формат практично майже ніколи не застосовується;

2) формат 4:2:2 - горизонтальні розміри матриць Сb і Сr вдвоє менше розміру матриці Y, а вертикальні розміри однакові. Це так званий "професійний" формат, застосовуваний при виробництві програм;

3) формат 4:2:0 - як горизонтальні, так і вертикальні розміри матриць Сb і Сr вдвоє менше розміру матриці Y. Цей формат найчастіше застосовується для мовлення ТБ програм. В порівнянні з форматом 4:2:2 забезпечується додаткове зменшення об'єму передаваних даних приблизно на 25 %. Однак, застосування формату 4:2:0 не тільки знижує вертикальну кольорову чіткість, але й майже практично виключає наступну студійну обробку декодованого зображення з повторним стисненням.

Необхідно зазначити, що позначення "4:2:0" застосовується до даного контексту вказує також на взаємне розташування відліків Y і Сb, Сr. В даному випадку відліки кольорності не тільки прорежені по вертикалі, але й зміщені вниз на половину кроку відліків яскравості. Ця заходів призначена полегшити вертикальну постфільтрацію в декодері при відновленні повної вертикальної частоти відліків кольорності. Однак досягається це ціною суттєвого ускладнення префільтра і кодера в цілому.

Вибір формату кольорності впливає на структуру макроблока. Чотири блоки яскравості об'єднуються з фіксованим числом просторово відповідних блоків кольорності, утворюючи *макроблок*. Значить, загальне число блоків в макроблоку залежить від вибраного формату кольорності. Порядок обробки і передачі блоків всередині макроблока також залежить від формату кольорності, т.е.:

- 4:2:0 - макроблок складається з шести блоків. Містить чотири блоки яскравості і два блоки кольорності (Сb і Сr) в наступному порядку: Y1, Y2, Y3, Y4, Сb1, Cr1;

- 4:2:2 - макроблок складається з восьми блоків. Містить чотири блоки яскравості і чотири блоки кольорності (по два блоки Сb і Сr) в наступному порядку: Y1, Y2, Y3, Y4, Сb1, Cr1, Сb2, Cr2;

- 4:4:4 - макроблок складається з дванадцяти блоків. Містить чотири блоки яскравості і вісім блоків кольорності (по чотири блоки Сb і Сr) в наступному порядку: Y1, Y2, Y3, Y4, Сb1, Cr1, Сb2, Cr2, Сb3, Cr3, Сb4, Cr4.

Формат бітового потоку MPEG-файла складається з однієї або декількох відеопослідовностей. В заголовку відеопослідовності основними параметрами є наступні: старт-код,

означаючий початок відеопослідовності; параметри потоку (ширина, висота, швидкість кадрів); параметри потоку (бітова швидкість, розмір буфера, прапорець стандартизованих параметрів, наявність якого означає, що при кодуванні застосовувалися стандартні параметри і відео можна декодувати на більшості декодерів); два типи таблиць квантування для кадрів з внутрікадровим кодуванням (I кадри) і для кадрів з міжкадровим кодуванням (P і B кадри).

Заголовок групового кадру містить наступні дані. Временний код – це бітове поле з часовим кодом (години, хвилини, секунди, номер кадру).

Заголовок макроблока містить поля, що містять інкремент (число пропускаємих макроблоків), тип, показуючий, застосовуються чи вектори руху і якого типу, масштаб квантування, задаючий матрицю квантування в даному макроблоку, і масив закодованих блоків (МКБ), являючийся бітовою картою, показуючою, який блок закодовано, а який пропущено.

На основі викладеного матеріалу можна зробити наступне:

1) бітова структура MPEG потоку формується на шести рівнях, починаючи з рівня окремих блоків і закінчуючи рівнем відеопослідовності. Кожен рівень структурно містить службовий заголовок і інформаційну частину;

2) зміст MPEG потоку визначається наступними параметрами:

- число кадрів в групі (8 або 12);

- максимальне число кадрів типу B, розташованих між передбаченими кадрами типу P;

- формат кольорності, що визначає число кольорових складових в макроблоку і відповідно число містяться в ньому блоків;

- параметри вектора руху;

- крок квантування загальний і кроки квантування для кожного макроблоку;

- тип сканування трансформанти;

- тип обробки макроблока;

3) для інтеграції біадического представлення міжкадрових апертур необхідно оцінити структурні зміни в стисненому відеопотоку на нижчому рівні його формування.

#### **Формування концептуального базису ефективного синтаксического представлення слотів Р-кадрів в градієнтному просторі локально-структурних обмежень**

Основною структурною одиницею (структурним базисом) для розробленого підходу обробки послідовності кадрів в потоку є наступне:

дифференциально-описанная спектрограмма (ДОС)  $E^{(k,\lambda)}$ . В случае привязки ДОС к слоту формируется следующая запись  $E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}$  -  $(k; \lambda)$ -я дифференциально-описанная спектрограмма для  $(\chi; \gamma)$ -го слота последовательности ДОТ кадров. Поскольку слот  $E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)}$  трактуется как двумерный пакет дифференциально-описанных спектрограмм  $E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}$ , то его можно представить следующей записью:

$$E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)} = \{E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}\}_{\substack{k=1, \overline{w} \\ \lambda=1, \overline{w}}}$$

или

$$E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)} = \prod_{k=1}^w \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}. \quad (1)$$

С другой стороны, по определению слот  $E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)}$  представляет собой сквозную квадратную трубу, вырезанную вдоль последовательности ДОТ кадров на позиции  $(\chi; \gamma)$ . В связи с чем последовательность  $E_{T-1}$  дифференциально-представленных трансформированных кадров  $E(\tau)$ ,  $\tau = \overline{2, T}$  образуется совокупностью слотов, а именно

$$E_{T-1} = \{E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)}\}_{\substack{\chi=1, \overline{w_{cmp}} \\ \gamma=1, \overline{w_{cm\bar{o}}}}}$$

или

$$E_{T-1} = \prod_{\chi=1}^{w_{cmp}} \prod_{\gamma=1}^{w_{cm\bar{o}}} E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)}.$$

Тогда с учетом соотношения (1) последовательность  $E_{T-1}$  можно выразить через ДОС, что задается следующим образом:

$$E_{T-1} = \{ \{ E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)} \}_{\substack{k=1, \overline{w} \\ \lambda=1, \overline{w}}} \}_{\substack{\chi=1, \overline{w_{cmp}} \\ \gamma=1, \overline{w_{cm\bar{o}}}}$$

или

$$E_{T-1} = \prod_{\chi=1}^{w_{cmp}} \prod_{\gamma=1}^{w_{cm\bar{o}}} \prod_{k=1}^w \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}.$$

Соответственно группа  $Y_T$  трансформированных кадров  $Y(\tau)$ ,  $Y_T = \{Y(\tau)\}$ ,  $\tau = \overline{1, T}$  формируется как

$$Y_T \rightarrow \{Y(1); E_{T-1}\} = \{Y(1); \{ \{ E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)} \}_{\substack{k=1, \overline{w} \\ \lambda=1, \overline{w}}} \}_{\substack{\chi=1, \overline{w_{cmp}} \\ \gamma=1, \overline{w_{cm\bar{o}}}}}\}$$

или

$$Y_T = Y(1) \prod_{\chi=1}^{w_{cmp}} \prod_{\gamma=1}^{w_{cm\bar{o}}} \prod_{k=1}^w \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}.$$

Здесь  $Y(1)$  - базовый трансформированный кадр.

Откуда последовательность исходных кадров в группе  $X_T$  в структурном описании выражается через ДОС на основе такого выражения:

$$X_T = \{Y_T; Z_T\} = \{Y(1); E_{T-1}; Z_T\} = \{Y(1); \{ \{ E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)} \}_{\substack{k=1, \overline{w} \\ \lambda=1, \overline{w}}} \}_{\substack{\chi=1, \overline{w_{cmp}} \\ \gamma=1, \overline{w_{cm\bar{o}}}}}; Z_T\},$$

где  $Z_T$  - последовательность кадров-знаков, несущих информацию о знаках компонент трансформированных кадров.

Полученное выражение можно также представить следующей записью:

$$X_T = Y(1) \prod_{\chi=1}^{w_{cmp}} \prod_{\gamma=1}^{w_{cm\bar{o}}} Z_T \prod_{k=1}^w \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)} = Y(1) \prod_{\chi=1}^{w_{cmp}} \prod_{\gamma=1}^{w_{cm\bar{o}}} \prod_{k=1}^w \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}.$$

В свою очередь каждая ДОС  $E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)}$  представляется в виде совокупности информативной  $E(\chi; \gamma)_{inf}^{(k,\lambda)}$  и интерполированной  $E(\chi; \gamma)_{int}^{(k,\lambda)}$  частей, т.е.

$$E(\chi; \gamma)^{(k,\lambda)} = E(\chi; \gamma)_{inf}^{(k,\lambda)} \prod_{\lambda=1}^w E(\chi; \gamma)_{int}^{(k,\lambda)}.$$

При этом базисом для эффективного синтаксического описания информативной ДОС является двухкомпонентное градиентное ограничение, а именно  $\{ \bar{d}_e^{(k,\lambda)}; g(\max)^{(k,\lambda)} \}$ .

Здесь для информативных элементов  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  ДОС в градиентном пространстве локально-структурных закономерностей будут выполняться ограничения, заданные следующей системой соотношений:

$$\begin{cases} e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} - g(\max)^{(k,\lambda)} \leq e(\tau+1)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}; \\ e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} + g(\max)^{(k,\lambda)} \geq e(\tau+1)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}; \end{cases} \\ \tau = \overline{1, n_{\text{inf}}}.$$

Величина обобщенного градиентного ограничения  $g(\max)^{(k,\lambda)}$  вычисляется для каждой информативной дифференциально-описанной спектрограммы по формуле

$$g(\max)^{(k,\lambda)} = \max_{1 \leq \tau \leq n_{\text{inf}}} \{ |e(\tau+1)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} - e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}| \}, \quad (2)$$

где  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$ ,  $e(\tau+1)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  - информативные элементы  $(k; \lambda)$ -й интерполированной ДОС, соответственно расположенные в ней на  $\tau$ -й и  $(\tau+1)$ -й позициях.

С учетом чего для первого информативного элемента ДОС динамический диапазон  $\bar{d}(1)_{\text{inf}}{}^{(k,\lambda)}$  будет равен общему динамическому диапазону  $\bar{d}_e^{(k,\lambda)}$  последовательности  $E_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$ . Величина  $\bar{d}(\tau)_{\text{inf}}{}^{(k,\lambda)}$  динамического диапазона остальных элементов информативной дифференциально-описанной спектрограммы,  $\tau = \overline{2, n_{\text{inf}}}$ , будет равна  $\bar{d}(1)_{\text{inf}}{}^{(k,\lambda)} = \bar{d}_e^{(k,\lambda)} = |e_{\text{min}}^{(k,\lambda)} - e_{\text{max}}^{(k,\lambda)}| + 1$ . Откуда на максимальные абсолютные значения (спецификации) элементов  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  последовательности  $E(\mathcal{X}; \mathcal{Y})_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  в градиентном пространстве  $G^{(k,\lambda)}$  наложены ограничения, записываемые следующей системой неравенств:

$$|e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}| = \begin{cases} \bar{d}_e^{(k,\lambda)}, & \rightarrow \tau=1; \\ 2 g(\max)^{(k,\lambda)} + 1, & \rightarrow 2 \leq \tau \leq n_{\text{inf}}. \end{cases} \quad (3)$$

Поэтому для повышения безопасности динамических ВИР необходимо синтезировать функционал  $F(E^{(k,\lambda)})_{\text{appr}}$ , задающий эффективное синтаксическое представление информативной ДОС  $E(\mathcal{X}; \mathcal{Y})_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  как базовой структурной единицы слотов Р-кадров в градиентном пространстве локально-структурных закономерностей. При этом необходимо учитывать следующие особенности:

- 1) выявление структурно-локальных закономерностей проводится по результату анализа всех элементов ДОС, что задано выражением (2);
- 2) ограниченные значения динамических диапазонов элементов ДОС в соответствии с закономерностями, описанными системой неравенств (3);
- 3) длина  $n_{\text{inf}}$  информативной дифференциально-описанной спектрограммы устанавливается заранее до начала процесса обработки;
- 4) необходимость восстановления элементов ДОС в условиях обеспечения требуемого уровня целостности динамических ВИР. Здесь требуется учитывать то, что информативные элементы  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$

ДОС несут информацию об элементах  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  ее интерполированной составляющей  $E(\mathcal{X}; \mathcal{Y})_{\text{int}}^{(k,\lambda)}$ , а величина ошибки зависит от значения обобщенной характеристики  $g(\max)^{(k,\lambda)}$  градиентного пространства. Следовательно, информативные элементы должны обрабатываться без потери целостности;

- 5) количество комбинаций для информативной ДОС в условиях, когда ее элементы удовлетворяют системе закономерностей (3), в двухкомпонентном градиентном базисе  $\{ \bar{d}_e^{(k,\lambda)}; g(\max)^{(k,\lambda)} \}$  определяется по формуле

$$Q(n_{\text{inf}}; g(\max)^{(k,\lambda)})_e = \bar{d}_e^{(k,\lambda)} \cdot (2g(\max)^{(k,\lambda)} + 1)^{n_{\text{inf}}-1}. \quad (4)$$

Это позволяет рассматривать информативную ДОС  $E(\mathcal{X}; \mathcal{Y})_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  как позиционное число с весовыми

коэффициентами, вычисляемыми с использованием соотношения (4);

б) значения элементов  $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}$  информативной ДОС принимают как положительные, так и отрицательные значения, т.е.

$$e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} = \begin{cases} e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}, & \rightarrow e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} \geq 0; \\ -e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)}, & \rightarrow e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\lambda)} < 0. \end{cases}$$

Исходя из чего для формирования эффективного синтаксического представления без формирования дополнительной (избыточной) служебной информации о знаках элементов ДОС *предлагается* провести их нормировку в область положительных значений. Такой процесс в дальнейшем будем называть градиентной нормализацией.

По изложенному материалу можно заключить, что сформулированы требования, которые необходимо заложить в процесс синтеза эффективного синтаксического описания информативной ДОС как базовой структурной единицы слотов Р-кадров, для повышения безопасности ДВИР.

#### Выводы

1. Разработан концептуальный базис эффективного синтаксического представления слотов р-кадров в градиентном пространстве локально-структурных ограничений, учитывающий:

- выявление структурно-локальных закономерностей по результату анализа всех элементов ДОС;

- ограниченные значения динамических диапазонов элементов ДОС в соответствии с закономерностями двухкомпонентного градиентного пространства;

- то, что длина информативной дифференциально-описанной спектрограммы устанавливается заранее до начала процесса обработки;

- необходимость восстановления информативных элементов ДОС без потери целостности;

- рассмотрение информативной ДОС как позиционного числа с весовыми коэффициентами, вычисляемыми с использованием ограничений градиентного пространства;

- исключение дополнительной (избыточной) служебной информации о знаках элементов ДОС путем процесса градиентной нормализации.

2. Данный подход создает возможности для устранения таких видов избыточности:

1) сокращение количества избыточности без потери целостности информации на основе выявления локально-структурных межтрансформантных закономерностей и исключение количества

избыточных служебных данных в процессе эффективного кодирования ДОС и формирования кодограмм двоичного описания их кодовых значений;

2) снижение зависимости повышения уровня доступности ДВИР от количества устраняемой межтрансформантной психовизуальной избыточности в процессе интерполирования ДОС;

3) компенсация уровня коррекции в процессе реконструкции интерполируемых элементов за счет выявления локально-структурных ограничений и декодирования информативных элементов ДОС без потери целостности.

#### Список литературы

1. Комарова, Л. О. Методи управління інформаційно-комунікаційними кластерами в кризових ситуаціях [Текст]: монографія / Л.О. Комарова. – К.:ДУТ, 2014. – 395 с.
2. Автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов [Текст] / под ред. В. Н. Солошенко. – М.: ГОУ „Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте”, 2008.
3. Баранник, В. В. Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций [Текст]: монография / В. В. Баранник, Ю. Н. Рябуха, О. С. Кулица. – Черкассы, 2015. – 143 с.
4. Методы сжатия данных. Устройства архиваторов, сжатие изображений и видео [Текст] / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: Диалог-Мифи, 2003. – 381 с.
5. Баранник, В. В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах [Текст] / В. В. Баранник, В. П. Поляков. - Харьков: ХУПС, 2010. – 212 с.
6. Баранник, В. В. Модель оценки информативности слота Р-кадров на основе выявления структурно-градиентных межтрансформантных ограничений [Текст] / В. В. Баранник, С. С. Шульгин // АСУ и приборы автоматики. - 2016. - №172. - С. 12-21.

**В.В. Баранник, С.С. Шульгин, Н.А. Корольова.**  
**Концептуальний базис ефективного синтаксичного представлення слотів Р-кадрів у градієнтному просторі локально-структурних обмежень.**  
 Проводиться обґрунтування необхідності забезпечення безпеки відеоінформаційних ресурсів у системі об'єктивного контролю і управління стратегічно значущими об'єктами. Показується можливість підвищити доступність і цілісність відеоінформації шляхом ефективного кодування послідовності кадрів для відеопотоку. Обґрунтовується важливість питання щодо інтегрування процесів ефективного кодування в базові системи обробки динамічних

відеоінформаційних потоків для зменшення їх бітової інтенсивності. Вказується, що для побудови ефективного синтаксичного представлення потрібно використовувати підхід, який базується на усуненні міжкадрової надмірності з урахуванням форм представлення інформації на внутрішньокадровому рівні. Викладаються основні етапи побудови концептуального базису ефективного синтаксичного представлення слотів Р-кадрів у градієнтному просторі локально-структурних обмежень, що враховує таке: виявлення структурно-локальних закономірностей за результатом аналізу всіх елементів ДОС; обмежені значення динамічних діапазонів елементів ДОС відповідно до закономірностей двокомпонентного градієнтного простору; необхідність відновлення інформативних елементів ДОС без втрати цілісності.

**Ключові слова:** динамічний відеоінформаційний ресурс, ефективне кодування відеопотоку, усунення міжкадрової надмірності, локально-структурні закономірності, диференційно-описана спектрограма, градієнтний простір.

**V. V. Barannik, S. S. Shulgin, N. A. Koroleva.** **Conceptual basis of effective syntactic representation of P-frame slots in gradient space of local and structural restrictions.** The purpose of research is creation a conceptual basis of effective syntactic representation for the P-frames slots by local and structural restrictions gradient space. Justification of need of safety of video information resources for system of objective control and management of strategically significant objects is carried out. An opportunity to increase availability and integrity of a video information by effective coding of sequence of shots for a video stream is shown. Importance of a question concerning integration of processes of effective coding in basic systems of processing of dynamic video information streams for reduction of their bit intensity is proved. It is specified that for creation of effective syntactic representation it is required to use approach which is based on elimination of intra frame redundancy taking into account data representation forms at the intra frame level. The result of creation of conceptual basis of the effective syntactic representation of slots of P-frames by local and structural restrictions gradient space considering are stated: detection of structural and local regularities by result of the analysis of all DDS elements; limited values of dynamic ranges of the DDS elements according to regularities of two-component gradient space; need of restoration of the DDS informative elements without integrity loss.

**Keywords:** a dynamic video information resource, effective coding of a video stream, elimination of interframe redundancy, local and structural regularities, the differential described spectrogram, gradient space.

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.М. Безрук, Харківський національний університет радіоелектроніки.

Надійшла 01.07.2016 р.

**Бараннік В.В.,** доктор технічних наук, професор, начальник кафедри бойового застосування та експлуатації автоматизованих систем управління, Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків, Україна, E-mail: barannik\_v\_v@mail.ru

**Шульгін С.С.,** аспірант відділу аспірантури, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна. E-mail: barannik\_v\_v@mail.ru

**Корольова Н.А.,** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного зв'язку, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: tz@kart.edu.ua

**Barannik V.V.,** Doctor of engineering, professor, chief of department of of combat use and operation ACS, Kharkiv national university of Air Force named by I. Kozhedub.. E-mail: barannik\_v\_v@mail.ru

**Shulgin S.S.,** PhD student of postgraduate department, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine. E-mail: barannik\_v\_v@mail.ru

**Koroleva N.A.,** candidate of techn. sciences, docent of Department "Transport connection", Ukrainian State University Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: tz@kart.edu.ua