

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЦЕЛОСТНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В СЛУЧАЕ МЕЖТРАНСФОРМАНТНОЙ ОБРАБОТКИ

БАРАННИК В.В., ШУЛЬГИН С.С.

Обосновывается необходимость повышения безопасности динамических видеоинформационных ресурсов. Показывается направление для повышения эффективности синтаксического представления последовательности Р-кадров на основе межтрансформантной обработки их базовых структурных единиц – дифференциально-описанных спектрограмм. Раскрывается направление дополнительного снижения интенсивности кодового представления видеопотока путем сокращения межкадровой (временной) психовизуальной избыточности на уровне обработки дифференциально-описанных спектрограмм, что обусловлено особенностями ограниченной чувствительности зрительной системы относительно коррекции отдельных частотных составляющих. Излагаются этапы построения модели оценки целостности динамического видеоинформационного ресурса.

Ключевые слова: кадр, трансформанта, видеопоток, ресурс, обработка, код, технология.

1. Введение

Современное развитие кибернетического пространства вызывает необходимость обеспечения безопасности информационных ресурсов. Особенно это важно для видеоинформационных ресурсов. Здесь приходится сталкиваться с проблемными аспектами, вызванными необходимостью одновременного решения вопросов относительно сокращения избыточности, снижения битовой интенсивности, повышения конфиденциальности, целостности и доступности видеоинформации [1 - 3].

Одно из направлений таких направлений исследований заключается в использовании селективных методов защиты видеоинформации, совмещенных с базовыми технологиями MPEG и H264. В случае обработки видеопотоков (динамических видеоинформационных ресурсов) вариант селективного подхода заключается в закрытии базового кадра [3; 4]. Тогда значимая нагрузка на обеспечение доступности и целостности возлагается на процесс обработки последовательности предсказанных кадров (Р-кадров) [3].

В то же время такой подход обработки потока видеокадров связан с наличием дисбаланса между уровнем снижения битовой интенсивности и уровнем внесения потерь целостности информации. Поэтому актуальным требованием, определяющим *научно-прикладную задачу*, является создание систем эффективного синтаксического представления динамических видео-

информационных ресурсов в режимах сохранения необходимого уровня целостности информации. Для решения такой задачи необходимо построение технологий обработки ДВИР с использованием методов, устраняющих межкадровую избыточность на базе структурно-комбинаторного подхода. Одной из реализаций такого подхода в случае обработки динамических видеоинформационных ресурсов является метод обработки слотов Р-кадров с выявлением межтрансформантных структурных закономерностей [5]. Здесь возникает потребность в оценке целостности информации в режиме снижения битовой интенсивности видеопотока. Поэтому *цель исследований* заключается в создании модели для оценки целостности динамических видеоинформационных ресурсов в случае межтрансформантной обработки слотов Р-кадров.

2. Основная часть исследований

Для повышения эффективности формирования и обработки кадров Р-типа *предлагается* предварительно осуществлять трансформирование видеокadra из пространственно-временного в пространственно-спектральное описание [5]. После получения трансформант двумерного преобразования проводится построение дифференциального представления на основе формирования величин разностей между соответствующими компонентами по позициям в кадрах.

Отсюда последовательность исходных кадров в группе X_T в структурном описании выражается через ДОО на основе такого выражения:

$$X_T = \{Y_T; Z_T\},$$

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

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

$$Y_T = Y(1) \cup E_{T-1} = Y(1) \cup \bigcup_{\chi=1}^{w_{стр}} \bigcup_{\gamma=1}^{w_{стб}} \bigcup_{k=1}^w \bigcup_{\ell=1}^w E(\chi; \gamma)^{(k, \ell)}.$$

Здесь $Y(1)$ – базовый трансформированный кадр; E_{T-1} – последовательность дифференциально-представленных трансформированных кадров $E(\tau)$, $\tau = \overline{2, T}$.

В то же время последовательность E_{T-1} образуется совокупностью слотов $E(T-1)_{\chi, \gamma}^{(2)}$, а именно:

$$E_{T-1} = \bigcup_{\chi=1}^{w_{стр}} \bigcup_{\gamma=1}^{w_{стб}} E(T-1)_{\chi, \gamma}^{(2)}.$$

При этом, исходя из условий структурирования группы кадров и процесса предварительной обработки, слот $E(T-1)_{\chi,\gamma}^{(2)}$ формируется как двумерный пакет дифференциально описанных спектрограмм $E(\chi;\gamma)^{(k,\ell)}$. Отсюда выполняется соотношение:

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

Дифференциально описанная спектрограмма (ДОС) $E^{(k,\ell)}$ представляет собой срез вдоль слота по координате $(k;\ell)$ в каждой трансформанте, т.е. $E^{(k,\ell)} = \{e(2)^{(k,\ell)}, \dots, e(\tau)^{(k,\ell)}, \dots, e(T)^{(k,\ell)}\}$. Структурной характеристикой ДОС является динамический диапазон $d_e^{(k,\ell)}$ ее элементов. Поскольку в общем случае межтрансформантные разности $e(\tau)^{(k,\ell)}$ принимают как положительные, так и отрицательные значения, то величина $d_e^{(k,\ell)}$ без учета знака находится по формуле $d_e^{(k,\ell)} = \max_{2 \leq \tau \leq T} \{|e(\tau)^{(k,\ell)}|\}$, где $d_e^{(k,\ell)}$ - динамический диапазон элементов $(k;\ell)$ -й дифференциально описанной спектрограммы без учета знака величин $e(\tau)^{(k,\ell)}$; $|e(\tau)^{(k,\ell)}|$ - абсолютное значение межтрансформантной разности между $(\tau-1)$ -й и τ -й трансформантами.

Для выстроенной структуры потока видеок кадров формирование эффективного синтаксического представления нужно проводить по структурно-комбинаторному принципу. В этом случае **предлагается** разрабатывать **направление**, базирующееся на дополнительном выявлении закономерностей, основанных на учете [5] психовизуальных особенностей восприятия незначительных изменений в последовательности кадров.

При этом предлагается устранять психовизуальную избыточность в направлении временной оси. Для

этого нужно использовать технологию, базирующуюся на коррекции значения сохраняются (обрабатываются) без коррекции (рис. 1).

Элементы $e(\tau)_{inf}^{(k,\ell)}$ первого типа являются опорными и образуют информативную дифференциально описанную спектрограмму (ИДОС) $E_{inf}^{(k,\ell)}$, т.е.

$$E_{inf}^{(k,\ell)} = \{e(1)_{inf}^{(k,\ell)}; \dots; e(\tau)_{inf}^{(k,\ell)}; \dots; e(n_{inf})_{inf}^{(k,\ell)}\}$$

В данной формуле n_{inf} - количество информативных элементов в ИДОС.

Информативная ДОС обрабатывается без коррекций ее элементов.

Соответственно второй тип образуют элементы $e(\tau)_{int}^{(k,\ell)}$, значения которых на приемной стороне будут интерполироваться по информативным. Такие элементы формируют интерполяционную составляющую $E_{int}^{(k,\ell)}$ ДОС. Это задается соотношением:

$$E_{int}^{(k,\ell)} = \{e(1)_{int}^{(k,\ell)}; \dots; e(\tau)_{int}^{(k,\ell)}; \dots; e(n_{int})_{int}^{(k,\ell)}\}$$

Здесь n_{int} - количество интерполируемых элементов в ДОС

По условию интерполяции элементы составляющей $E_{int}^{(k,\ell)}$ распределяются между информативными элементами ИДОС, как показано на рис. 1.

С учетом механизма выделения интерполяционной составляющей дифференциально описанная спектрограмма будет выражаться следующим соотношением (рис. 2):

$$E^{(k,\ell)} = E_{inf}^{(k,\ell)} \cup F_{int}(E_{inf}^{(k,\ell)}; v_{inf}; v_{int}) = E_{inf}^{(k,\ell)} \cup E_{int}^{(k,\ell)}$$

где $F_{int}(E_{inf}^{(k,\ell)}; v_{inf}; v_{int})$ - функционал реконструкции элементов интерполяционной составляющей $E_{int}^{(k,\ell)}$

ДОС, $E_{int}^{(k,\ell)} = F_{int}(E_{inf}^{(k,\ell)})$.

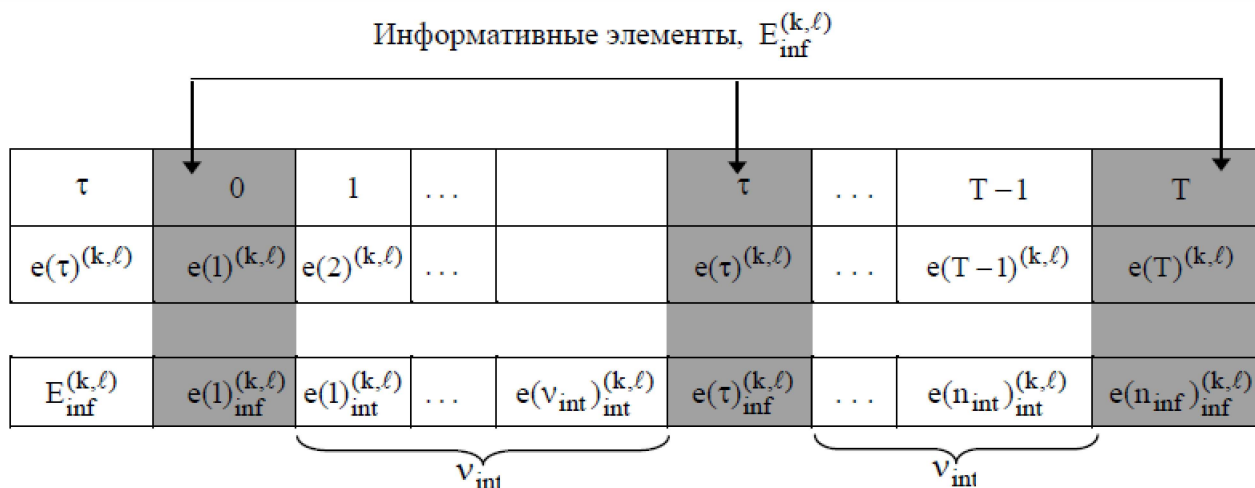


Рис. 1. Схема варианта формирования информативной ДОС

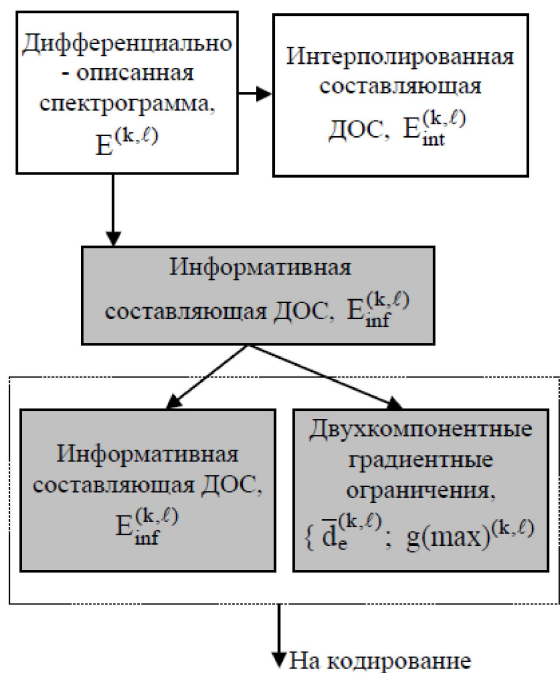


Рис. 2. Схема формирования синтаксического описания ДООС

Данный вариант основывается на возможности межкадровой интерполяции элементов внутри ДООС за счет свойств функционала $F(E^{(k, \ell)})_{\text{apr}}$.

Согласно особенностям интерполяции ДООС соответствующая технология, заданная функционалом $F_{\text{int}}(E_{\text{inf}}^{(k, \ell)}; v_{\text{inf}}; v_{\text{int}})$, определяется таким набором параметров (см.рис. 1):

- v_{int} - количество интерполируемых элементов между информативными элементами;
- v_{inf} количество информативных элементов между двумя интерполируемыми элементами.

Для сокращения вычислительной сложности и увеличения количества интерполируемых элементов **предлагается** выбирать режим, когда:

- 1) участки интерполирования являются равномерными, т.е. $v_{\text{int}} = \text{const}$, с одним базовым элементом между ними, т.е. $v_{\text{inf}} = 1$;
- 2) реконструкция интерполируемых элементов проводится на основе усреднения информативных элементов.

При этом величины n_{inf} и n_{int} для выбранного режима интерполяции определяются следующим образом: $n_{\text{inf}} = \lceil (T-1)/(v_{\text{int}} + 1) \rceil$; $n_{\text{int}} = \mu_{\text{int}} v_{\text{int}}$.

Здесь μ_{int} - количество интерполируемых участков в ДООС.

Для заданной позиции τ интерполируемого элемента $e(\tau)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ допускается определение его позиции относительно участка интерполирования. В этом случае получим элементы $e(\tau; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ - интерполируемый элемент на ϕ -й позиции v -го участка интерполяции для $(k; \ell)$ -й ДООС.

Если $v_{\text{inf}} = 1$ и $v_{\text{int}} = \text{const}$, то выражение для пересчета индекса τ позиции в ДООС в индекс ϕ позиции для участка интерполяции будет задаваться формулой

$$\phi = \tau - \mu - (\mu - 1)v_{\text{int}}.$$

Номер μ участка интерполяции определяется следующим образом: $\mu = \lceil \tau / (v_{\text{int}} + 1) \rceil$.

Тогда получим $\phi = \tau - \lceil \tau / (v_{\text{int}} + 1) \rceil (v_{\text{int}} + 1) + v_{\text{int}}$.

Данные выражения позволяют для заданного индекса позиции интерполируемого элемента в ДООС и длины участка интерполяции получить координату интерполируемого элемента для участка интерполяции.

Для информативной ДООС в результате процесса интерполяции количество комбинаций $Q(n_{\text{inf}})_e^{(k, \ell)}$ определяется только по информативным элементам. В то же время величина $Q(n_{\text{inf}})_e^{(k, \ell)}$ определяется как количество различных информативных ДООС заданной длины n_{inf} в рамках динамического диапазона. Значит, значение величины $Q(n_{\text{inf}})_e^{(k, \ell)}$ зависит от количества n_{inf} элементов и значения их динамического диапазона $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k, \ell)}$. Поэтому для оценки количества информации определим величину динамического диапазона $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k, \ell)}$ информативных элементов ДООС. Возможны два варианта:

1. Когда динамический диапазон $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k, \ell)}$ находится с учетом только информативных элементов, т.е.

$$\bar{d}_{\text{inf}}^{(k, \ell)} = |e_{\text{inf, min}}^{(k, \ell)} - e_{\text{inf, max}}^{(k, \ell)}| + 1.$$

При этом поскольку обрабатываемых элементов меньше, чем количество обрабатываемых элементов для исходной ДООС, т.е.

$$n_{\text{inf}} < T - 1,$$

то выполняются неравенства:

$$|e_{\text{inf, min}}^{(k, \ell)}| = \min_{1 \leq \tau \leq n_{\text{inf}}} \{e(\tau)_{\text{inf}}^{(k, \ell)}\} \leq |e_{\text{min}}^{(k, \ell)}|;$$

$$|e_{\text{inf, max}}^{(k, \ell)}| = \min_{1 \leq \tau \leq n_{\text{inf}}} \{e(\tau)_{\text{inf}}^{(k, \ell)}\} \leq |e_{\text{max}}^{(k, \ell)}|.$$

Отсюда динамический диапазон $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ ИДОС не будет превышать динамический диапазон $\bar{d}_e^{(k,\ell)}$ исходной ДОС, а именно: $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k,\ell)} \leq \bar{d}_e^{(k,\ell)}$.

Поэтому количество комбинаций $Q(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)}$ для информативной ДОС будет меньше, чем количество комбинаций $Q(T-1)_e^{(k,\ell)}$ для исходной ДОС, что задается неравенством

$$Q(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)} \leq Q(T-1)_e^{(k,\ell)}.$$

Следовательно, происходит дополнительное снижение битовой интенсивности потока кадров. В то же время такой подход имеет недостаток с позиции обеспечения целостности реконструируемых интерполируемых элементов. Это обусловлено тем, что динамический диапазон несет базовую информацию об элементах ДОС. Поэтому в случае потери информации о динамическом диапазоне интерполируемых элементов произойдет искажение их значений в процессе реконструкции.

2. Для исключения выявленного недостатка *предлагается* оценивать динамический диапазон $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ информативной составляющей ДОС по всем элементам исходной ДОС. Тогда величина $\bar{d}_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ будет определяться по формуле

$$\bar{d}_{\text{inf}}^{(k,\ell)} = |e_{\text{min}}^{(k,\ell)} - e_{\text{max}}^{(k,\ell)}| + 1 = \bar{d}_e^{(k,\ell)}.$$

При таком варианте количество комбинаций для информативной ДОС вычисляется с использованием соотношения

$$Q(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)} = (|e_{\text{min}}^{(k,\ell)} - e_{\text{max}}^{(k,\ell)}| + 1)^{n_{\text{inf}}} = (\bar{d}_e^{(k,\ell)})^{n_{\text{inf}}}.$$

Из анализа полученного выражения можно заключить, что за счет интерполирования ДОС и выполнения условия $(n_{\text{inf}} < T-1)$ количество комбинаций $Q(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)}$ будет меньше, чем количество комбинаций $Q(T-1)_e^{(k,\ell)}$ для исходной ДОС, т.е.

$$Q(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)} \leq Q(T-1)_e^{(k,\ell)}.$$

При этом выигрыш в количестве двоичных разрядов $V(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)}$ на представление информативной ДОС относительно количества разрядов $V(T-1)_e^{(k,\ell)}$ на представление исходной ДОС составит следующую величину:

$$V(T-1)_e^{(k,\ell)} - V(n_{\text{inf}})_e^{(k,\ell)} =$$

$$\begin{aligned} &= ((T-1)[\log_2 \bar{d}_e^{(k,\ell)}] + 1) - (n_{\text{inf}}[\log_2 \bar{d}_e^{(k,\ell)}] + 1) = \\ &= ((T-1) - n_{\text{inf}})[\log_2 \bar{d}_e^{(k,\ell)}]. \end{aligned}$$

Данный выигрыш будет тем больше, чем меньше величина n_{inf} и значение динамического диапазона $\bar{d}_e^{(k,\ell)}$ элементов ДОС.

Следовательно, в результате интерполяции дифференциально описанной spectroграммы с последующим ее синтаксическим представлением по структурно-комбинаторному подходу достигается сокращение количества межкадровой психовизуальной избыточности.

Оценим технологию интерполяции ДОС с позиции сохранения целостности информационного ресурса. Для этого требуется оценить тип происхождения и характер искажений, которые образуются в процессе интерполяции дифференциально описанной spectroграммы.

Предпосылками для появления искажений является то, что информация об интерполируемых элементах $e(\tau)_{\text{int}}^{(k,\ell)}$ составляющей ДОС формируется на приемной стороне по ближайшим опорным (информативным) элементам $e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$. При этом значения реконструируемых элементов $e'(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ могут не совпадать с исходными, т.е. в общем случае выполняется неравенство $e'(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\ell)} \neq e(\tau)_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$.

В соответствии с принятым режимом интерполяции ближайшими информативными элементами являются элементы на границах участка интерполяции. Позиции $\tau(\mu)_0$, $\tau(\mu)_{v_{\text{int}}+1}$ граничных информативных элементов для μ -го участка интерполяции определяются соответственно по формулам:

$$\tau(\mu)_0 = \mu + (\mu - 1)v_{\text{int}}, \quad \text{для } \phi = 1;$$

$$\tau(\mu)_{v_{\text{int}}+1} = \mu(v_{\text{int}} + 1) + 1, \quad \text{для } \phi = v_{\text{int}}.$$

Реконструкция интерполируемых элементов $e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k,\ell)}$ на приемной стороне по граничным информативным элементам $e(\tau(\mu)_0)_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ и $e(\tau(\mu)_{v_{\text{int}}+1})_{\text{inf}}^{(k,\ell)}$ для μ -го участка интерполяции задается следующим соотношением:

$$e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k,\ell)} = \frac{e(\tau(\mu)_0)_{\text{inf}}^{(k,\ell)} + e(\tau(\mu)_{v_{\text{int}}+1})_{\text{inf}}^{(k,\ell)}}{2}.$$

Аналогичным образом восстанавливаются интерполируемые элементы для других участков интерполяции. При этом реконструкция интерполируемых эле-

ментов проводится независимо от других элементов. Данная особенность блокирует возможность распространения ошибок в одном интерполируемом элементе на другие элементы как текущего участка так и других участков интерполяции. Значит, в случае сохранения информации об информативных элементах ДОС исключается возможность появления лавинного эффекта относительно распространения искажений.

Ошибка $\varepsilon(\mu; \phi)^{(k, \ell)}$ в процессе реконструкции интерполируемого элемента $e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ называется ошибкой интерполирования. Такая ошибка зависит от степени отклонения значения элемента $e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ от значения исходного интерполируемого элемента $e(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$, а именно:

$$\varepsilon(\mu; \phi)^{(k, \ell)} = |e(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)} - e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}|.$$

В соответствии с данным соотношением наибольшее значение модуля разности $|e(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)} - e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}|$ не будет превышать величины динамического диапазона $\bar{d}_e^{(k, \ell)}$ дифференциально описанной spectroграммы, т.е.

$$|e(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)} - e'(\mu; \phi)_{\text{int}}^{(k, \ell)}| \leq \bar{d}_e^{(k, \ell)}.$$

Отсюда значение ошибки интерполяции для предложенного структурно-комбинаторного подхода относительно синтаксического представления информативной ДОС будет ограничено величиной $\bar{d}_e^{(k, \ell)}$:

$$\varepsilon(\mu; \phi)^{(k, \ell)} \leq \bar{d}_e^{(k, \ell)}.$$

Для оценки целостности видеоинформационного ресурса используется количественный показатель степени потерь качества реконструируемых видеок кадров с позиции их визуального восприятия. Одним из таких показателей является пиковое отношение сигнал/шум h . Формула для определения h при известном значении δ_{int} среднеквадратического отклонения реконструируемого видеок кадра относительно исходного задается следующим образом:

$$h = 20 \lg(256 / \delta_{\text{int}}).$$

Здесь значение δ_{int} обусловлено ошибками интерполирования ДОС. Тогда, если оценка среднеквадратического отклонения проводится для отдельной spectroграммы, формулы для ее среднего $\delta_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ и максимального $\delta(\max)_{\text{int}}^{(k, \ell)}$ значений имеют соответственно такой вид:

$$\delta_{\text{int}}^{(k, \ell)} = \sqrt{\frac{\sum_{\mu=1}^{\mu_{\text{int}}} \sum_{\phi=1}^{\phi_{\text{int}}} (\varepsilon(\mu; \phi)^{(k, \ell)})^2}{T-1}};$$

$$\delta(\max)_{\text{int}}^{(k, \ell)} = \bar{d}_e^{(k, \ell)} \sqrt{n_{\text{int}} / (T-1)}.$$

Оценка величины h для разных режимов интерполяции ДОС представлена в виде диаграмм на рис. 3.

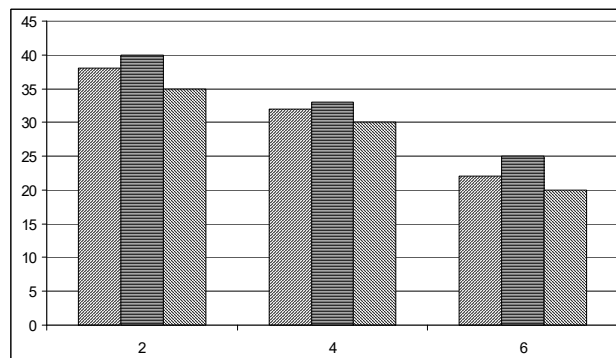


Рис. 3. Диаграммы зависимости величины h_{min} от

$$n_{\text{int}} \text{ и } \bar{d}_e^{(k, \ell)}$$

Оценка проводилась в зависимости от количества n_{int} интерполируемых элементов и значения динамического диапазона $\bar{d}_e^{(k, \ell)}$ ДОС. По результатам анализа полученных диаграмм можно утверждать следующее:

- с одной стороны, степень потери качества реконструируемых видеок кадров с позиции оценки ПОСШ для разных режимов интерполяции находится на допустимом уровне (не ниже 25 дБ). Это создает потенциал для реализации предложенного структурно-комбинаторного подхода в системах обеспечения безопасности динамических ВИР;

- с другой стороны, с ростом динамического диапазона элементов ДОС величина ПОСШ резко снижается (в среднем на 15 дБ при увеличении длины ДОС в 2 раза). Это ограничивает возможности по решению вопросов дисбаланса между доступностью и целостностью ВИР.

Поэтому можно заключить, что для дальнейшего повышения безопасности динамического ВИР на основе предложенного подхода по обработке потока видеок кадров необходимо создать технологии для:

- 1) уменьшения зависимости количества устраняемой избыточности от количества интерполируемых элементов ДОС;
- 2) снижения уровня динамического диапазона элементов дифференциально описанной spectroграммы, как параметра, влияющего одновременно на повыше-

ние количества исключаемой избыточности и уровня целостности ВИР.

3. Выводы

1. В процессе обработки Р-кадров, обеспечивающей дополнительное снижения интенсивности их кодового представления, устраняются следующие виды избыточности:

1) пространственная избыточность, учитывающая наличие внутрикадровых закономерностей, а именно когерентность свойств фрагментов кадров;

2) временная избыточность, которая основывается на выявлении межкадровых закономерностей, а именно наличие корреляционных закономерностей между соответствующими компонентами трансформант смежных кадров;

3) психовизуальная избыточность, т.е. избыточность вызванная особенностями зрительной системы по восприятию видеоизображений. Такой вид избыточности учитывается как для внутрикадровой обработки, так и для межкадровой. На внутрикадровом уровне учитывается меньшая чувствительность зрительной системы относительно коррекции высокочастотных компонент;

4) межкадровая (временная) психовизуальная избыточность на уровне обработки дифференциально описанных спектрограмм, что обусловлено особенностями ограниченной чувствительности зрительной системы относительно коррекции отдельных частотных составляющих.

2. Обоснован и построен подход для эффективного синтаксического описания дифференциально описанных спектрограмм, являющихся составляющими слотов Р-кадров, на основе структурно-комбинаторного представления. Здесь учитываются два направления, связанных с учетом психовизуальных особенностей восприятия незначительных изменений в последовательности кадров. В данном случае дополнительно устраняется психовизуальная избыточность в направлении временной оси. Для этого используется технология, базирующаяся на коррекции элементов ДОС под особенности модели зрительного восприятия путем интерполяции элементов ДОС.

3. Построена модель оценки целостности динамического видеоинформационного ресурса путем нахождения нижней границы пикового отношения сигнал шум реконструируемых ДОС относительно исходных с учетом процесса интерполяции.

По результатам анализа полученных диаграмм можно утверждать, что степень потери качества реконструируемых видеок кадров с позиции оценки ПОСШ для разных режимов интерполяции находится на допустимом уровне (не ниже 25 дБ). Это создает потенциал для реализации предложенного структурно-комбина-

торного подхода в системах обеспечения безопасности динамических ВИР.

Литература: 1. *Андреев А.* Применение видеоконференцсвязи в Вооружённых силах иностранных государств / А.Андреев, В.Аржанов, К.Семёнов // Зарубежное военное обозрение. 2008. № 7. С.19 – 25. 2. *Баранник В.В.* Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.С. Кулица // Монография. Черкассы, 2015. 143 с. 3. *Баранник В.В.* Обоснование значимых (актуальных) угроз безопасности видеоинформационного ресурса систем видеоконференцсвязи профильных систем управления / В.В. Баранник, А.В. Власов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2014. № 3. С. 23 – 27. 4. *Баранник В.В.* Селективный метод шифрования видеопотока в телекоммуникационных системах на основе приховування базового I-кадру / В.В. Баранник, Д.І. Комолов, Ю.М. Рябуха // Наукоємні технології. 2015. № 2. С. 69 – 77. 5. *Баранник В.В.* Модель оценки информативности слота Р-кадров на основе выявления структурно-градиентных межтрансформантных ограничений / В.В. Баранник, С.С. Шульгин // АСУ и приборы автоматики. 2015. №171. С. 12 – 21.

Транслитерованный список литературы: 1. *Andreev A.* Primenenie videokonferencsvjazi v Vooruzhjonnyh silah inostrannyh gosudarstv / A.Andreev, B.Arzhanov, K.Semjonov // Zarubezhnoe voennoe obozrenie. 2008. № 7. S.19 – 25. 2. *Barannik V.V.* Metod povyshenija informacionnoj bezopasnosti v sistemah videomonitoringa krizisnyh situacij / V.V. Barannik, Ju.N. Rjabuha, O.S. Kulica // Monografija. Cherkassy, 2015. 143 s. 3. *Barannik V.V.* Obosnovanie znachimyh (aktual'nyh) ugroz bezopasnosti videoinformacionnogo resursa sistem videokonferencsvjazi profil'nyh sistem upravlenija / V.V. Barannik, A.V. Vlasov // Informacionno-upravljajushhie sistemy na zheleznodorozhnom transporte. 2014. № 3. S. 23 – 27. 4. *Barannik V.V.* Selektivnij metod shifruvannja videopotoku v telekomunikacijnih sistemah na osnovi prihovuvannja bazovogo I-kadru / V.V. Barannik, D.I. Komolov, Ju.M. Rjabuha // Naukoemni tehnologii. 2015. № 2. S. 69 – 77. 5. *Barannik V.V.* Model' ocenki informativnosti slota R-kadrov na osnove vyjavlenija strukturno-gradientnyh mezhttransformantnyh ogranichenij / V.V. Barannik, S.S. Shul'gin // ASU i pribory avtomatiki. №171. 2015. S. 12 – 21.

Поступила в редколлегию 11.11.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Безрук В.М.

Баранник Владимир Викторович, д-р техн. наук, профессор, начальник кафедры Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации, семантической обработки изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков - 23, ул. Сумская, 77/79, тел. 8 050-3038971.

Шульгин Сергей Сергеевич, соискатель Киевского Национального авиационного университета. Научные интересы: обработка видеоинформации и безопасность инфокоммуникационных систем. Адрес: Украина, Киев, пр. Космонавта Комарова, 1.