

ТЕЛЕКОМУНИКАЦІЇ

УДК 621.327:681.5

МЕТОД КОДИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМАНТ ЗНАЧИМЫХ МИКРОСЕКМЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА

БАРАННИК В.В., БАБЕНКО Ю.М.,
ЕРОШЕНКО В.П., ШУЛЬГИН С.С.,
БАРАННИК Вал.В.

Показывается наличие дисбаланса, вызванного недостаточным уровнем производительности современных и перспективных инфокоммуникационных технологий относительно информационной интенсивности битовых потоков. Обосновывается, что снижение уровня дисбаланса организуется в результате повышения эффективности технологий обработки информации. Доказывается, что на данный момент базовой концепцией для построения технологий компрессионного представления является платформа JPEG. В соответствии с этим, предлагается организовывать дальнейшее развитие методов обработки видеоресурсов с использованием отдельных компонент платформы JPEG в направлении повышения целостности информации в условиях обеспечения требуемого уровня ее доступности. Излагается разработка базовой концепции обработки сегментированных видеок кадров с использованием ядра технологии JPEG, которая базируется на следующих аспектах: создаются условия для дифференциальной обработки сегментов видеок кадра с учетом их предыдущей идентификации в зависимости от их значимости из позиции сохранения нужного уровня целостности видеоресурсов; обеспечивается совместимость процессов идентификации сегментов и их обработки с использованием JPEG платформы. Показывается, что созданные методы кодирования видеоресурса на основе разработанной концепции обработки значимых сегментов обеспечивают снижение времени доставки информации в условиях требуемого уровня ее целостности, т.е. достигается повышение уровня информационной безопасности.

Ключевые слова: видеоизображение, целостность информации, компрессионное кодирование, области когерентности.

Введение

Последнее десятилетие характеризуется наличием тенденции быстрого развития инфокоммуникационных технологий. Внедряются концепции 5G для телекоммуникационных технологий мобильного сегмента, развиваются квантовые концепции. Однако это не снижает уровня дисбаланса между пропускными способностями существующих и перспективных ИТ и уровнем информационной интенсивности битовых потоков [1 – 10]. Это составляет угрозу потери уровня информационной безопасности по категориям доступности и целостности информационного ресурса. Такие угрозы в наибольшей степени

характерны в случае обработки и передачи динамического видеоресурса с использованием беспроводных мобильных ИТ. Потери уровня информационной безопасности значимо проявляются в процессе управления объектами критической инфраструктуры. Поэтому повышение безопасности видеоинформационных ресурсов в системе управления объектами критической инфраструктуры является *актуальной научно-прикладной проблематикой*.

Снижение уровня дисбаланса организуется в результате повышения эффективности технологий обработки информации [6 – 15]. В соответствии с этим предлагается организовывать дальнейшее развитие методов обработки видеоресурсов в направлении повышения доступности видеоинформации в условиях обеспечения требуемого уровня ее целостности. Это непосредственно и составляет *цель исследований*.

Анализ литературы

Методы, использующие технологические этапы, связанные с устранением психовизуальной избыточности, в том числе концепции платформы JPEG, относятся к классу методов обработки видеок кадров с внесением коррекций в соответствии с моделью зрительного восприятия. Степень таких искажений оценивается показателем σ визуальных оценок по восприятию реконструируемых видеоснимков (ВРВ).

В таких компрессионных системах основная доля снижения битового объема достигается в результате устранения количества психовизуальной избыточности (до 90 %). Это является причиной потери целостности информации. Наоборот, временные $t(\Theta; S_{pr})_{proc}$ задержки на обработку видеоснимков в режиме PSNR 40 дБ (достаточное качество визуальных оценок реконструируемых видеок кадров) с использованием инфокоммуникационных технологий мобильного сегмента могут достигать нескольких минут [11 – 18]. Следовательно, для технологий на JPEG платформе существует противоречие, обусловленное наличием обратно пропорциональной зависимости между объемом сжатого представления видеок кадра и уровнем его информационной целостности.

Для сохранения целостности видеоинформации в условиях снижения временных задержек в процессе доставки видеок кадров необходимо совершенствовать технологии снижения битового объема. Требуется обеспечить дополнительное снижение битового объема видеоснимков в условиях сохранения целостности информации при заданных ограничениях на временные задержки по обработке. Поэтому совершенствование технологий компрессионной обработки видеоресурсов *предлагается* проводить в направ-

лении локализации противоречия между доступностью, т.е. своевременностью $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$ доставки информации и уровнем ее целостности, оцениваемой показателем PSNR.

Обоснование направления для формирования новой концепции по обработке видеоресурсов

Согласно проведенной оценке недостатков существующих методов снижения битового объема следует, что для снижения временных задержек на доставку видеоснимков с использованием мобильного сегмента инфокоммуникационных систем необходимо [19 – 25]:

1) проводить СБО видеоснимков с контролируемым уровнем визуальных оценок по ВРВ на основе выявления и аппроксимационного описания элементов для областей когерентности;

2) снижать битовый объем относительно кодового описания характеристик областей когерентности не только на основе сокращения статистической избыточности, но и на основе уменьшения структурной избыточности.

Достоинством такого подхода совершенствования методов СБО является то, что на выявление областей когерентности (ОКГ) затрачивается относительно небольшое количество операций, а искажения в результате такой аппроксимации носят контролируемый характер. Это создает потенциальные возможности для организации дополнительного структурного кодирования, что повышает уровень СБО. Кроме того, представление видеоснимков на основе выявления ОКГ является более гибким к изменению структурных свойств участков видеоснимка по сравнению с ортогональными преобразованиями.

Создание методологической базы для выявления значимых сегментов с позиции сохранения семантической целостности видеоресурса

Достижение требуемого уровня доступности информации в условиях сохранения показателей ее целостности на заданном уровне *предлагается* организовывать на основе обеспечения достоверности структурных компонент, соответствующих объектам интереса. Для этого *предлагается* провести идентификацию сегментов $S(X)_{i,j}$

видеокадра по степени их значимости с позиции сохранения необходимого уровня целостности объектов интереса. Данный процесс позволяет установить информационную роль каждого сегмента видеокадра с позиции его информационно-веса вклада в сохранение семантической целостности. При этом информационная значимость сегмента должна учитывать его насыщенность структурными характеристиками, являющимися составляющими объектов интереса. Тогда процесс идентификации сегментов позволяет

выявить значимые сегменты $S'(X)_{i,j}$ с позиции сохранения семантической целостности видеоресурса. Понятно, что такие сегменты несут в себе наибольшую семантическую и структурную информативность, причем идентификацию сегментов *предлагается* проводить по яркостной составляющей. Это объясняется тем, что яркостная составляющая несет основную информационную нагрузку среди остальных цветовых составляющих в цветоразностной модели представления видеокадра.

Здесь требуется учитывать, что сегмент является участком видеоизображения, который в общем случае может содержать в себе области (микрочасти) с различными структурно-статистическими характеристиками. В этом случае усреднение по всем характеристикам приведет к получению грубых оценок относительно информационной значимости всего сегмента (всего участка видеокадра) с позиции формирования семантического образа. В связи с этим, *предлагается* процесс идентификации осуществлять для локализованных участков видеокадра, характеризующихся большей однородностью своих структурно-статистических свойств. Поэтому с методологической позиции *предлагается* оценку информационного вклада сегмента проводить по результатам обработки четырех его микросегментов, а именно $S(X)_{i,j}^{(u)}$, $u = \overline{1, 4}$.

Для таких сегментов выявляются структурно-статистические характеристики.

Соответственно для этого необходимо выявлять значимые сегменты с позиции сохранения семантической целостности (ССЦ) видеоресурса на основе использования системы правил для принятия решения по информации о структурно-статистических свойствах микросегментов.

В основу такой системы правил *предлагается* закладывать следующую концепцию:

1) на первом уровне создается система сравнений показателя $\delta(x;u)$, который характеризует уровень структурно-статистической насыщенности u -го микросегмента, с пороговыми значениями δ_{min} и δ_{max} . Здесь δ_{max} , δ_{min} представляют собой соответственно верхний и нижний пределы для изменения значений показателя $\delta(x;u)$ уровня структурно-статистической насыщенности u -го микросегмента по яркостной составляющей. В соответствии с позиционированием величины $\delta(x;u)$ относительно пороговых значений δ_{min} и δ_{max} принимается решение относительно уровня структурно-статистической насыщенности микросегмента;

2) на втором уровне строится система правил принятия решения относительно значимости

всего сегмента с позиции ССЦ видеоресурса на основе использования информации о количестве микросегментов с различным уровнем структурно-статистической насыщенности.

Обоснование концептуальных составляющих относительно представления видеоресурсов для повышения их доступности и целостности

Рассмотрим обоснование выбора базовой концепции для создания дифференцированной обработки сегментов видеокадра с различной информационной нагрузкой с позиции ССЦ видеоресурса. Для снижения объемов видеоресурсов в инфокоммуникационных системах используется несколько десятков технологических решений [1 – 15]. Здесь требуется учитывать, что наибольшее количество избыточности в изображениях, обусловлено наличием психовизуальных особенностей зрительного аппарата. Особенности зрительной системы человека состоят в ограниченной чувствительности относительно восприятия видеосцены, а именно в области цветового отображения по сравнению с яркостным, и в области высоких частот по сравнению с областью низких частот. Поэтому технологические решения в этой области различаются в основном подходами относительно выявления и устранения психовизуальной избыточности видеокадров.

Наибольшее применение и стандартизированность имеют решения на базе JPEG платформы. Это обусловлено в том числе тем, что JPEG платформа является одной из наиболее эффективных технологических концепций относительно сокращения психовизуальной избыточности. Данная платформа лежит в основе кодеков, используемых для уменьшения битового объема (*свойство сжатия битового объема синтаксического описания видеоресурсов*) подвижных и статических видеокадров. В связи с этим в качестве базовой технологической концепции по кодированию сегментов видеокадров в условиях их дифференцированной обработки с учетом информационной роли в сохранении семантической целостности видеоресурса *предлагается* использовать JPEG ориентированные технологии. Это обосновывается тем, что здесь обработка сегментов видеокадра организуется в пространственно-спектральном представлении с использованием таких механизмов:

- 1) обработка сегментов видеокадра организуется с использованием технологий коррекции синтаксического описания с учетом визуального восприятия. Это создает условия для обработки в режиме сохранения семантической целостности видеоресурсов;
- 2) учет структурно-статистических и психовизуальных закономерностей. Это создает условия для устранения различных видов избыточности

и соответственно снижения объема видеоресурса для обеспечения его доступности.

Данные технологии реализуются путем использования четырех базовых компонент ядра JPEG платформы, а именно:

1. Преобразование исходной модели цветового описания RGB в цветоразностное для выделения яркостной и двух дополняющих монохромных составляющих. Наличие такого технологического этапа предполагалось в процессе идентификации сегментов, где оценка уровня структурно-статистической насыщенности осуществляется для сегментов только яркостной составляющей цветоразностной модели. *Значит, можно заключить, что данный технологический этап JPEG платформы является совместимым с технологией идентификации сегментов.*

2. Сегментированная обработка видеокадров, что создает условия для: выделения их локально-однородных участков видеоизображения; снижения суммарного количества операций, затрачиваемых на выполнение последующих этапов процесса обработки. Данный этап состоит в обработке не всего сразу видеокадра, а по его отдельным частям. Это позволяет учитывать однородность свойств для локальных участков и сокращать вычислительные затраты.

3. Формирование пространственно-спектрального представления сегментов для выделения компонент, несущих основную энергетическую составляющую в области низких частот спектра. Здесь необходимо учитывать то, что процесс идентификации обеспечивает выявление локальных сегментов видеокадра в зависимости от их информационной значимости для ССЦ видеоресурса. Для обеспечения совместимости технологического ядра JPEG платформы с процессом идентификации сегментов *требуется использовать преобразования локальных участков видеокадра. Наиболее эффективным здесь является двумерное дискретное косинусное преобразование.*

4. Построение синтаксического описания сегментов в пространственно-спектральном представлении с использованием механизмов квантизации трансформант для учета особенностей визуального восприятия видеоизображений и методов структурно-статистического кодирования. Квантизация, т.е. коррекция компонент пространственно-спектрального описания сегментов с учетом психовизуальных особенностей, заключается в скалярном квантовании компонент трансформант с использованием фактора f потерь качества. Значение фактора f регулирует баланс между:

– с одной стороны, обеспечением уровня доступности информации за счет повышения коли-

чества устранимой психовизуальной избыточности, т.е. снижения объема видеокadra (f увеличивается);

– с другой стороны, сохранением заданного уровня целостности видеоресурса путем снижения потерь качества видеокadra (f снижается).

При этом зависимость между повышением доступности и потерей целостности видеоресурса путем установления значения фактора f зависит от уровня структурно-статистической насыщенности микросегментов. Чем больше такой уровень, тем меньше значение f , для которого возможно достижение баланса между доступностью и целостностью видеоресурса, и наоборот.

Существуют пределы относительно увеличения фактора потерь качества (ФПК), после которых наступают непредсказуемые и неконтролируемые потери целостности информации, причем это наиболее существенно проявляется для видеокadров с высоким уровнем структурно-статистической насыщенности. *Поэтому для локализации данного недостатка предлагается величину фактора f выбирать с учетом значимости сегментов для сохранения семантической целостности видеоресурса.* Соответственно это обеспечивает технологическую совместимость процесса идентификации сегментов и их обработку в спектральном пространстве с использованием платформы JPEG.

Вторая технологическая составляющая относится к этапам обработки квантизированной трансформанты и непосредственного формирования кодовых конструкций. Здесь организуется выявление и сокращение структурной и статистической избыточности. Для этого в технологиях JPEG платформы используется концепция, включающая в себя следующие этапы [20 – 25]:

1) на первом этапе осуществляется выделение длин $\ell(y; u)_\alpha^{(i;j)}$ цепочек, состоящих из компонент трансформанты, которые имеют после квантизации нулевые значения;

2) на втором этапе обработки формируются две последовательности, а именно $L(y; u)_{i,j}$ и $K(y; u)_{i,j}$, соответственно определяемые как:

$L(y; u)_{i,j}$ – вектор длин $\ell(y; u)_\alpha^{(i;j)}$ областей незначимых компонент u -й трансформанты, т.е.

$$L(y; u)_{i,j} = \{ \ell(y; u)_1^{(i;j)}, \dots; \ell(y; u)_\alpha^{(i;j)}, \dots; \ell(y; u)_{v(u)}^{(i;j)} \};$$

$K(y; u)_{i,j}$ – вектор значимых компонент $k(y; u)_\alpha^{(i;j)}$ для u -й трансформанты, т.е.

$$K(y; u)_{i,j} = \{ k(y; u)_1^{(i;j)}, \dots; k(y; u)_\alpha^{(i;j)}, \dots; k(y; u)_{v(u)}^{(i;j)} \}.$$

Здесь $\ell(y; u)_\alpha^{(i;j)}$ – длина цепочки незначимых компонент (компонент с нулевыми значениями),

предшествующей значимой компоненте $k(y; u)_\alpha^{(i;j)}$; $v(u)$ – количество цепочек незначимых компонент, $\alpha = \overline{1, v(u)}$.

В определении величины $v(u)$ не учитывается последняя цепочка нулевых компонент и DC компонента, т.е. они исключаются из схемы формирования векторов $L(y; u)_{i,j}$ и $K(y; u)_{i,j}$.

Для обработки векторов $L(y; u)_{i,j}$ и $K(y; u)_{i,j}$ с использованием технологии на JPEG платформе, предусматривается набор методов, которые базируются на учете различных, содержащихся в них структурных и статистических закономерностей. В общем случае построение кодовых конструкций для вектора двухкомпонентных картежей $\{ \ell(y; u)_\alpha^{(i;j)}; k(y; u)_\alpha^{(i;j)} \}$ обеспечивается методами, которые разделяются на два подхода [19; 20; 22; 23].

Для первого подхода организуется динамическое статическое кодирование, где используется контекстное моделирование. Оно необходимо для адаптации закона распределения вероятностей появления компонент трансформанты. Такой подход позволяет снизить количество бит, затрачиваемых на информационную составляющую. При этом битовые затраты на представление служебной составляющей, содержащей информацию о вероятностях распределения компонент, снижаются в случае обработки микросегментов с низким уровнем структурно-статистической насыщенности.

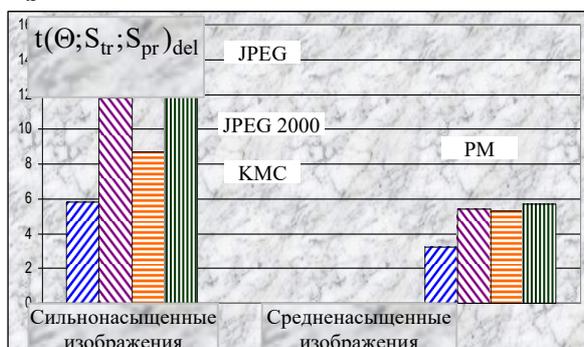
Второй подход связан со статистическим кодированием с фиксированными таблицами (статическая реализация статистического кода). Это позволяет сократить задержку на обработку и битовые затраты на служебную составляющую. Здесь степень адаптации статистической модели к изменяющимся характеристикам трансформант достигается в основном для незначимых сегментов видеокadra. Это обеспечивает снижение длины информационной составляющей кодовой конструкции.

Поэтому существующие технологические решения на базе JPEG платформы относительно обработки векторов двухкомпонентных кортежей наиболее эффективны для незначимых сегментов видеокadров, которые отличаются содержанием микросегментов с низким уровнем структурно-статистической насыщенности. В этом случае статистические свойства двухкомпонентных кортежей являются однородными для соседних микросегментов, а само их содержание характеризуется преобладанием областей когерентности. Тогда, во-первых, сокращаются затраты на служебные данные, а во-вторых, повышается эффективность использования статисти-

ческих методов кодирования, поскольку: увеличивается степень неравномерности распределения величин $\ell(y;u)_\alpha^{(i;j)}$ и $k(y;u)_\alpha^{(i;j)}$; повышается степень статистической зависимости между $\ell(y;u)_\alpha^{(i;j)}$ и $k(y;u)_\alpha^{(i;j)}$.

Экспериментальные оценки

Сравнительная оценка за часовыми задержками $t(\Theta;S_{tr};S_{pr})_{del}$ на передачу кодируемых видеокадров в условиях сохранения их целостности для разных методов приведена на рисунке. Исходная интенсивность битового потока в пересчете на один видеокадр выбиралась из расчета $V(\delta)_{t\Sigma} = 2048 \times 1536 \times 24 = 75$ Мбит. Режим обеспечения уровня целостности видеоинформации отвечает уровню ПОСШ не ниже 35 дБ. Это отвечает достаточному уровню визуального восприятия видеокадров. Передача данных осуществляется по каналам связи со скоростью $S_{tr} = 2,048$ Мбит/с.



Диаграммы зависимости величины $t(\Theta;S_{tr};S_{pr})_{del}$ от процентного содержания сегментов ключевой информации для разных методов обработки видеокадров

Анализ диаграмм, приведенных на рисунке, позволяет сделать следующие выводы:

1. В условиях обеспечения нужного уровня целостности информации временная задержка передачи кодируемых кадров при использовании разработанного метода отвечает требованиям качества видеосервиса. Здесь обеспечивается передача информации в режиме реального времени.
2. Разработан метод формирования эффективно синтаксического представления, который создает условия для обработки видеокадров с разной степенью содержания сегментов ключевой информации в реальном времени с использованием беспроводных телекоммуникационных технологий. Повышение оперативности передачи кодируемых видеокадров с применением созданного метода относительно временных задержек в случае применения стандартизированных подходов находится на уровне 30%.

Выводы

1. Разработан метод выявления значимых сегментов с позиции сохранения семантической целостности видеоресурса на основе использования системы правил для принятия решения по информации о структурно-статистических свойствах микросегментов по яркостной составляющей цветоразностного представления видеокадра. Это позволяет установить с большей адекватностью информационную роль каждого сегмента видеокадра с позиции его информационно-веса вклада в сохранение семантической целостности и сократить временные задержки на обработку (идентификацию). При этом информационная значимость сегмента учитывает его насыщенность структурными характеристиками, которые являются составляющими объектов интереса.

2. Разработана базовая концепция обработки сегментированных видеокадров с использованием ядра технологии JPEG, которая базируется на следующих аспектах: 1) создаются условия для дифференциальной обработки сегментов видеокадра с учетом их предыдущей идентификации в зависимости от их значимости с позиции сохранения нужного уровня целостности видеоресурсов. Это достигается: во-первых, на основе использования технологий коррекции синтаксического описания согласно модели визуального восприятия путем управления фактором потерь качества в процессе квантизации трансформант в зависимости от структурно-статистической насыщенности микросегментов; во-вторых, применением соответствующих методов сокращения структурно-статистических видов избыточности для векторов длин незначимых компонент и векторов значимых компонент трансформант; 2) обеспечивается совместимость процессов идентификации сегментов с их обработкой с использованием JPEG платформы.

Научная новизна. Получил дальнейшее развитие метод идентификации сегментов видеокадра по их значимости относительно сохранения целостности информации. Отличительной характеристикой метода является то, что с помощью пороговых уровней учитывается информационная значимость локальных участков (микросегментов) видеокадра, характеризующихся большей однородностью своих структурно-статистических свойств и классифицируемых предварительно на три типа уровня насыщенности. Это позволяет установить с большей адекватностью информационную роль каждого сегмента видеокадра с позиции его информационно-веса вклада в сохранение семантической целостности и сократить временные задержки на обработку (идентификацию).

Литература: 1. Gao Y., Wang Y., Gupta S. K., and Pedram M. An Energy and Deadline Aware Resource Provisioning, Scheduling and Optimization Framework for Cloud Systems // Proc. of the Ninth IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis, Piscataway, NJ, USA, 2013. P. 1–10. 2. Wang S., Zhang X., Liu X., Zhang J., Ma S. and Gao W. Utility-Driven Adaptive Preprocessing for Screen Content Video Compression // IEEE Transactions on Multimedia. March 2017. Vol. 19, N 3. P. 660-667. 3. Gonzales and R.E. Woods. Digital image processing. Prentice Hall, New Jersey. Edition II. 2002. 1072 p. 4. Tsai W. J. and Sun Y. C. Error-resilient video coding using multiple reference frames // 2013 IEEE International Conference on Image Processing, Melbourne, VIC. 2013. P. 1875-1879. 5. Zhang Y., Negahdaripour S. and Li Q. Error-resilient coding for underwater video transmission // OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, CA. 2016. P. 1-7. 6. Stankiewicz O., Wegner K., Karwowski D., Stankowski J., Klimaszewski K. and Grajek T. Encoding mode selection in HEVC with the use of noise reduction // 2017 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), Poznan. 2017. P. 1-6. 7. Baccouch H., Ageneau P.L., Tizon N. and Boukhatem N. Prioritized network coding scheme for multi-layer video streaming // 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC). Las Vegas, NV, USA. 2017. P. 802-809. 8. Bai X., Wang J. Towards temporally-coherent video matting // Proc. of the 5th international conference on Computer vision/computer graphics collaboration techniques. MIRAGE'11, Springer-Verlag. 2011. P. 63-74. 9. Christophe E., Lager D., Mailhes C. Quality criteria benchmark for hyperspectral imagery // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Sept 2005. Vol. 43, N 9. P. 2103–2114. 10. Zheng B. and Gao S. A soft-output error control method for wireless video transmission // 2016 8th IEEE International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN). Beijing. 2016. P. 561-564. 11. Ji, Sh. and Tong, X. and Zhang, M. Image encryption schemes for JPEG and GIF formats based on 3D baker with compound chaotic sequence generator. 2012. Available via arXiv preprint. arXiv:1208.0999. 12. Ding Z., Chen H., Gao Y., Peng Q. GPU accelerated interactive space-time video matting // Computer Graphics International. 2010. P. 163-168. 13. Lee S. Y., Yoon J. C. Temporally coherent video matting // Graphical Models 72. 2010. P. 25-33. 14. Barannik V.V., Ryabukha Yu.N., Podlesnyi S.A. Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams // Telecommunications and Radio Engineering. 2017. Vol. 76, N7. DOI: [10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40](https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40). 15. Baranova O., Lempiysky V., Kholi P. On detection of multiple object instances using hough transforms // Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans. 2012. P. 177-184. 16. Perrin Chad. The CIA Triad and Engineering Principles for Information Technology Security. Retrieved 31 May 2012. 17. Grundmann M., Kwatra V., Han M., Essa I. Efficient hierarchical graph based video segmentation // IEEE CVPR. 2010. P. 85-91. 18. Barannik, V. and Barannik, Val. Binomial-Polyadic Binary Data Encoding

by Quantity of Series of Ones // 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020). 2020. P. 775-780. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540. 19. Barannik, V. and Barannik, N. and Ryabukha, Yu. and Barannik, D. Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System // 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020). 2020. P. 699-702. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522. 20. Barannik V., Krasnoruckiy A. and Hahanova A. The positional structural-weight coding of the binary view of transformants // East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2013). Rostov-on-Don. 2013. P. 1-4. doi: 10.1109/EWDTS.2013.6673178. 21. Barannik V., Shulgin S.S. The method of increasing accessibility of the dynamic video information resource // 2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET). Lviv. 2016. P. 621-623. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452133. 22. Honda T., Murakami Y., Yanagihara Y., Kumaki T. and Fujino T. Hierarchical image-scrambling method with scramble-level controllability for privacy protection. In: IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS). 2013. P. 1371-1374. DOI: 10.1109/MWSCAS.2013.6674911. 23. Barannik V., Ryabukha Y., Podlesny S. and Barannik D. The information integrity enhance in telecommunication systems with the binomial coding // 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). Kharkov. 2017. P. 547-550. doi: 10.1109/INFOCOMMST.2017.8246459. 24. Barannik V., Podlesny S., Tarasenko D., Barannik D. and Kulitsa O. The video stream encoding method in infocommunication systems // 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). Slavske. 2018. P. 538-541. doi: 10.1109/TCSET.2018.8336259. 25. Barannik V.V., Ryabukha Yu.N., Kulitsa O.S. The method for improving security of the remote video information resource on the basis of intellectual processing of video frames in the telecommunication systems // Telecommunications and Radio Engineering. 2017. Vol. 76, N9. P. 785-797. doi: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i9.40.

Поступила в редколлегию 12.05.2020

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

Баранник Владимир Викторович, д-р техн. наук, профессор, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, тел. 38 063-5219089, e-mail: vvbar.off@gmail.com; orcid.org/0000-0002-2848-4524.

Бабенко Юрий Михайлович, аспирант, Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко. Научные интересы: кибербезопасность. Адрес: Украина, 01033, Киев, ул. Владимирская, 60, тел. 38 063-

5219089, e-mail: babenkomahalych@gmail.com,
orcid.org/0000-0002-8115-3329

Ерошенко Валерий Петрович, канд. техн. наук, преподаватель, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, e-mail: wpEroshenko59@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3175-6444>.

Шульгин Сергей Сергеевич, докторант Черкасского государственного технологического университета. Научные интересы: информационная безопасность, семантическая обработка видеоизображений. Адрес: Украина, Черкассы, бул. Шевченко, 460, e-mail: serge.shoolgin@gmail.com; orcid.org/0000-0001-5174-290X.

Баранник Валерий Владимирович, студент Харьковского национального университета радиоэлектроники. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, e-mail: valera462000@gmail.com

Barannik Vladimir Viktorovich, Dr. Sci., Professor, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozhedub. Scientific interests: semantic image processing. Address: Ukraine, 61023, Kharkov, Sumskaia St., 77/79, tel. 38 063-5219089, e-mail: vvbar.off@gmail.com; orcid.org/0000-0002-2848-4524.

Babenko Yuriy Mikhailovich, postgraduate student, Kyiv National University Taras Shevchenko. Scientific interests: cybersecurity. Address: Ukraine, 01033, Kiev, Vladimirskaia St., 60, tel. 38 063-5219089, e-mail: babenkomahalych@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8115-3329

Yeroshenko Valerii Petrovich, PhD, Lecturer, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozhedub. Address: Ukraine, 61023, Kharkov, Sumskaia St., 77/79, e-mail: wpEroshenko59@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3175-6444>.

Sergii S. Shulgin, doctoral student, Cherkassy State Technological University. Scientific interests: information security, semantic processing of video images. Address: Ukraine, Cherkassy, bul. Shevchenko, 460, e-mail: serge.shoolgin@gmail.com; orcid.org/0000-0001-5174-290X.

Barannik Valery Vladimirovich, student of the Kharkiv National University of Radioelectronics. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki Ave., 14, e-mail: valera462000@gmail.com