

V.G. Ivanenko, N.V. Ushakov

National Research Nuclear University MEPhI, 31, Kashirskoe sh., Moscow, 114509, Russian Federation  
e-mail: VGIvanenko@mephi.ru, ORCID iD is 0000-0003-0823-5501; e-mail: u.nick@inbox.ru, ORCID iD is 0000-0001-7347-239X

### **Digital video watermarking**

*Keywords: digital watermarks, video, embedding information, dew*

*The paper proposes the DEW watermarking algorithm for copyright protection of MPEG streams. The solution to copyright protection of media content is based on embedding digital watermarks. This paper reviews different watermarking methods using discrete cosine transform (DCT). The DEW algorithm embeds label bits by selectively discarding high frequency DCT coefficients in certain image regions. Metrics for which DEW method is most effective are defined. The performance of the proposed watermarking algorithm is evaluated by the robustness of the watermark, the size of the watermark, and the visual degradation the watermark introduces. These performance factors are controlled by three parameters, namely the energy difference, the number of DCT blocks used to embed a single watermark bit, and the lowest DCT coefficient that we permit to be discarded. The watermark was subject to wide range of attacks: re-encoding, cutting, re-labeling, changing of bit-rate. The resulting model can be used for video copyright protection.*

В.Г. Иваненко, Н.В. Ушаков

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Каширское шоссе, 31, г. Москва, 115409, Россия,  
e-mail: VGIvanenko@mephi.ru, ORCID iD is 0000-0003-0823-5501; e-mail: u.nick@inbox.ru, ORCID iD is 0000-0001-7347-239X

### **ВСТРАИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ВИДЕОЗАПИСИ**

*Ключевые слова: цифровые водяные знаки, видеозапись, встраивания информации, дифференциальное встраивание энергии*

*В статье предлагается алгоритм встраивания информации за счет энергетической разности между коэффициентами (ДЭВ), предназначенный для защиты авторского права на видеозаписи формата MPEG. Решение проблемы защиты авторского права в цифровой среде основывается на использовании понятия цифрового водяного знака. Рассматриваются алгоритмы внедрения ЦВЗ на основе дискретного косинусного преобразования (ДКП). Определяются значения показателей для метода ДЭВ, при которых он наиболее эффективен. Алгоритм ДЭВ встраивает каждый бит ЦВЗ за счет удаления некоторых высокочастотных коэффициентов ДКП в кадрах видеопотока. Производительность алгоритма определяется устойчивостью ЦВЗ, размером ЦВЗ, а также показателем невидимости ЦВЗ. Эффективность алгоритма зависит от трёх параметров: разности энергий  $D$ , количества блоков ДКП, в которые встраивается один бит ЦВЗ и количества коэффициентов ДКП, которые можно будет удалить. В качестве возможных атак на видеозапись рассматривались перекодирование, обрезка, повторное наложение последовательности ЦВЗ, изменение битрейта. Результирующая модель может быть использована для защиты авторского права на видеозаписи.*

В настоящее время широко распространена передача видеозаписей через интернет. В связи с легкостью копирования видеозаписей число нарушений авторских прав на такие работы неумолимо растет путем их размещения на различных пиратских сайтах, поэтому проблема защиты авторских прав на видеозаписи становится всё более актуальной. Одним из основных технических средств защиты информации в видеозаписях является встраивание в защищаемый объект невидимых меток – цифровых водяных знаков [1,6].

Цифровой водяной знак [ЦВЗ] – это специальная метка, встраиваемая в контейнер с целью защиты авторских прав и подтверждения целостности контента. ЦВЗ применяются для защиты от несанкционированного использования и копирования видеозаписей, с помощью ЦВЗ возможно отследить нарушителя, создающего неправомерные копии [4]. ЦВЗ, используемые для защиты видеозаписей, чаще всего

## ВСТРАИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ВИДЕОЗАПИСИ

невидимы, что позволяет скрыть от злоумышленника факт наличия встроенной информации. Для лучшего противостояния атакам ЦВЗ следует распределять по всему контейнеру [2]. Для защиты авторского права в ЦВЗ включают информацию, идентифицирующую легального автора работы, в случае видеозаписей часто в них записываются данные пользователя, который получил разрешение на просмотр.

В различном применении ЦВЗ можно выделить следующие основные аспекты [3]:

- защита авторских прав;
- получение цифрового отпечатка (разные люди получают копии, помеченные разными водяными знаками);
- отслеживание трансляций (телевизионные новости часто содержат водяные знаки, оставленные международными информационными агентствами);
- сокрытие факта обмена информации (стеганография).

Наиболее распространенное преобразование для сжатия видео данных – дискретное косинусное преобразование (ДКП) [1]. Дискретному косинусному преобразованию при сжатии кадров видеозаписи подвергаются блоки  $8 \times 8$  пикселей. После ДКП в каждую ячейку блока вместо значения яркости (цветности) ставится коэффициент ДКП, таким образом получается двумерный энергетический спектр участка изображения. Энергетический спектр изображения обычно сосредотачивается в низкочастотных коэффициентах, и чем меньше отличаются друг от друга значения соседних пикселей, тем ближе к нулю значения более высокочастотных коэффициентов ДКП. Существует три основных метода внедрения информации в видеозаписи формата MPEG, основанных на дискретном косинусном преобразовании: метод встраивания информации на уровне коэффициентов, метод встраивания информации на уровне битовой плоскости и метод ДЭВ, или же метод встраивания информации за счет энергетической разности между коэффициентами [1]. Данные методы встраивают информацию на блоковом уровне кадров MPEG.

Метод встраивания информации на уровне коэффициентов устроен следующим образом: встраивание осуществляется за счет добавления псевдослучайного массива к коэффициентам постоянного тока видеозаписи, сжатой по стандарту MPEG. Данный метод отличается высокой сложностью, а также плохим показателем невидимости ЦВЗ.

Метод встраивания информации на уровне битовой плоскости схож с распространенным методом внедрения ЦВЗ в неподвижные изображения – алгоритмом LSB, то есть встраивание информации в наименее значащие биты. Данный алгоритм [5] обладает небольшой вычислительной сложностью и высокой пропускной способностью, однако ЦВЗ, встроенный данным методом, неустойчив к большинству типу атак на контейнер.

Далее подробнее рассматривается метод встраивания ЦВЗ за счет энергетической разности между коэффициентами, так как он устойчив ко многим видам воздействий на контейнер, а также к сжатию и перекодированию в другой формат. Кроме того, ЦВЗ, встроенный данным методом, невидим для человеческого глаза.

## ВСТРАИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ВИДЕОЗАПИСИ

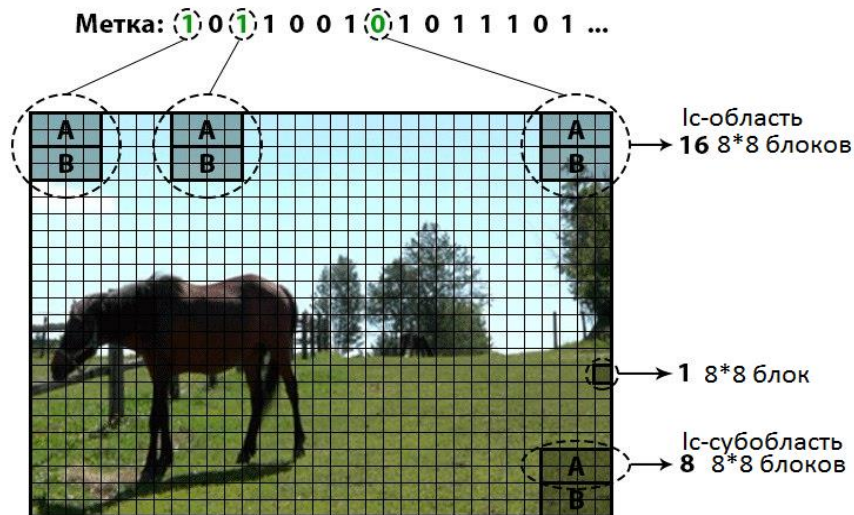


Рисунок. 1. Позиции битов ЦВЗ в кадре.

Концепция метода представлена на рисунке 1. Суть данного метода заключается в том, что каждый бит ЦВЗ встраивается в определенную область модификацией разности энергий между ВЧ коэффициентами верхней и нижней субобластей. Если встраивается 0, то ВЧ коэффициенты нижней области приравниваются нулю, если 1, то верхней области. Таким образом, ЦВЗ встраивается лишь за счет удаления определенных коэффициентов.

Проведенные авторами исследования показали, что ЦВЗ, встроенный в видеозапись, должен быть устойчивым к таким воздействиям как перекодирование, обрезка, повторное наложение последовательности ЦВЗ, изменение битрейта видеозаписи. Получены параметры встраивания ЦВЗ, при которых ЦВЗ невидим для человеческого глаза: порог 15, разность энергий 20, размер области, куда встраивается ЦВЗ, 16. Порог показывает количество коэффициентов ДКП, которые не будут использоваться при встраивании. От разности энергий зависит количество коэффициентов, которое будет удаляться при встраивании одного бита ЦВЗ. Размер области - это количество блоков коэффициентов, в которое будет встраиваться один бит ЦВЗ. На рисунке 2 видно, что при указанных параметрах отличия кадров практически не заметны.



Рисунок. 2. Исходный кадр и кадр со встроенным ЦВЗ

## ВСТРАИВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В ВИДЕОЗАПИСИ

Устойчивость к обрезке, перекодированию, сжатию является преимуществом рассматриваемого метода, так как они являются основными при распространении видеозаписей в сети интернет. В итоге можно сделать вывод, что метод встраивания информации за счет энергетической разности между коэффициентами может служить эффективным средством защиты авторского права на видеозаписи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1.Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография: Салон-Пресс Стратегия развития информационного общества в РФ, 2009
- 2.Langelaar G., Lagendijk R., Biemond J. Real-time Labeling Methods for MPEG-2 Compressed Video // 18th Symposium on Information Theory in the Benelux, 1997.
- 3.Григорьян А.К., Аветисова Н.Г. Методы внедрения цифровых водяных знаков в потоковое видео. Обзор: Информационно-управляющие системы, Выпуск 2(45)/2010
- 4.Иваненко В.Г., Лапшин А.И. Встраивание цифровых водяных знаков методом изменения времени задержки эхосигнала // Безопасность информационных технологий , 2016, №1.
- 5.Иваненко В.Г., Шабаева Я.Р., Защита изображений от модификации с помощью замены наименее значащих бит // Безопасность информационных технологий, 2013, №1.
- 6.Иваненко В.Г., Родченко С.В. Встраивание цифровых водяных знаков в аудиосигналы // Безопасность информационных технологий, 2011, №1.

### REFERENCES:

- 1.Gribunin V.G., Okov I.N., Turincev I.V. Digital steganography: Show-press The strategy of information society development in Russian Federation, 2009
- 2.Langelaar G., Lagendijk R., Biemond J. Real-time Labeling Methods for MPEG-2 Compressed Video // 18th Symposium on Information Theory in the Benelux, 1997.
- 3.Grigoryan A.K., Avetisova N.G. Some methods of digital watermarks video stream integration. A review: IT systems : , Issue 2(45)/2010
- 4.Ivanenko V.G., Lapshin A.I. Inserting digital watermarks by method on delaying echo // IT security , 2016, №1.
- 5.Ivanenko V.G., Shabaeva J.R., Image protection from modification using less significant bit method. // IT security , 2013, №1.
- 6.Ivanenko V.G., Rodchenko S.V. Digital watermarks embedding in audio signals // IT security , 2011, №1.