

С.А. КУЦЕНКО  
**МЕТОД И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ ЦИФРОВОГО  
СЖАТИЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ  
ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ**

---

*Куценко С.А. Метод и программные средства визуализации дефектов цифрового сжатия для технических комплексов телевизионного вещания.*

**Аннотация.** Рассматривается проблема контроля параметров качества телепрограмм в цифровых системах телевизионного вещания. Приводятся методы контроля качества изображения и описываются трудности их автоматизации. Предлагается способ решения данной проблемы, а именно разработка специальных программных средств препроцессинга видеоданных.

**Ключевые слова:** цифровое телевизионное вещание, метрика качества телевизионных изображений, кодек, программные средства препроцессинга видеоданных.

*Kutsenko S.A. Digital coding defects visualization methods and software for TV broadcasting systems.*

**Abstract.** TV programs quality metrics control in digital TV broadcasting systems is considered. Methods of picture quality control are adduced and it's automation complexities are described. The development of video data preprocessing software is proposed as an approach to overcome the problem.

**Keywords:** digital broadcasting, video pictures quality metrics, codec, video data preprocessing software.

---

**1. Введение.** Переход к цифровому телевизионному вещанию существенно усложняет структуру технологического комплекса подготовки и распространения телепрограмм, при этом резко возрастают возможности по их генерации, хранению, компоновке, распределению и ретрансляции. В связи с этим в современной системе телевизионного вещания большую роль играют комплексы входного и выходного контроля качества телепрограмм. Так как на сегодняшний день качество телепрограммы не поддается в полной мере приборному контролю, в комплексах телевизионного вещания существуют видеодисплейные аппаратные, в которых дежурным оператором осуществляется текущий визуальный контроль качества телепрограмм. С переходом к цифровому телевидению значительно возрастает количество транслируемых телевизионных каналов, кроме того цифровым каналам свойственно большое разнообразие типов дефектов и искажений, возникающих при цифровой обработке телевизионного сигнала. Все это значительно увеличивает нагрузку на оператора и снижает эффективность выполняемого им контроля.

**2. Методы контроля качества изображения и способ их автоматизации.** Контроль качества изображения в аналоговых каналах регулируется отечественными и международными стандартами, например, ГОСТ 18471-83 и ГОСТ 19871-83 и отраслевых НД ОСТ 58-21-00, ОСТ 58-23-01. Все перечисленные в этих документах характеристики поддаются измерению, и их контроль может быть полностью автоматизирован. Однако эти характеристики отражают лишь качество тракта и не могут быть использованы для входного контроля поступающих видеоматериалов.

В цифровых системах телевизионного вещания проблема контроля параметров качества стоит еще более остро, чем в аналоговых. Основным методом контроля качества цифровых телевизионных программ остаются субъективные испытания [1]. К настоящему времени предложено большое количество объективных метрик качества телевизионных изображений, некоторые из них получили статус рекомендаций ITU-R [2]. Однако всем им свойственны проблемы, подробно рассмотренные в рекомендации ITU-R BT.813 [3].

Описанные в [3] методы контроля качества изображения делятся на 3 группы:

1. Методы, основанные на использовании искусственных тестовых сигналов.

Несмотря на то, что эти методы кажутся удобными для оценки кодека и к тому же обещают инструмент для разработчика, они плохо соотносимы с производительностью кодека по следующим причинам:

– последовательности из сложных естественных изображений не могут быть удовлетворительно смоделированы при помощи некоторого количества искусственных сигналов;

– ухудшения в качестве могут быть различного характера и трудно классифицируемы по причине своей незаметности (например, специфические искажения могут быть видимы только на текстурированной части изображения);

– значимые объективные меры снижения качества могут быть трудны в определении.

2. Методы, основанные на естественных изображениях и ошибках кодирования.

Последовательности естественных изображений могут рассматриваться как некоторое число областей с различным контентом, каждый из которых по своему нагружает кодек. Следовательно, контент видеоряда будет оказывать существенное влияние на качество восприятия кодируемого изображения зрителем.

Возможно также, что при сравнении двух кодеков, контент видео-ряда повлияет на выбор лучшего из них. Это подчеркивает важность выбора тестовых изображений для субъективной оценки (см. [1]).

3. Метод, основанный на нормированной среднеквадратичной ошибке.

Часто используемой объективной мерой качества декодированного изображения является среднеквадратическая ошибка кодирования.

Она является средним значением квадрата ошибки кодирования, взятой по всем отсчетам последовательности изображений, и обычно нормируется к полному диапазону амплитуд отсчетов изображений (normalized mean square error (NMSE)). Популярность величины NMSE происходит из математической простоты, но как меру качества декодирования ее нужно использовать осторожно. Она не позволяет различить, например, несколько больших ошибок декодирования (которые могут создавать помехи восприятию) и множество маленьких (которые могут быть незаметными).

Перечисленные проблемы затрудняют построение автоматических систем контроля качества цифровых видеоданных и вынуждают искать альтернативные подходы к решению задачи повышения эффективности работы операторов, осуществляющих входной и выходной контроль качества телепрограмм. Одним из таких решений является разработка специальных программных средств препроцессинга видеоданных, обеспечивающего такую модификацию телевизионного изображения, которая повышает визуальную заметность дефектов цифрового сжатия и тем самым облегчает работу операторов по оценке его качества. Для создания таких программных средств может быть использован адаптивный метод оценки искажений видеоданных при сжатии с потерями в отсутствие референтных видеоданных [4]. Метод позволяет по искаженному входному изображению  $\tilde{I}_m(x, y)$  построить функцию расстояния  $\rho(x, y)$ , которая каждой точке изображения  $\tilde{I}_m(x, y)$  сопоставляет меру ее отклонения от «идеального» изображения, получаемого путем корректировки  $\tilde{I}_m(x, y)$  на основе априорной информации об исходном изображении  $I_m(x, y)$ .

Предполагаемые к созданию программные средства должны выполнять следующие основные действия:

– по входному изображению  $\tilde{I}_m(x, y)$  строить функцию расстояния  $\rho(x, y)$ ;

– формировать выходное изображение для предъявления оператору, используя для этого формулу:

$Im_{out}(x, y) = \alpha \tilde{m}(x, y) + (1 - \alpha) p(x, y)$ , где  $\alpha$  — параметр прозрачности.

Модельный пример реализации описанных шагов препроцессинга телевизионного изображения представлен на рисунке.

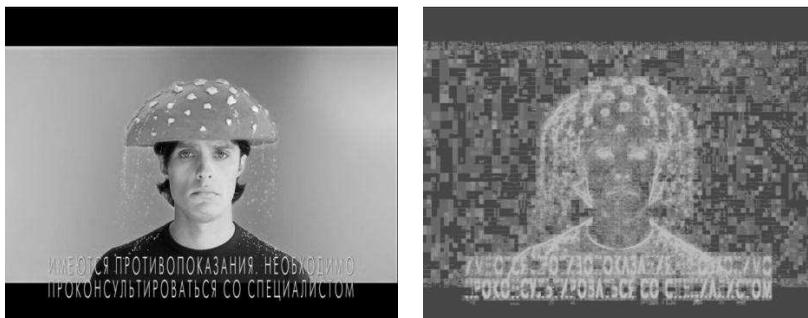


Рис. Пример визуализации дефектов цифрового сжатия. Слева — стандартное телевизионное изображение, поступающее на монитор входного контроля. Справа — обработанное предложенным методом изображение, на котором оператор легко может оценить наличие дефектов цифрового сжатия.

Данный пример показывает, что с помощью препроцессинга телевизионного изображения можно визуализировать дефекты цифрового сжатия, которые оператор в противном случае может не заметить.

**3. Заключение.** Применение предложенного препроцессинга особенно актуально в связи с тем, что качество телевизионных приемников, используемых населением для просмотра телепрограмм, неуклонно возрастает. В частности, широко распространены телевизоры с большой диагональю экрана. В то же время, в комплексах контроля используют небольшие мониторы. Вследствие этого дефекты, которые отчетливо видны зрителям, на контрольных мониторах могут быть не видны. Создание и внедрение специальных программных средств препроцессинга видеоданных позволит преодолеть эту проблему.

### Литература

1. Methodology for the subjective assesment of the quality of television pictures. Rec. ITU-R BT.500-10.
2. Methods for objective picture quality assessment in relation to impairments from digital coding of television signals. Rec. ITU-R BT.813.
3. Objective perceptual video quality measurement techniques for standard definition digital broadcast television in the presence of a full reference. Rec. ITU-R BT.1683.
4. *Цветков О.В.* Методы и модели энтропийной оптимизации систем обработки, хранения и передачи видеоданных. Дисс. д.т.н. СПб.: СПИИРАН, 2011.

**Куденко Светлана Анатольевна** — заместитель начальника отдела ФГУП «ГосНИИПП». Область научных интересов: инфокоммуникационные системы, обработка видеоданных. svetlana.a.kutsenko@mail.ru; ФГУП «ГосНИИПП», Набережная Обводного канала, 29, Санкт-Петербург, 191167, РФ; р.т. +7(812)717-0934.

**Kutsenko Svetlana Anatolievna** — Deputy chief of department, GosNIIPP. Research interest: infocommunication systems, video data streams processing. svetlana.a.kutsenko@mail.ru; GosNIIPP, NaberejnayaObvodnogokanala, 29, St. Petersburg, 191167, Russia; office phone +7(812)717-0934.

Рекомендовано лабораторией автоматизации научных исследований СПИИРАН.  
Статья поступила в редакцию 01.03.2013

## РЕФЕРАТ

### **Куценко С.А. Метод и программные средства визуализации дефектов цифрового сжатия для технических комплексов телевизионного вещания.**

Переход к цифровому телевизионному вещанию существенно усложняет структуру технологического комплекса подготовки и распространения телепрограмм. В связи с этим в современной системе телевизионного вещания большую роль играют комплексы входного и выходного контроля качества телепрограмм. С переходом к цифровому телевидению значительно возрастает количество транслируемых телевизионных каналов, кроме того цифровым каналам свойственно большое разнообразие типов дефектов и искажений, возникающих при цифровой обработке телевизионного сигнала. Все это значительно увеличивает нагрузку на оператора и снижает эффективность выполняемого им контроля.

Основным методом контроля качества цифровых телевизионных программ остаются субъективные испытания. В статье приводятся объективные метрики качества телевизионных изображений и им свойственные проблемы, затрудняющие построение автоматических систем контроля качества цифровых видеоданных. Так же предлагается решение задачи повышения эффективности работы операторов, осуществляющих входной и выходной контроль качества телепрограмм путем разработки специальных программных средств препроцессинга видеоданных. Для создания таких программных средств может быть использован адаптивный метод оценки искажений видеоданных при сжатии с потерями в отсутствие референтных видеоданных.

Применение предложенного препроцессинга особенно актуально в связи с тем, что качество телевизионных приемников, используемых населением для просмотра телепрограмм, неуклонно возрастает. Вследствие этого дефекты, которые отчетливо видны зрителям, на контрольных мониторах могут быть не видны. Создание и внедрение специальных программных средств препроцессинга видеоданных позволит преодолеть эту проблему.

## SUMMARY

### *Kutsenko S.A* .**Digital coding defects visualization methods and software for TV broadcasting systems.**

Transfer to digital broadcasting complicates the architecture of TV programs distribution and preparation technological systems. As a result, incoming and outgoing program quality control complexes play a key role in modern broadcasting system. Transfer to digital broadcasting leads to substantial increase in number of broadcast channels. Moreover, digital TV channels are characterized by a great diversity of distortions and defects, which appear during processing of video signal. All these factors put an extra workload upon operator and reduce efficiency of control.

Subjective tests are basic method of digital TV programs quality control. This article describes objective video image quality metrics and relevant problems, complicating design of automatic digital video data quality control system. Development of special software tools for video data preprocessing is proposed as a method for enhancing efficiency of operators, who are responsible for incoming and outgoing TV programs quality control. For such software design we can use Adaptive method of video data distortion assessment in coding with losses without reference video data

The actuality of preprocessing application is determined by a steady advancing of TV receivers, used by people for watching programs. As a result, defects, clearly observed by spectators, can be unsensed on test monitors. Development and implementation of special software tools for preprocessing will allow to overcome this problem.