

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВТ.1737

**Использование метода кодирования источника видеосигнала из  
Рекомендации МСЭ-T Н.264 (MPEG-4/AVC) для транспортирования  
программного материала ТВЧ**

(Вопрос МСЭ-R 12/6)

(2005)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации описывается применение метода кодирования источника видеосигнала, в соответствии с Рекомендацией МСЭ-T Н.264 (стандарт ИСО/МЭК 14496-10), известного также как MPEG-4/AVC, для транспортирования программного материала ТВЧ для разнообразных радиовещательных приложений.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что существуют приложения, в которых желательно транспортировать программный материал фактически прозрачным способом, т. е. внося минимально заметные искажения, используя пониженную битовую скорость;
- b) что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 (Часть 2) определяются параметры для семейства видеосистем ТВЧ, основанных на применении общего формата изображения, состоящего из 1080 активных строк (с чересстрочной или прогрессивной разверткой) и 1920 пикселей на активную строку;
- c) что в Рекомендации МСЭ-T Н.264<sup>1</sup> определяются алгоритмы для улучшенного метода кодирования с пониженной битовой скоростью;
- d) что спецификации Рекомендации МСЭ-T Н.264 применимы для разнообразных видеосистем и они все чаще используются для самых разных приложений,

*рекомендует,*

**1** чтобы, когда требуется транспортировать программный материал ТВЧ фактически прозрачным способом, используя пониженную битовую скорость, ТВЧ сигнал 1080 × 1920 из Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 (Часть 2) (с чересстрочной или прогрессивной разверткой) кодировался по методу кодирования источника, описанному в Рекомендации МСЭ-T Н.264 с уменьшением битовой скорости до величины, доступной в канале, с параметрами, соответствующими уровням 4 и 4,2 (информативное Приложение 1 содержит данные о параметрах кодирования источника и минимальных средствах для различных элементов видеосистем из Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 (Часть 2); оно также содержит данные о битовой скорости транспортировки программного материала, кодированного таким образом);

**2** чтобы, если доступная битовая скорость особенно мала, то до кодирования источника сигнал ТВЧ мог быть горизонтально передискретизирован до 1440 отсчетов на активную строку.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Рекомендация МСЭ-T Н.264 существует в электронной форме и доступна по адресу: <http://www.itu.int/md/R03-SG06-C-0211/en>.

<sup>1</sup> Стандарт ИСО/МЭК 14496-10, обычно называемый MPEG-4/AVC.

## Приложение 1

### Примерные параметры и минимальные средства для кодирования источника различных элементов видеосистем из Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 со ссылками на Рекомендацию МСЭ-T Н.264

В настоящем Приложении представлены примерные параметры и минимальные средства метода кодирования источника, описанного в Рекомендации МСЭ-T Н.264, которые могли бы быть использованы для сжатия различных элементов видеосистем, описанных в Рекомендации МСЭ-R ВТ.709 (Часть 2). В нем также приведены значения скорости по битам для транспортировки этих сигналов, когда источник закодирован подобным методом.

ТАБЛИЦА 1

#### Примерные параметры кодирования источника для ТВЧ по Рекомендации МСЭ-T Н.264

Член семейства по Рек. МСЭ-R ВТ.709	Уровень	Профиль	Приложение	Битовая скорость (Мбит/с)
1 920 × 1 080 × 60/50i 1 920 × 1 080 × 24/25/30p	4	Высокий 4:2:2	Запись	20–30 <sup>(1)</sup>
	4	Высокий 4:2:2	Распространение	16–20
	4	Высокий 10	Спутниковый сбор новостей	10–15 <sup>(1)</sup>
	4	Высокий	Передача	8–12
1 920 × 1 080 × 60/50p	4,2	Высокий 4:2:2	Запись	30–40 <sup>(1)</sup>
	4,2	Высокий 4:2:2	Распространение	25–30 М <sup>(1)</sup>
	4,2	Высокий 10	Спутниковый сбор новостей	Подлежит уточнению
	4,2	Высокий	Передача	Подлежит уточнению

<sup>(1)</sup> Указанная скорость является ориентировочной.

ТАБЛИЦА 2

#### Профили и предлагаемые средства кодирования

Средства кодирования	Высокий	Высокий 10	Высокий 4:2:2	Высокий 4:4:4
Средства основного профиля	X	X	X	X
Формат кодирования цвета 4:2:0	X	X	X	X
Глубина 8-битового отсчета	X	X	X	X
Адаптивность преобразования 8 × 8 относительно 4 × 4	X	X	X	X
Матрицы округления квантования	X	X	X	X
Раздельное управление QP в C <sub>b</sub> и C <sub>r</sub>	X	X	X	X
Формат монохромного видеосигнала	X	X	X	X
Глубина 9- и 10-битового отсчета		X	X	X
Формат кодирования цвета 4:2:2			X	X
Глубина 11- и 12-битового отсчета				X
Формат кодирования цвета 4:4:4				X
Преобразование остаточного цвета				Подлежит уточнению
Предиктивное кодирование без потерь				Подлежит уточнению

## Приложение 2 [Sullivan 2004]

Рекомендация МСЭ-Т H.264/MPEG-4 (Часть 10) Улучшенное видеокодирование (обычно называемое H.264/AVC) – это последний стандарт из серии международных стандартов кодирования изображений. В настоящее время это – наиболее эффективный и соответствующий последним достижениям стандарт, он был разработан объединенной группой видеоинженеров (JVT), состоящей из группы экспертов МСЭ-Т по видеокодированию (VCEG) и группы экспертов ИСО/МЭК по вопросам кинотехники (MPEG).

Как и в предыдущих стандартах, его техническое решение обеспечивает актуальный баланс между эффективностью кодирования, сложностью реализации и затратами, который базируется на технологии СБИС (центральные процессоры, цифровые процессоры, прикладные интегральные схемы, перепрограммируемые микросхемы и т. д.) современного уровня.

При этом, был создан стандарт, который улучшил эффективность кодирования как минимум вдвое (в среднем) относительно MPEG-2, сохранив затраты в допустимых пределах.

В июле 2004 года к этому стандарту была добавлена новая поправка, получившая название Расширения диапазона достоверности (FRExt, поправка 1), которая показывает еще более высокую эффективность кодирования относительно MPEG-2 и для некоторых ключевых приложений, в потенциале достигая показателя не менее 3:1.

Имея широкий спектр приложений, исходный стандарт H.264/AVC (разработка которого была завершена в мае 2003 г.) был, главным образом, нацелен на изображение "развлекательного качества" с 8-битовым квантованием и форматом цветových отсчетов 4:2:0. Из-за ограничения во времени он не включал в себя поддержку использования в жестких условиях профессионального телевидения, его техническое решение не было нацелено на самое высокое разрешение. Для таких приложений, как доставка программ по каналам связи, распространение программ и студийные монтаж и постобработка, может потребоваться:

- использовать источники с разрешающей способностью более 8 битов на отсчет;
- использовать более высокую разрешающую способность для воспроизведения цвета, чем применяется в потребительских приложениях (т. е. использовать форматы квантования цвета 4:2:2 или 4:4:4, в отличие от формата квантования цвета 4:2:0);
- выполнять монтаж исходного материала, например смешивание по альфа-каналу (процесс смешивания нескольких видеосцен, более известный при передаче прогноза погоды, где он используется для наложения изображения диктора на изображение карты или метеосводки);
- использовать очень высокие битовые скорости;
- использовать очень высокое разрешение;
- достигать очень высокой достоверности – даже воспроизводить некоторые части изображения без потерь;
- избегать ошибок трансформации цветового пространства из-за ошибок округления;
- использовать цветовое представление RGB.

Проект FRExt создал комплект, состоящий из четырех новых профилей, которые все вместе называются *высокими профилями*:

- 1) высокий профиль (HP), поддерживающий 8-битовое квантование видеосигнала с форматом отсчетов 4:2:0, предназначенный для потребительского использования с качеством high-end и для других приложений, использующих видео высокой точности без необходимости расширения цветových форматов или увеличения точности квантования;
- 2) высокий профиль 10 (Hi10P), поддерживающий квантование видеосигнала с форматом 4:2:0 и точностью представления до 10 битов на отсчет;
- 3) высокий профиль 4:2:2 (H422P), поддерживающий квантование цветového сигнала с форматом 4:2:2 и точностью представления до 10 битов на отсчет;
- 4) высокий профиль 4:4:4 (H444P), поддерживающий квантование цветového сигнала с форматом до 4:4:4, точностью представления до 12 битов на отсчет и дополнительно поддерживающий эффективное безошибочное кодирование и целочисленное преобразование

остаточного цвета для кодирования RGB видеосигнала и при этом избегающий ошибок трансформации цветового пространства.

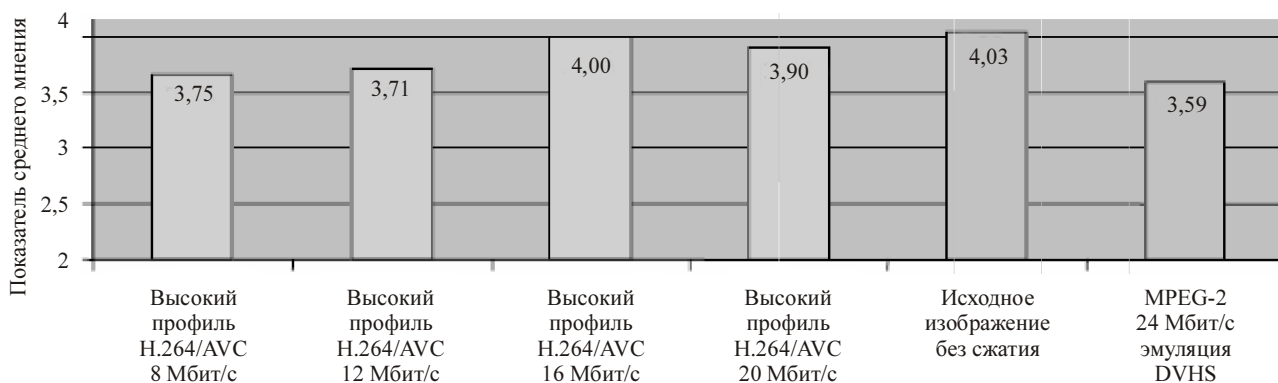
Поскольку стандарт FRExt еще довольно молод и некоторые из его преимуществ являются скорее субъективными, чем объективными, измерить его возможности довольно затруднительно. Одним существенным параметром является результат субъективной оценки качества, выполненный Ассоциацией "Blu-ray Disc" (BDA). Итоговые результаты отчета об испытаниях, информация о котором дана в [Wedi and Kashiwagi, 2004], показаны на рис. 1.

Эти испытания, выполненные на кинопрограмме со скоростью 24 кадра в секунду с прогрессивной разверткой и растром  $1\,920 \times 1\,080$ , показывают следующие номинальные результаты (которые не следует считать точно статистически доказанными):

- Высокий профиль стандарта FRExt, как правило, показывает лучшее качество изображения, чем MPEG-2, используя при этом не более одной трети битов (8 Мбит/с против 24 Мбит/с).
- Высокий профиль стандарта FRExt, как правило, показывает прозрачное (т. е. трудно отличимое от оригинального видеоматериала без компрессии) качество изображения при скорости только 16 Мбит/с.

Оценка качества (3,0), считающаяся приемлемой в этой организации для использования в целом ряде носителей информации высокой точности, была существенно превышена при использовании скорости не более 8 Мбит/с. Кроме того, наблюдались наилучшие показатели качества для метода кодирования H.264/AVC, использованного в данных испытаниях. Таким образом, вполне вероятно, что может использоваться скорость по битам много ниже 8 Мбит/с и при этом будет сохраняться оценка качества 3,0, которая определена как показатель достаточного качества и названа "приемлемая точность" в таких приложениях с высокими требованиями.

РИСУНОК 1  
Сравнение MPEG-2 и H.264

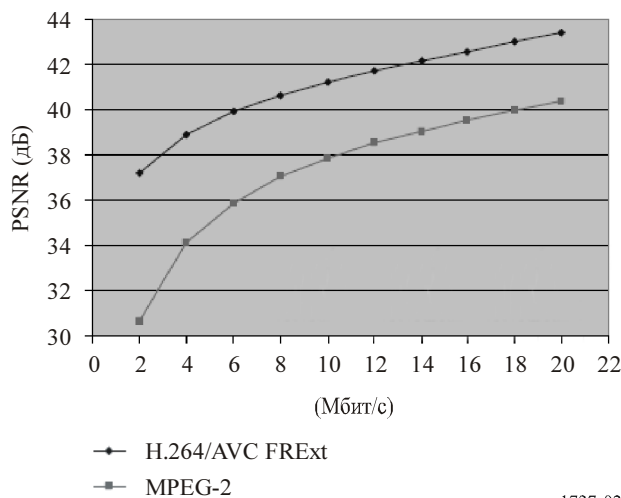


1737-01

Результат примера испытания объективного сравнения (PSNR), выполненного компанией FastVDO<sup>2</sup>, показан на рис. 2. Эти объективные результаты подтверждают высокое качество высокого профиля. (Опять-таки, субоптимальное использование В-кадров делает показанное на рисунке качество более низким для FRExt.)

<sup>2</sup> FastVDO – это компания, которая специализируется на технологиях для сред передачи и программном обеспечении инфраструктуры. Находится в Колумбии, Мэриленд, США.

РИСУНОК 2  
Сравнение PSNR



1737-02

### Справочные документы

SULLIVAN, G.J., TOPIWALA, P. and LUTHRA, A. [August, 2004] The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions. Presented at the SPIE Conference on Applications of Digital Image Processing XXVII, Special Session on Advances in the New Emerging Standard: H.264/AVC.

WEDI, T. and KASHIWAGI, Y. [July 2004] Subjective quality evaluation of H.264/AVC FRExt for HD movie content. Joint Video Team document JVT-L033.

---