

# HEVC: приближение к совершенству

Александр Серов

**Н**овый стандарт видеокompрессии HEVC (или H.265) значительно превосходит по показателям ставший уже привычным H.264, который используется повсеместно в наземном ТВ-вещании и при распространении контента по кабельным сетям. Самое, пожалуй, важное качество H.265 для специалиста эксплуатации, равно как и для интегратора, это вдвое меньшая скорость компрессированного потока по сравнению с H.264 при сохранении того же качества изображения. Условно это можно назвать удвоенной эффективностью компрессии.

Автор данных строк хорошо помнит, как некоторое время назад появление H.264 произвело революцию в эфирном телевидении. Его появление было большим достижением и позволило увеличить емкость эфирных мультиплексов практически вдвое. И здесь, как водится, нужно произнести сакраментальное «нет предела совершенству». Не прошло и нескольких лет, как появился H.265 или HEVC, затмив собой H.264.

Эффективность кодеров год от года растет, однако прирост эффективности с каждой итерацией уменьшается вследствие приближения к пределу, определяемому теорией информации и требованиями к качеству компрессированного изображения. H.265 значительно приблизился к этому пределу, что, во-первых, позволяет сделать выводы о снижении прироста эффективности будущих кодеров (конечно, при сохранении общих принципов, использующихся сейчас для компрессии), а во-вторых, объясняет, почему в названии статьи сказано «приближение к совершенству».

Стандарт H.265 был разработан совместно Международной организацией по стандартизации (ISO) и сектором стандартизации Международного союза электросвязи (МСЭ-Т). Со стороны ISO разработка курировалась группой MPEG, которая в представлении не нуждается, а со стороны МСЭ – группой VCEG, которая известна меньше, но «приложила руки» ко всем стандартам видеокompрессии, начиная с COST211 (H.120). Таким образом, на координацию разработки HEVC были брошены лучшие силы, имеющиеся в распоряжении упомянутых международных организаций.

Как правило, в разработке подобных стандартов участвует множество ведущих компаний, которые предоставляют

свои патенты, как вклад в разработку. В дальнейшем эти организации получают патентные отчисления, окупая инвестиции в исследовательскую деятельность. Сбором патентных отчислений занимаются различные организации. Для H.265 это американская компания MPEG LA, публикующая информацию об условиях, на которых можно использовать стандарт. Для разных стандартов эти условия могут быть различны. Они разнятся, например, для H.264 и H.265. Основное различие заключается в том, что производителям чипсетов-декодеров H.265 не предоставляются скидки в случае больших объемов продаж. На момент написания этой статьи условия были следующими: до 100 тыс. устройств в год – плата не взимается, с каждого последующего устройства взимается плата в размере 20 центов. Более подробная информация находится по адресу: <http://www.mpegla.com/main/Pages/Media.aspx>.

В списке MPEG LA владельцев лицензий есть такие крупные компании, как Apple, NHK, Samsung и другие. Однако некоторые другие гиганты отсутствуют. Например, там нет Google, Sony и Panasonic. Возможно, они будут добавлены позже, а может быть, эти предприятия не участвовали своими патентами, поскольку имеют собственные виды на кусок «видеокompрессионного пирога».

Так какие же цели ставились разработчиками и каких результатов удалось достичь? Как декларируется в совместных материалах ISO и МСЭ, цель была одна – добиться повышенной эффективности, лучших показателей H.265 по сравнению с H.264. В апреле 2014 года в качестве некоторого подведения итогов ISO и МСЭ совместно провели исследования с опубликованием их результатов, демонстрирующих, что успех достигнут.

На рис. 1 приведено сравнение скоростей потоков для одинаковых по качеству изображений разных форматов, компрессированных с применением H.264 и H.265. Хорошо видно, что выигрыш достигается для всех форматов, но наиболее велик он для UHD.

Группой исследователей была проведена субъективная оценка качества компрессии H.265 на базе Би-би-си, а также в университете Западной Шотландии. Субъективная оценка производилась группой экспертов по специальной методике. Оценка выставлялась по 10-балльной шкале для изображений, компрессированных по H.265 и H.264, и имеющих одинаковое отношение сигнал/шум. По оценкам, выставленным экспертами, вычислялось среднее значение (MOS) на доверительном интервале 95%.

При этом экспертам показывалась следующая видеопоследовательность:

- ◆ 1 с – черное поле;
- ◆ 10 с – исходное изображение;
- ◆ 1 с – черное поле;
- ◆ 10 с – компрессированное изображение.

Затем 5 с отводилось на то, чтобы участники выставили свои оценки.

На рис. 2 приведены результаты сравнения качества видеокompрессии H.265 и H.264 для формата Full HD.

Для автоматизации процесса сравнения результатов исследования эффективности различных алгоритмов сжатия применяется метрика BD-Rate (англ. Bjontegaard delta Rate – изменение битовой скорости по Бьентегарду). Величина BD-Rate измеряется в процентах и характеризует среднее изменение битовой скорости (количества бит в секунду) на выходе кодирующей системы, получаемое при использовании тех или иных алгоритмов видеообработки, при сохранении уровня

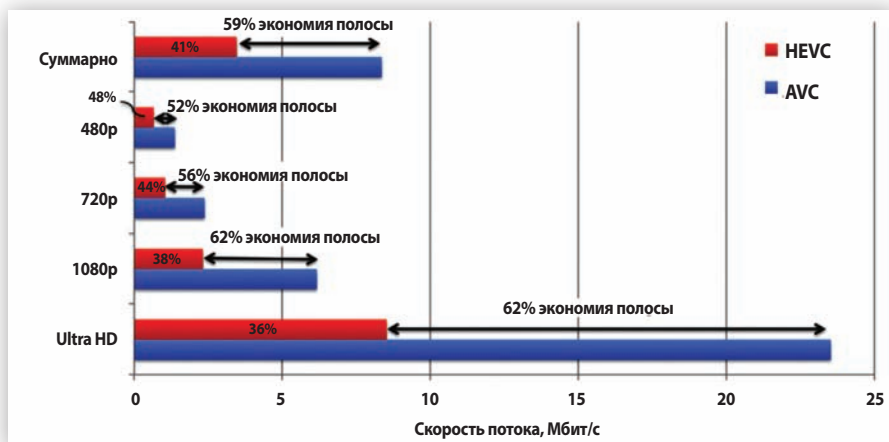


Рис. 1. Сравнение скоростей потока H.264 и H.265

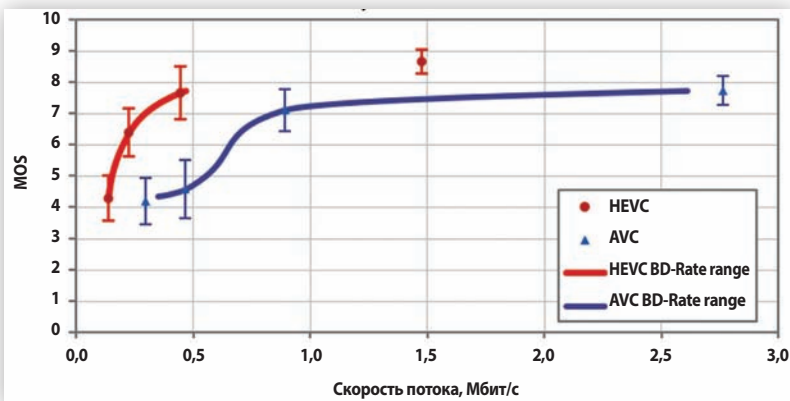


Рис. 2. Результаты субъективного сравнения H.265 и H.264 для изображения Full HD, вариант 1

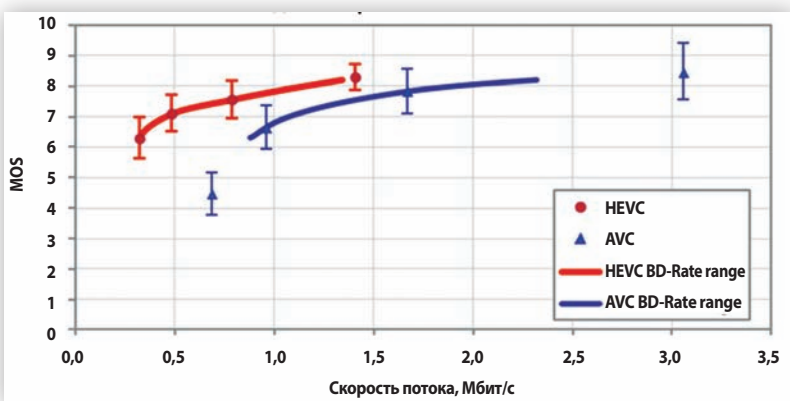


Рис. 3. Результаты субъективного сравнения H.265 и H.264 для изображения Full HD, вариант 2

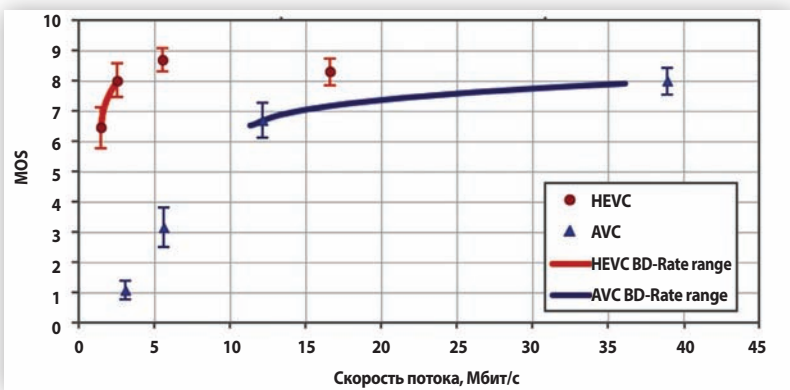


Рис. 4. Результаты субъективного сравнения H.265 и H.264 для изображения Ultra HD, вариант 1

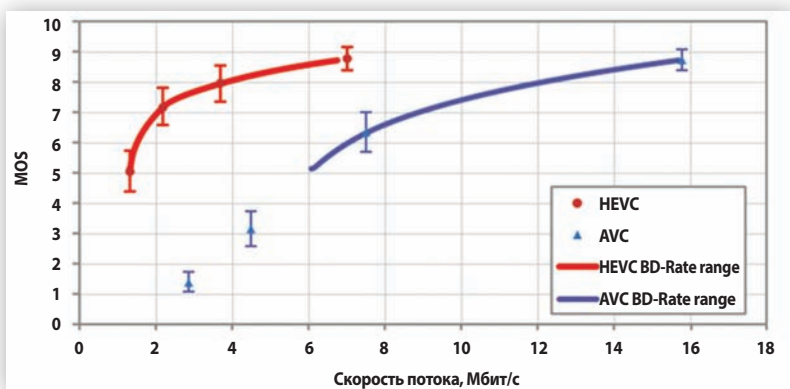


Рис. 5. Результаты субъективного сравнения H.265 и H.264 для изображения Ultra HD, вариант 2

искажений, оцениваемых метрикой. Положительные значения BD-Rate означают рост битовой скорости и эквивалентны относительноному снижению на ту же величину степени сжатия видеоданных. Кроме того, метрика BD-Rate позволяет соотносить получаемые результаты с результатами сторонних исследований. Оценка качества изображения, компрессированного кодером H.264, сначала скачкообразно растет с увеличением скорости потока, а затем увеличение скорости практически не влияет на субъективно воспринимаемое качество. Я думаю, многие, кому приходилось иметь дело с кодерами H.264, наблюдали это явление: действительно, при увеличении скорости потока в определенный момент происходит скачок качества компрессии. Это объясняется особенностями алгоритма сжатия. А вот H.265 ведет себя более понятно и предсказуемо. На кривой оценок изображения, компрессированного кодером H.265, наблюдается более плавное поведение графика. Обратите внимание на различие субъективных оценок для одинаковых значений применяемого объективного параметра BD-Rate. Измерения начинаются с одного значения параметра, которому для обоих кодеров соответствует значение субъективной оценки около 4. Приращение скорости потока кодеров, однако, по-разному влияет на MOS. В случае H.265 значение оценки резко увеличивается, в случае H.264 – увеличивается, но незначительно. В дальнейшем, после прохождения кодером H.264 фазы скачка, изменение скоростей потока и соответствующих оценок коррелирует больше. Также хорошо видно, что выигрыш в полосе пропускания составляет примерно 50%.

Необходимо отметить, что поведение кривой зависимости MOS от скорости потока не является одинаковым для разных изображений. На каких-то изображениях эффект скачка проявляется больше, на каких-то он отсутствует совсем (рис. 3). Также плавность изменения кривой может быть различной. Неизменной является только экономия полосы пропускания. Она колеблется вокруг значения 50% для всех типов изображений и различных форматов. Для иллюстрации этого приведем пример сравнения компрессии H.264 и H.265 для того же формата Full HD, но для другой тестовой «картинки».

Для сравнения можно привести график MOS от скорости потока для изображения формата Ultra HD (рис. 4).

Интересную особенность можно наблюдать для UHD. Если для H.264 субъективное качество возрастает с увеличением скорости потока, то для H.265 в районе 5...10 Мбит/с наступает некий эффект насыщения. Однако подобное поведение опять же контекстно-зависимо, как и в случае Full HD (рис. 5).

Таким образом, в результате проведения экспертных оценок было подтверждено, что разработанный стандарт H.265 имеет более высокую эффективность по сравнению с H.264 и, соответственно, выполненные работы по разработке этого нового стандарта можно считать успешными. ■