

EBU – Recommendation R132



Signal Quality in HDTV Production and Broadcast Services

**Guidelines for technical, operational & creative staff on
how to achieve and maintain sufficient technical quality
along the production chain**

Recommendation

Geneva
April 2011



EBU – Recommendation R 132

Signal Quality in HDTV Production and Broadcast Services

Внимание!

Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность и может содержать отдельные неточности.
Оригинал документа на сайте <https://tech.ebu.ch>

Качество сигнала в производстве и вещании HDTV

Руководство для технического, эксплуатационного и творческого персонала по достижению и поддержанию необходимого технического качества в производственной цепи

Копия для публикации

**Женева
Март 2011**

Система обозначений

Настоящий документ содержит как **нормативный**, так и **информативный** текст.

Весь текст является нормативным, кроме Введения, разделов, отмеченных как «информативные», или отдельных параграфов, начинающихся с «Примечания».

Нормативный текст описывает обязательные или непреложные элементы. Он содержит ключевые слова «должен», «следует» или «можно», определяемые следующим образом:

- «Должен» или «не должен»: Указывает требования, которые нужно строго соблюдать и от которых не допускается отклонений для соответствия документу.
- «Следует» или «не следует»: Указывает, что один из нескольких вариантов рекомендуется как особенно подходящий, не упоминая и не исключая других. ИЛИ что определенный ход действий предпочтителен, но не обязателен. ИЛИ что (в отрицательной форме) определенный вариант или ход действий не рекомендуется, но не запрещается.
- «Можно» или «можно не»: Указывает ход действий, допустимый в рамках документа.

По умолчанию означает обязательные (во фразах, содержащих «должен») или рекомендуемые (во фразах, содержащих «следует») предустановки, которые могут быть опционально изменены пользователем или иметь другие опции в продвинутых приложениях. Обязательные установки по умолчанию должны поддерживаться. Поддержка рекомендуемых установок предпочтительна, но не обязательна.

Информативный текст потенциально полезен для пользователя, но не обязателен и может быть исключен, изменен или дополнен, не влияя на нормативный текст. Информативный текст не содержит ключевых слов соответствия.

Совместимая реализация включает все обязательные условия («должен») и все рекомендуемые условия («следует») в случае их реализации. Совместимая реализация не требует реализации опциональных условий («можно»).

Содержание

1.	Принцип качества	4
1.1	Определение высокого качества	4
1.2	Ожидания потребителей	4
1.3	Обязательства вещателей	4
1.4	Влияние на качество различных платформ распространения	4
1.5	Информированный персонал	4
2.	Обеспечение качества в производстве программ HDTV	5
2.1	Общая часть	5
2.2	Запись, сбор и монтаж	5
	2.2.1 Субдискретизация	5
	2.2.2 Битовая глубина	5
	2.2.3 Чересстрочная развертка	5
2.3	Скорости потока для студийных систем компрессии	5
2.4	Каскадирование различных форматов компрессии	6
2.5	Преобразование стандартов	6
2.6	Контрибуция	6
2.7	Непрерывный мониторинг	6
2.8	HDTV программы на основе киноматериала	6
2.9	Съемка камерами HD в зависимости от их характеристик	7
2.10	Графика и текст	7
2.12	Оценка качества	7
2.13	Звук	7
2.14	Новые мощности телепроизводства	8
3.	Обеспечение качества в передаче программ	8
3.1	Скорости потока для передачи видео	8
3.2	Скорости потока для передачи звука	8
3.3	Громкость	9
3.4	Оценка качества видео	9

Качество сигнала в производстве и службах вещания HDTV

<i>Комитет EBU</i>	<i>Первый выпуск</i>	<i>Переработка</i>	<i>Переиздание</i>
EC-V	2011		

Ключевые слова: Качество сигнала HDTV, Руководство

1. Принцип качества

1.1 Определение высокого качества

Что касается качества телевизионного сигнала, «высокое качество» означает качество, прозрачное к замыслу создателя программ и без видимых артефактов, насколько это экономично и технически целесообразно.

1.2 Ожидания потребителей

Техническое качество становится проблемой для домашней аудитории, когда в принимаемых услугах качество заметно отличается. Естественно, ТВ каналы второсортного качества будут оцениваться ниже, чем каналы высокого качества. Более того, вещательные каналы сейчас оцениваются в свете таких источников как диски Blu ray, обеспечивающие отличное аудиовизуальное качество, превосходящее то, что возможно в большинстве вещательных систем.

Нельзя также не учитывать то, что по мере снижения цен на большие бытовые плоские дисплеи потребность в улучшенном качестве изображения соответственно растет.

1.3 Обязанности вещателей

Вещатели прежде всего должны не забывать о качестве звука и видео, создаваемом в системах производства или в покупаемом материале. Особое внимание нужно уделить работе всей цепи программ и ее влиянию на качество сигнала по мере его прохождения по цепи.

В решениях и выборе производственного оборудования и его влияния на качество необходимо руководствоваться конечным качеством для зрителя, а не (только) качеством, достижимым в студии.

По контенту из студий и архивов необходимо консультироваться с международными стандартами.

Примечание: EBU R112 рекомендует формат изображения 720p50 для передачи HDTV в эфир.

Надлежащий мониторинг, контроль и обслуживание должны быть установлены во всем производственном процессе, а также в распространении зрителям.

1.4 Влияние на качество различных платформ распространения

Каналы распространения с ограниченной скоростью потока значительно снижают достижимое техническое качество. Поэтому следует тщательно выбирать технологию и параметры для каналов распространения HDTV контента.

Цифровая технология позволяет большую гибкость в отношении количества программных каналов, размещаемых в распределительном мультиплексе данной емкости. Существует обратная зависимость между числом программ и скоростью передачи отдельных программ (и, следовательно, качеством сигнала) в мультиплексе. Методы типа статистического мультиплексирования могут несколько увеличить число программ в мультиплексе для данного субъективного качества программ. Такую гибкость цифровой технологии не следует использовать для увеличения числа каналов за счет качества изображения.

Следует заметить, что принятие новых технологий передачи может увеличить емкость платформ распространения. Примеры таких технологий – DVB-T2 и DVB-S2 в отличие от прежних DVB-T и DVB-S соответственно.

Как было сказано выше, способность аудитории к восприятию неадекватного технического качества повышается с размером плоских дисплеев, которые становятся все более доступны.

1.5 Информированный персонал

Все современные цифровые студийные и вещательные системы сейчас используют «компрессию». Творческий, технический и эксплуатационный персонал необходимо обучить для понимания влияния компрессии на их сигналы и влияния обработки в сборе, контрибуции, производстве и распространении

на качество изображения. Следует помнить, например, о большой разнице в производительности (и стоимости) между различными производителями оборудования с компрессией MPEG.

Персонал должен понимать последствия своего выбора ресурсов, например, варианта компрессии в постпроизводстве или выбора скорости передачи данных при бронировании каналов сбора SNG.

Технология компрессии также продолжает развиваться. Обычно основные обновления технологии происходят каждые 6-9 лет, с постепенными улучшениями, часто в программах ПЗУ или в программном обеспечении, вносимыми отдельными производителями в оборудование между основными обновлениями.

На уровне руководства необходим технически грамотный выбор оборудования компрессии и понимание связи между скоростью потока и качеством выбранного оборудования. Также рекомендуется использовать только открытые и стандартизированные форматы компрессии.

Примечание: См. EBU Technical Review 2008 Q3. "HDTV production codec tests".

2. Обеспечение качества в производстве программ HDTV

2.1 Общая часть

Обеспечение высокого качества в производстве программ всегда окупается конечным качеством для зрителя. Производственное качество следует устанавливать не просто по базовому качеству изображению в студии, а с учетом «запаса качества на обработку» для сигнала.

Все системы, используемые в процессе производства программ, должны учитывать сумму этих двух аспектов: базового качества изображения и запаса на обработку.

2.2 Запись, сбор и монтаж

2.2.1 Субдискретизация

Золотое правило для обеспечения качества – использовать только материалы, созданные в 4:2:2, и никогда не использовать в дальнейшем субдискретизированные сигналы яркости и цветности, например, 3:1:1, 4:2:0 или 1440 выборок на строку яркости и т.п.

Старое HD оборудование с субдискретизацией следует снять с производства.

2.2.2 Битовая глубина

Для производства HDTV высшего качества должна быть обязательна глубина 10 бит на выборку.

2.2.3 Чересстрочная развертка

Чересстрочная развертка – самый старый метод аналоговой субдискретизации для сокращения полосы частот, и в будущем ее следует избегать, т.к. современные цифровые системы компрессии работают гораздо лучше чересстрочных. Хотя старые форматы и кратковременные нужды могут быть аргументами в пользу чересстрочной развертки, в любых инвестициях в будущие производственные системы следует планировать только прогрессивную развертку.

Ясно, что производственное качество 1080i/25 будет обеспечиваться потребителю передачей в формате 720p/50 при условии использования хорошего конвертера форматов с компенсацией движения.

Примечание: Форматы изображения HDTV см. в EBU-Tech 3299.

2.3 Скорости потока для студийных систем компрессии

Достаточная скорость потока должна использоваться для обмена материала, записи/хранения и нелинейного монтажа.

- Если формат производства/архивирования основан только на I-кадрах, скорость потока должна быть не менее 100 Mbit/s.
- Если формат производства/архивирования основан на MPEG-2 с длинными GOP, скорость потока должна быть не менее 50 Mbit/s.

Постпроизводство должно быть либо в родном формате, либо использовать другие кодеки 160 Mbit/s или выше.

EBU в настоящее время (март 2011) проводит исследование формата изображения 1080p/50 в рамках стратегической программы по интегрированному HDTV производству на базе файлов. Отчеты о результатах этих тестов будут доступны членам EBU в серии документов BPN.

2.4 Каскадирование разных форматов компрессии

Каскадирования разных форматов компрессии следует избегать, т.к. оно быстро ведет к ухудшению общего качества изображения. Гораздо лучше выбрать одно семейство компрессии для телепроизводства в производственной цепи, т.к. это повышает эффективность производства и исключает процессы конверсии, отнимающие время и качество.

2.5 Преобразование стандартов

Оборудование для преобразования стандартов должно содержать компенсацию движения для любого необходимого преобразования частоты кадров, или качество изображения будет сильно ухудшено дрожанием. В частности, это влияет на быстрый спорт.

Для преобразования между SDTV и HDTV «сверху вниз» и между форматами HDTV с равной частотой кадров компенсация движения может не требоваться. Качество этих преобразований, однако, должно тщательно оцениваться, и важно использовать только конвертеры с максимально возможным качеством изображения.

Примечание: Не используйте программные или аппаратные конвертеры, встроенные в VTR или в ПО системы NLE, без проверки качества. Такие инструменты часто предназначены только для мониторинга.

Примечание: Форматы изображения HDTV см. в EBU-Tech 3299.

2.6 Контрибуция (сбор информации)

Для сетей контрибуции HDTV (MPEG-2) рекомендуется поддерживать как минимум 60 Mbit/s (MPEG-2) для одного скачка и 90 Mbit/s для двойного скачка. Потери качества всегда должны быть менее 6% в самом критическом контенте («высокоэнтропийный контент»).

Примечание: Последние кодеры контрибуции HDTV, работающие с алгоритмами компрессии H.264/AVC или JPEG 2000, были оценены EBU, и результаты опубликованы в EBU Technical Report 008.

2.7 Непрерывный мониторинг

Плоские экраны со спецификациями 1 класса доступны сейчас только в маленьких размерах (до 23"). Пока ситуация не изменится, для оценки качества видео следует использовать «опорные мониторы 1 класса» и большие плоские экраны (50"), например, плазменные. Эти большие дисплеи делают более заметными артефакты, вызванные компрессией или движущейся графикой и титрами, чем меньшие опорные дисплеи, и помогают оценить качество для потребителя.

Следует заметить, что большие плоские дисплеи сами могут вводить артефакты изображения, и их использование в оценке качества требует некоторого опыта.

2.8 HDTV программы на основе киноматериала

Для сбора высокой четкости допустимы следующие типы киноплёнки **35 мм**:

- 3 perf – любой индекс экспозиции, хотя предпочтительно 250 или меньше
- 2 perf – только при использовании плёнки для дневного света с индексом экспозиции 250 или меньше

Во избежание проблем с кодированием в передаче высокой четкости плёнке следует дать хорошую выдержку и не проталкиваться более чем на один шаг.

В настоящее время существуют две разные процедуры для приемки плёнки Super 16 на месте:

- а) Одни организации-члены EBU указывают для поставки телевизионных программ, что плёнка Super16 не считается высокой четкостью, независимо от систем обработки или передачи.
- б) Другие организации-члены EBU указывают для поставки телевизионных программ, что плёнка Super 16 будет принята, но только в оправданных обстоятельствах. Это предполагает, что сбор, обработка и передача производятся с большой осторожностью. Ясно, что используется только плёнка для дневного света с индексом экспозиции 250 или меньше.

В принципе, кинокамеры должны быть снабжены объективами, обеспечивающими достаточные характеристики для намеченного использования программ HDTV.

Учтите, что зернистость и шум киноплёнки в видеосигнале могут «перегружать» кодер эмиссии-передачи, вводя дополнительные видимые артефакты в изображение на уровне потребителя. Это пример для учета работы всей программной цепи с точки зрения качества.

Примечание: См. EBU Tech. 3315 "Experiences with telecine transfer of film to digital formats".

2.9 Съёмка камерами HD в зависимости от их характеристик

На основании физических или рабочих параметров камеры и подсчета ключевых моментов камера может быть расположена в ранге (по намеченному использованию). По мере развития технологии камер и кодеков будет неизбежно возникать пересечение параметров качества между камерами в соседних рангах, однако первичным фактором в выборе категории камер всегда будут рабочие параметры.

Самый главный критерий ранжирования камер – разрешение, чувствительность, шум, алиас, диапазон экспозиции, кодек или формат записи (для камер с рекордерами) и сложность дальнейшего рабочего процесса.

Примечание: См EBU R118 по ранжированию HD камер и EBU Tech 3335 по характеристикам изображения камер (оба документа в разработке).

Хотя камера может удовлетворять требованиям ранга, она может потерять репутацию (или даже перейти в низший ранг) из-за встроенного кодека. П. 2.3 рекомендует минимальный кодек для съемки:

- Минимум 50 Mbit/s 4:2:2 для внутрикадровых кодеков, или
- Минимум 100 Mbit/s 4:2:2 для межкадровых кодеков.

Для журналистики и новостей эти стандарты могут быть менее строгими:

- 35 Mbit/s для внутрикадровых кодеков MPEG-2 4:2:0, или
- 50 Mbit/s для межкадровых кодеков AVC 4:2:0.

Однако дешевые бытовые форматы HD – исключительно форматы для съемки. Их никогда не следует использовать для съемки контента HDTV на регулярной основе.

В особых обстоятельствах, например, в съемке скрытой камерой, репортаже из кризисных районов и т.д., настоятельно рекомендуется избегать дальнейшей обработки в исходном формате съемки.

2.10 Графика и текст

Для титров, текста и графики следует использовать большие, четкие буквы, для гарантии читаемости на всех домашних приемниках. Минимальная рекомендуемая высота шрифта HD для титров – 40 HD строк.

Примечание: EBU Recommendation R95 Safe areas for 16:9 television productions.

2.12 Оценка качества

Следует проводить сквозную оценку качества по всей цепи сигнала от сбора до экрана потребителя. Конечное качество можно оценивать только после учета кодирования в передаче.

Эта рекомендация также действительна для приемочной проверки внешних программ.

Для обнаружения потери качества ниже 1/4 балла по 5-балльной шкале качества следует использовать высокочувствительный метод (например, EBU Method III с тройным стимулом). Этот метод описан в EBU Tech 3328, Приложение 2.

Цепи производства программ должны быть сконструированы так, чтобы вводить сквозные потери менее 1/4 балла по 5-балльной шкале качества, в измерении вышеуказанным методом.

Примечание: 1/4 балла по 5-балльной шкале качества равняется 3% в непрерывной шкале.

2.13 Звук

Компессию (уменьшение скорости передачи данных) нельзя использовать в производстве аудио сигналов.

Для программ HDTV всегда следует использовать объемный звук 5.1 для повышения ценности программы.

Однако, если в производственной цепи реализовано Dolby E, такие действия как микширование и наложение речи требуют внимательной реализации цикла декодирования / кодирования. Необходимо внимательное управление 1-кадровой задержкой, присущей оборудованию Dolby E, для гарантии синхронизации с видео.

Примечание: Статья “Managing Audio delays and lip-sync for HDTV”, bbc.co.uk/rd

Вещатели, использующие Dolby E в производственной цепи, также могут получить рекомендации в BBC White Paper WHP 175: <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP175.pdf>

Примечание: EBU R48-2005: Allocation of audio tracks on digital television recorders, и R123: EBU Audio Track Allocation for File Exchange.

Что касается синхронизации изображения и речи: Все аудио сигналы должны синхронизироваться к тактовым импульсам видео. Аудио и видео должны поддерживаться в синхронизации во всей цепи производства до выхода ТВ станции, и это следует проверять и в транспортном потоке распространения.

Любая задержка не должна быть заметна¹ для конечного пользователя с корректными настройками.

2.14 Новые мощности телепроизводства

Все новые мощности телепроизводства должны быть специфицированы для HDTV. Инсталляции должны поддерживать все форматы HDTV, идентифицированные в EBU Tech 3299.

Поддержка 1080p/50 (3G) особенно важна для оборудования с длинным «экономическим сроком службы», например, маршрутизаторов.

Подготовьте свои архивы к HDTV.

Примечание: Дальнейшая работа по этой теме ведется в группе EBU ECV (Expert Community Video) и группе ECI (Expert Community Integrated Production).

3. Обеспечение качества в передаче программ

3.1 Скорости потока для передачи видео

Тесты, проведенные с кодерами эмиссии HDTV H.264/AVC в 2007 и 2008 гг., рекомендуют скорость потока минимум 10 Mbit/s для сигналов 720p50 и 12 Mbit/s для сигналов 1080i25.

Формат 1080i25 требует скорость примерно на 20% выше для достижения такого же воспринимаемого качества изображения, как 720p50.

После этих тестов многие производители сделали апгрейды и новые кодеры (3-го поколения) с полным инструментарием H.264, существенно снизившие требования к скорости потока.

Удачные реализации кодера H.264 обеспечат такое же качество изображения, если не лучше, чем тесты 2007-2008 около 9 Mbit/s (CBR). Ожидается, что эффективность кодирования будет продолжать развиваться ближайшие несколько лет.

В цепях передачи следует обеспечивать потери менее 1 балла при просмотре с расстояния 3Н (3 высоты экрана) контента «не критичного, но не слишком».

Статистическое мультиплексирование даст более высокое общее качество, чем мультиплексирование с фиксированной скоростью потока для одинакового количества программ в мультиплексе.

Примечание: См. EBU-TR 005 Nov. 2009, и EBU Tech 3334.

3.2 Скорости потока для передачи звука

Обеспечить как минимум:

- 192 kbit/s на стерео канал для всего стереозвукa MPEG-1/Layer 2. Если позволяет емкость, 224 kbit/s для Layer II лучше гарантируют высокое качество сложных сигналов.
- 64 kbit/s на стерео канал для передачи со всеми передовыми системa аудио компрессии (типа AAC).
- 192 kbit/s для многоканального звука 5.1 в кодировке HE-AAC. Использование Spectral Band Replication налагает верхний лимит на качество звука независимо от скорости потока.
- 320 kbit/s для многоканального звука 5.1 AAC/AC3.

Примечание: См. EBU Tech 3324 "Evaluations of Multichannel Audio Codecs".

¹ Рекомендация EBU R37-2007 указывает, что синхронизация A/V на каждом этапе программной цепи должна проверяться на попадание в диапазон от опережения на 5 мс (звук перед видео – эквивалентно разнице 1.7 м в расположении микрофона на уровне моря при температуре 20°C) до запаздывания на 15 мс (звук после видео). Для любого выхода, предназначенного для эмиссии, определен общий диапазон от опережения на ≤40 мс до запаздывания на ≤60 мс. Эти лимиты установлены на основе субъективных тестов относительной задержки A/V в телевидении стандартной четкости, при которой рассинхронизация между движениями губ и речью становится заметной для 50% зрителей в условиях просмотра, определенных в EBU R28. Субъективная видимость синхронизации изображения и речи в HDTV в настоящее время оценивается.

3.3 Громкость

Разница громкости – источник серьезных жалоб аудитории (внутри и между программами). Желателен переход от измерения и нормализации уровня пиковых значений к измерению и нормализации громкости. Это даст серьезное улучшение качества аудио материала, включая творческое использование динамического диапазона.

Примечание: Группа EBU ECA (Expert Community Audio) занимается проблемой разницы громкости, включая проблемы, связанные с использованием измерителей пиковых значений выборки. См. EBU R128 и Tech Docs 3341, 3342, 3343 и 3344.

3.4 Оценка качества видео

Оценка качества для передачи обычно следует методологии субъективной оценки качества телевизионных изображений, полностью определенной в ITU-R BT.500-11.

Это чрезвычайно сложный процесс, очень требовательный по ресурсам.

В этом документе определено не менее 10 методов тестирования, каждый для решения определенных проблем оценки. Метод подсчета баллов – либо 5-балльная шкала ITU-R, либо непрерывная шкала качества. В следующей таблице показана эквивалентность этих шкал.

Балл	Качество	Ухудшение	Непрерывная шкала качества
5	Отлично	Незаметно	(80-100 баллов)
4	Хорошо	Заметно, но не раздражает	(60-80 баллов)
3	Удовлетворительно	Чуть раздражает	(40-60 баллов)
2	Плохо	Раздражает	(20-40 баллов)
1	Неудовлетворительно	Очень раздражает	(0-20 баллов)

В Приложении 2 к EBU Tech 3328 представлен новый и очень быстрый метод субъективной оценки качества. Он включает три плоских дисплея, расположенных вертикально на специальном стенде, для обеспечения согласованно надежных результатов. Этот метод с тройным стимулом дает результаты по непрерывной шкале качества, которые можно анализировать согласно ITU-R BT.500-11 и соотносить с 5-балльной шкалой ITU-R, используемой вещателями для описания своих сигналов.

- Программы HDTV в домашнем просмотре должны иметь оценку качества видео минимум 4 балла.
- 3 балла – пограничная оценка, где есть веские доводы для технического изъятия, а баллы 1 и 2 – автоматический провал.

На рынке есть несколько типов оборудования для автоматического измерения качества видео. Вообще они сложны в эксплуатации; нужно устанавливать большое количество параметров измерения, и кроме того, их результаты сильно зависят от версий программного обеспечения (ПЗУ) в оборудовании. Абсолютные измерения невозможны.

Это значит, что оборудование может реалистично использоваться только внутри одной организации для измерения изменений и их места в производственной цепи.

Измерение качества на базе программного обеспечения, особенно «запаса по качеству» в видеосигнале HDTV, пока невозможно, хотя работа ведется.