

EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TR 037

VIDEO SYSTEM REQUIREMENTS FOR UHD TV AND AN ADVANCED 1080P TELEVISION FORMAT

EBU TECHNICAL REPORT

Geneva
June 2016

EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TR 037

VIDEO SYSTEM REQUIREMENTS FOR UHDTV AND AN ADVANCED 1080P TELEVI- SION FORMAT

Внимание!

Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность
и может содержать отдельные неточности.

Оригинал документа на сайте <https://tech.ebu.ch>

ТРЕБОВАНИЯ К ВИДЕО СИСТЕМЕ ДЛЯ UHDTV И ПЕРЕДОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ФОРМАТА 1080P

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ EBU

Женева
Июнь 2016

Пояснительная записка

Путем исследований, проведенных в технических группах, EBU признал и представил (EBU TR028) различным международным организациям, изучающим UHDTV, доказательства, что простое увеличение пространственного разрешения не удовлетворит требования новой телевизионной системы, чтобы дать заметно лучшее качество изображения.

Технические решения и стандарты UHDTV пока не определены, и обсуждаемые варианты очень разные, что ведет к путанице и потенциальным ошибкам как в вещательной, так и в бытовой индустрии. Ключ к развитию эффективных и интероперабельных систем – ограничение технических вариантов и стандартов четко определенными ориентирами.

В этом отчете обозначено, что EBU срочно должен изучить проблемы, чтобы вещатели-члены были полностью информированы во время принятия решений по инфраструктуре и гибким рабочим процессам. Отчет показывает, что, хотя технологические пробелы быстро заполняются, делая обсуждаемые в отчете форматы готовыми к пилотной реализации, не хватает сфокусированного технического и эксплуатационного руководства относительно более масштабной эксплуатации через 3 - 5 лет.

Необходимы принципы передовой практики по операционному влиянию таких параметров как производство с большим динамическим диапазоном и большей частотой кадров с технической и творческой точки зрения.

Содержание

Пояснительная записка.....	2
1. Цель отчета.....	4
2. Определения.....	4
3. UHD TV	5
3.1 Технические параметры UHD TV	5
3.2 Системные спецификации	5
3.2.1 Разрешение	5
3.2.2 Частота кадров	5
3.2.3 Цветовая гамма.....	6
3.2.4 Расширенный динамический диапазон	6
4. Практические аспекты улучшения качества просмотра	6
4.1 Разрешение.....	7
4.2 Динамический диапазон.....	7
4.3 Цвет	7
4.4 Частота кадров	7
5. Передовой формат изображения 1080p	8
6. Обзор рекомендуемых форматов изображения	8
7. Метаданные и совместимость расширенного динамического диапазона	8
7.1 Обзор	8
7.2 Обратная совместимость HDR в распространении	9
7.2.1 Один уровень в сравнении с двойным уровнем.....	9
7.2.2 Выбор кодера.....	9
7.3 Обратная совместимость HDR в производстве	9
7.4 Управление метаданными через производство и распространение	10
7.4.1 Системные аспекты	10
7.4.2 Производственные метаданные	10
7.4.3 Метаданные распространения	10
7.4.4 Бытовое оборудование и метаданные	10
8. Расширенная цветовая гамма	11
8.1 Обратная совместимость	11
9. Высокая частота кадров	11
9.1 Обратная совместимость	11
9.1.1 Примеры преобразования частоты кадров	11
9.1.2 Примеры преобразования частоты кадров 50 Hz	12
10. В заключение	12

Требования к видео системе для UHD TV и передового телевизионного формата 1080p

Комитет EBU	Первый выпуск	Переработка	Переиздание
TC	2016		

Ключевые слова: Телевидение ультравысокой четкости, UHD TV, ITU-R BT.2020, HFR, HDR, WCG, 1080p HDTV.

1. Цель отчета

В отчете представлено текущее мнение EBU о принципиальных параметрах изображения, необходимых для будущих систем, включая передовую систему 1080p HDTV, описанную в предлагаемой рекомендации ITU-R BT.[HDR]¹, а также системы UHD TV, описанные в [ITU-R BT.2020](#) и в предлагаемой рекомендации ITU-R BT.[HDR-TV].

В отчете также обозначены еще не решенные вопросы, и необходима дальнейшая работа, чтобы члены и более широкая индустрия понимали влияние нового формата на инфраструктуру и производственные процессы.

2. Определения

UHD TV	Ultra High Definition Television - Телевидение ультравысокой четкости. Впервые предложено NHK под названием “ Super Hi-Vision ” и изначально было 7680 x 4320 (8k). В ходе процесса стандартизации в ITU к предложению было добавлено промежуточное разрешение 3840 x 2160 (4k).
ITU-R BT.2020	Рекомендация Международного союза электросвязи (ITU), содержащая два разрешения и новые основные цвета. Новая схема цветов часто называется “2020 Colour”.
WCG	Wider Colour Gamut. Означает расширенную цветовую гамму, обеспеченную основными цветами ITU-R BT.2020 .
HDR	Higher Dynamic Range images - Изображения с расширенным динамическим диапазоном. Термин относится к способности телевизионной системы собирать, производить и отображать изображения с более высокими уровнями яркости, особенно в ярких участках, поддерживая при этом видимость четких деталей во всем диапазоне.
HFR	High Frame Rate - Высокая частота кадров. В телевидении HFR относится к временному разрешению более 50 или 60 изображения в секунду ² . Не следует путать с четкостью HFR в киностудиях – любой частотой кадров более 24 fps (кадров в секунду).
HDR10	В настоящее время – американская терминология для обозначения 2160p/60 с HDR и квантованием 10-бит/выборка. Представляет некоторые, но не все значения параметров в ITU-R BT.2020 . Определение СТА: SMPTE ST 2084 + ITU-R BT.2020 с 10-битной глубиной, с метаданными SMPTE ST 2086, содержащими параметры “ MaxFALL ” и “ MaxCLL ”.
PQ	Perceptual Quantization - Перцепционное квантование – спецификация HDR, которая достигает очень широкого диапазона уровней яркости для данной битовой глубины при использовании нелинейной передаточной функции, настроенной в соответствии с системой человеческого зрения. Это одна из двух спецификаций HDR в ITU-R BT.[HDR-TV], (пока она не утверждена, PQ описано в SMPTE ST 2084).
PQ10	Определение Ultra HD Forum = PQ EOTF, цветовая гамма ITU-R BT.2020 , 10-битная глубина.
HLG	Hybrid Log Gamma – обратно совместимая система HDR, разработанная BBC и NHK. Это одна из двух спецификаций HDR, описанных в ITU-R BT.[HDR-TV] (пока она не утверждена, HLG описана в ARIB B67).

¹ Рекомендация сейчас проходит стадию утверждения в ITU, которая завершится 4 июля 2016 г.

² Обратите внимание, что нынешние чересстрочные системы HDTV 25 и 30 fps в 1080 строк имеют временное разрешение, эквивалентное 50/60 fps.

- HLG10** Определение [Ultra HD Forum](#), которое включает HLG OETF, цветовую гамму [ITU-R BT.2020](#), 10-битную глубину.
- Quad HD** Просто 4-квадрантный HD сигнал 2160p, где каждый квадрант – стандартный прогрессивный сигнал 1920 x 1080 согласно [ITU-R BT.709](#).

3. UHD TV

UHD TV (телевидение ультравысокой четкости), как пакет, было утверждено ИТУ как телевизионный стандарт следующего поколения в октябре 2015 г., когда был опубликован [ITU-R BT.2020](#).

Этот стандарт позволяет реализацию виртуально всех параметров текущих форматов HDTV, а именно:

- Пространственное разрешение («больше пикселей»),
- Временное разрешение («больше изображений в секунду»)
- Цветовая гамма («больше цветов»)
- Битовая глубина («больше бит на пиксель»)

ИТУ предлагает добавить к этому спецификацию расширенного динамического диапазона (HDR) с целью улучшения:

- Ярких и темных участков («больше деталей в ярких и темных участках»)

3.1 Технические параметры UHD TV

UHD TV – сквозная телевизионная система с прогрессивной разверткой, без чересстрочных опций развертки, используемых в нынешних форматах SD и некоторых форматах HDTV.

3.2 Системные спецификации

Следующие системные спецификации описаны в [ITU-R BT.2020](#) и [BT.\[HDR-TV\]](#),

3.2.1 Разрешение

В [ITU-R BT.2020](#) описано два разрешения:

- UHD (2160p): 3840 пикселей x 2160 строк (соответствует 4 x 1080p)
- UHD (4320p): 7680 pix пикселей x 4320 строк (соответствует 16 x 1080p)

Предлагаемая рекомендация ИТУ-R [BT.\[HDR-TV\]](#) содержит те же два разрешения, но добавляет:

- HD (1080p): 1920 пикселей x 1080 строк

3.2.2 Частота кадров

Важно понимать, что многие доработки качества изображений, описанные в [ITU-R BT.2020](#) и [ITU-R BT.\[HDR-TV\]](#), выявляют недостаток меньшей частоты кадров (изображений в секунду) в некоторых жанрах. Обе рекомендации ИТУ-R содержат диапазон частот кадров от 24/1.001 (включены и дробные частоты) до 120 изображений в секунду. В следующей таблице указана частота кадров для территорий 50 Hz и 60 Hz.

50 Hz		25				50		100
60 Hz	24/1.001	24	30/1.001*	30*	60/1.001	60	120/1.001	120

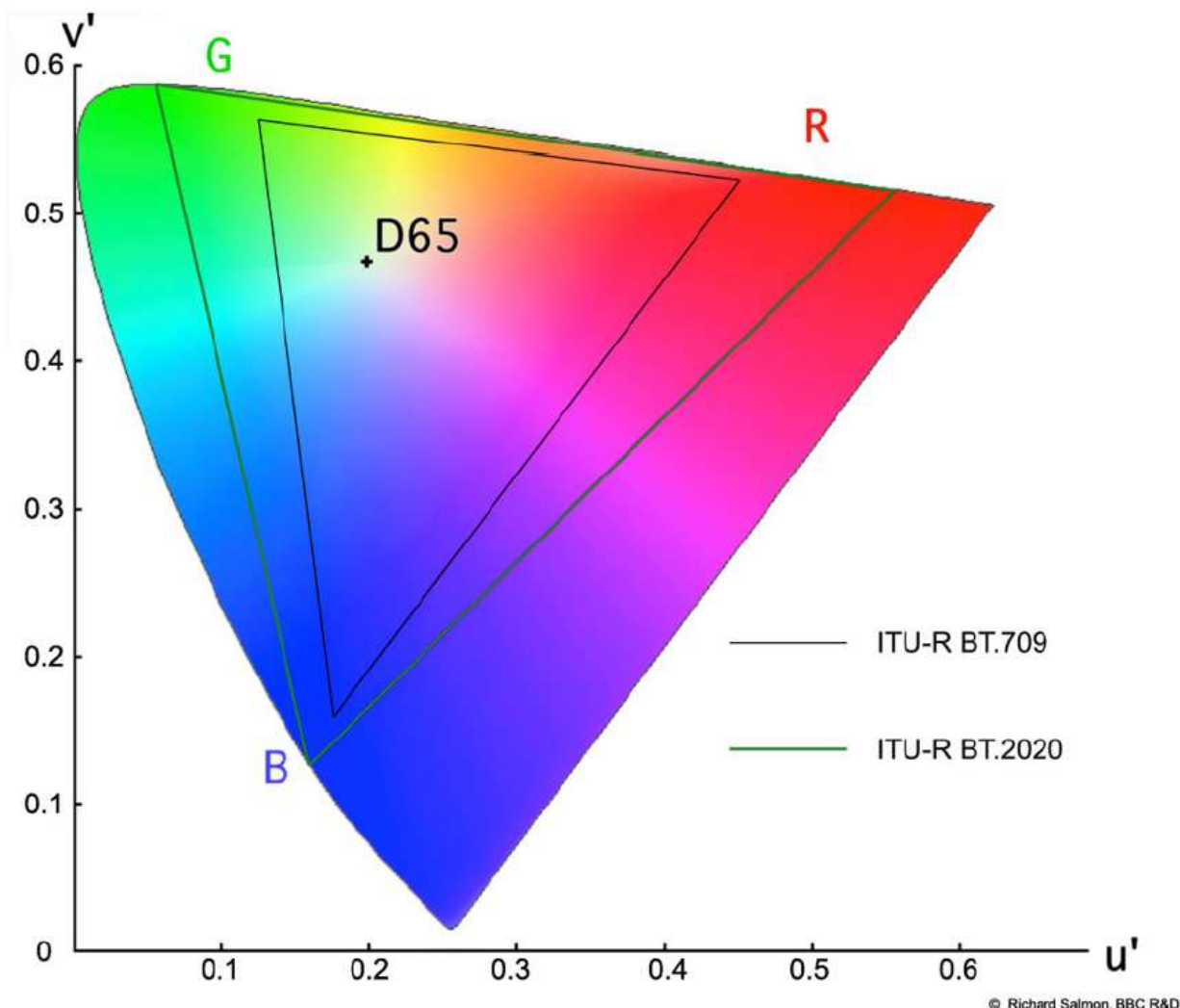
* В будущем не ожидается использование этих двух частот (если это вообще произойдет с UHD TV)

100 fps (для территорий 50 Hz) вместе с 120/1.001 и 120 fps (для территорий 60 Hz) улучшает восприятие движения и уменьшает размывку движением в быстро движущемся материале, особенно в спорте.

Следует заметить, что территории 50 Hz предпочитают использовать 50 fps, а позднее 100 fps. Однако в драме и документальных фильмах некоторое время будет использоваться 25 fps.

3.2.3 Цветовая гамма

Одной из самых замечательных характеристик ITU-R BT.2020 было расширение диапазона цветов, который можно представить. Треугольники пространства цветов четко показывают расширение по сравнению с нынешней телевизионной системой HD.



3.2.4 Расширенный динамический диапазон

Higher Dynamic Range - Расширенный динамический диапазон, определенный в ITU-R BT.[HDR-TV], дает гораздо большее ощущение реальности и «присутствия», особенно в сочетании с расширенной цветовой палитрой.

Есть ряд заблуждений относительно видео HDR (см. ITU-R BT.2390), например:

- Это просто более яркие картинки.
- Это все касается битовой глубины.
- Это вопрос захвата изображения.
- Это вопрос возможностей дисплея.

Заблуждение о том, что HDR – просто более яркие картинки, идет из того факта, что максимальная *способность* яркости в самом деле намного ярче, чем в телевидении со стандартным динамическим диапазоном (SDR).

HDR позволяет более натуральные изображения, содержащие больше вариаций яркости. Хотя HDR позволяет увеличить среднюю яркость изображений, ожидается, что комнатные сцены, снятые в HDR, обычно будут иметь яркость, подобную старым ТВ системам.

Диапазон яркости в HDR позволяет сделать уличные сцены с солнечным светом заметно ярче комнатных, обеспечивая более натуральный вид. Все сцены, особенно уличные, смогут производить не-

большие яркие участки, например, зеркальные отражения или излучающие источники света, с гораздо большей яркостью.

К этому можно добавить способность показа деталей в темных участках; это свойство зависит от уровня черного в дисплее и условий просмотра.

4. Практические аспекты улучшения качества просмотра

Хотя все описанные параметры способствуют улучшению визуального качества просмотра (Quality of Experience - QoE), вещатели должны принять некоторые компромиссы для оптимизации использования технических и финансовых ресурсов в производстве и распространении аудиовизуального контента.

Системы должны обеспечивать необходимую гибкость, чтобы позволять поставщикам контента свободно выбирать набор параметров, максимально обеспечивающий художественный замысел программы и совместимый с имеющимися ресурсами.

Часто бывает желательно производить контент в формате с максимальной комбинацией характеристик для сохранения инвестиций в программу, в то время как в передаче пользователю используются другие спецификации, зависящие от «битового бюджета» в разных каналах распространения.

Первичный критерий выбора параметров – программный жанр. Это предполагает, что для общих линейных вещательных услуг может быть необходима возможность динамического переключения между параметрами формата (например, частотой кадров или объемом цветов).

Адаптивная потоковая передача будет бесценным инструментом для управления QoE аудитории, например, при недостаточном битрейте для изображений в полном разрешении будет более приемлемо снизить разрешение, чем переключаться с HDR на SDR или с HFR на «традиционную» частоту кадров.

4.1 Разрешение

В производстве UHD (3840 x 2160) и HD (1920 x 1080) разрешение должно поддерживаться, но только в формате с прогрессивной разверткой. Можно установить кодеры распространения на промежуточное разрешение в рамках, поддерживаемых MPEG (только квадратные пиксели), для лучшего распределения битового бюджета. Профессиональные и бытовые интерфейсы не обязательно должны поддерживать эти промежуточные разрешения.

Уже нет технических причин для того, чтобы формат производства и формат распространения были одинаковы. Например: камеры и/или производственная цепь могут работать с большим пространственным и временным разрешением, чем формат изображения в распространении. Эту идею легко можно принять в отношении кодера конечной платформы или даже бытового приемника.

4.2 Динамический диапазон

HDR не зависит от разрешения и частоты кадров и потенциально дает аудитории наибольшее улучшение QoE. HDR следует применять ко всем разрешениям с квадратными пикселями, поддерживаемым MPEG. Хотя можно рекомендовать использовать в производственной цепи один OETF во избежание необходимости конвертеров формата, Рекомендация ITU-R BT.[HDR-TV] и отчет ITU-R BT.2390 объясняют процесс конверсии как чисто «математическую» операцию, выполняемую в «опорной среде» (во время производства).

Однако система HDR должна сигнализироваться через все производственные интерфейсы (например, HD-SDI, программные файлы) в кодированные потоки битов и, самое главное, через бытовые интерфейсы HDMI. Программы HDR и SDR будут сосуществовать в вещательной инфраструктуре и распределенных услугах.

Примечание Необходимо минимум 10 бит на выборку компонентного видео для минимизации видимости артефактов квантования.

4.3 Цвет

Очень важно отметить, что UHD TV имеет лишь один контейнер пространства цветов, предписанный в ITU-R BT.2020. Это значит, что систему Quad HD нельзя назвать UHD TV.

Ожидается, что в ближайшие годы некоторые камеры и большинство дисплеев не смогут полностью использовать спецификацию цветов “2020”. Эта ситуация постепенно разрешится, когда улучшится технология дисплеев для вещательных и бытовых продуктов, а технология, которая сейчас есть лишь в камерах высшего класса, станет более доступной и снизит стоимость линейки камер до уровня бытовых моделей.

4.4 Частота кадров

Была изучена частота кадров более 50 fps и 60 fps и четко идентифицированы ее преимущества для определенных жанров. Как уже говорилось, UHDTV поддерживает только частоту кадров с прогрессивной разверткой по 120 fps включительно. Ожидаемая выгода для QoE за счет повышенной частоты кадров обычно зависит от жанра, т.е. больше всего выгадает контент, содержащий «быстрое» действие или движение, например, спорт.

Производители программ и другие поставщики контента должны свободно выбирать частоту кадров для баланса финального качества контента с затратами на производство и распространение. Во время распространения это может перейти в необходимость бесшовного переключения частоты кадров между или даже во время программ в одной услуге.

5. Передовой формат изображения 1080p

Сейчас общепринято (путем исследований EBU и других групп), что оптимальный формат изображения HDTV – это система 1920 x 1080 с прогрессивной разверткой (1080p) и с минимальной битовой глубиной 10. Несколько членов EBU сейчас принимают формат изображения 1080p/50 (согласно [ITU-R BT.709](#)) для услуг DVB-T2.

Оказалось, что для формата 1080p HDTV полезны расширенные параметры UHDTV;

- расширенный динамический диапазон изображения
- расширенная цветовая гамма
- увеличенная частота кадров

Добавление этих параметров к изображениям 1080p имеет два преимущества; что позволит:

1. Производителям программ и вещателям – использовать поэтапный подход к переходу от нынешних услуг HD к будущим услугам UHD.
2. Контенту, не имеющему долгосрочной ценности (дневные программы и т.д.) – использовать HDR и WCG без более дорогостоящего разрешения UHD³.
3. Быстрое внедрение контента 100/120p, особенно когда до практической вещательной инфраструктуры и бытовых продуктов с возможностью 3840 x 2160 HFR остается еще несколько лет.

Это также дает дистрибьюторам возможность развернуть передовые услуги HDTV с эффективным битрейтом в преддверии полных услуг UHD с HFR.

6. Обзор рекомендуемых форматов изображения

Следующая таблица содержит потенциальные форматы изображения, которые можно использовать во время перехода с форматов HDTV на полностью специфицированный формат UHDTV.

Формат изображения	Разрешение	Частота кадров (fps)	Расширенный динамический диапазон	Битовая глубина	Колориметрия
1080p Advanced 1	1920 x 1080	24, 25, 50, 60*	ITU-R BT.[HDR-TV] (PQ10, HLG10)	10, 12	ITU-R BT.2020
1080p Advanced 2	1920 x 1080	[24, 25, 50, 60] 100, 120*	ITU-R BT.[HDR-TV] (PQ10, HLG10)	10, 12	ITU-R BT.2020
UHD-1 Phase 2	3840 x 2160	24, 25, 50, 60*	ITU-R BT.2020 ITU-R BT.[HDR-TV] (PQ10, HLG10)	10, 12	ITU-R BT.2020
UHD-1 Phase 2	3840 x 2160	[24, 25, 50, 60] 100, 120*	ITU-R BT.2020 ITU-R BT.[HDR-TV] (PQ10, HLG10)	10, 12	ITU-R BT.2020
Для будущего использования					

* Включает дробные варианты частоты кадров.

³ HDR и WCG дают мгновенное повышение QoE, которое легче и экономнее производить.

7. Метаданные и совместимость расширенного динамического диапазона

7.1 Обзор

При внедрении любой новой услуги есть стандартная практика, что в новой системе производятся лишь некоторые программы, и HDR – не исключение. В производстве HDR также будет использоваться старый не-HDR материал.

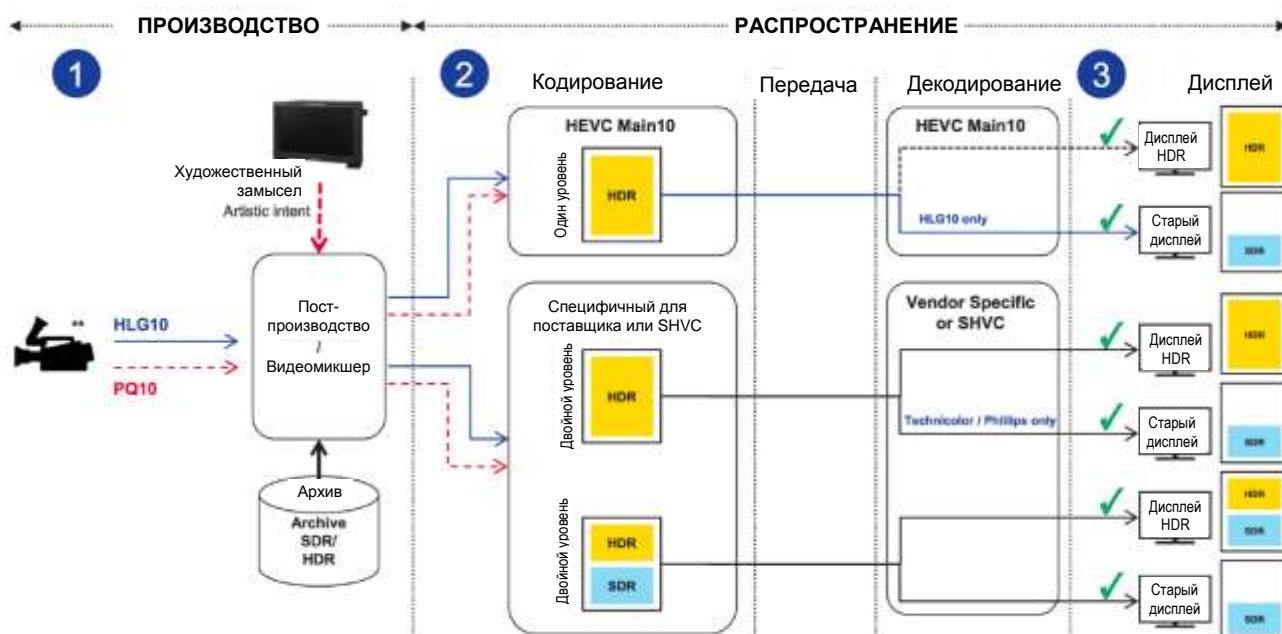
Поэтому производители программ и вещатели должны не только конвертировать между двумя форматами HDR и контентом и производственными форматами не-HDR (SDR), но и быть уверенными, что их контент будет нормально воспроизводиться на дисплеях HDR и SDR.

Кроме того, программы HDR также должны передаваться в нынешние SDR услуги HD и SD и для прямых, и для непрямых передач.

7.2 Обратная совместимость HDR в распространении

Следующий обзор показывает примеры (только высокоуровневый обзор) различных предложений, изучаемых сейчас несколькими организациями и группами.

Ясно, что есть области, где информация пока непонятна, и прежде чем дать четкое руководство, нужен срочный анализ.



** В производстве прямого эфира сложность рабочего процесса может увеличиться в зависимости от выбора EOTF (способа электронно-оптического преобразования)

7.2.1 Один уровень в сравнении с двумя уровнями

В зависимости от выбранного варианта кодирования требование гарантированной обратной совместимости со старыми телевизорами можно выполнить двумя способами; либо одноуровневым подходом только для HEVC/HLG10, либо двухуровневым подходом для решений, специфичных для поставщика.

7.2.2 Выбор кодера

Есть много схем кодирования HDR на базе одной из двух кривых OETF. В данный момент в самом продвинутом состоянии находятся следующие кодеры:

- HEVC/HLG10 и HEVC/HDR10 не зависят от поставщика и уже поддерживаются по умолчанию в большей части приемного оборудования.

- Масштабируемый HEVC (**SHVC**) – тоже стандартизированное, независимое от поставщиков решение, требующее совместимых декодеров для возможности дополнительного уровня расширения.
- Специфичный для поставщика.

7.3 Обратная совместимость HDR в производстве

В производстве число вариантов HDR должно быть минимальным и основано на:

1. Требованиях производства программ для платформ первичного распространения и
2. Самых эффективных вариантах телевизионного распространения

Поэтому необходимо, чтобы сигнал HDR был совместим с дисплеями не-HDR (удовлетворяющими минимальным требованиям к дисплеям UHD TV) или чтобы была возможность извлечения обратно совместимого сигнала из сигнала HDR.

Это можно осуществить либо через стандартизированные метаданные, либо через обеспечение отдельного сигнала SDR с эффективным битрейтом. Старый материал должен легко и бесшовно интегрироваться в производство HDR.

7.4 Управление метаданными через производство и распространение

7.4.1 Системные аспекты

Метаданные HDR можно разделить на два типа.

- параметры сигнализации и
- параметры, связанные с контентом.

Дисплей должен знать, какой вариант HDR подается на его входы, и при необходимости знать некоторые или все параметры, необходимые для корректного отображения изображений HDR (сохраняя художественный замысел во всей сквозной цепи).

Для описания метаданных, связанных с контентом, используются два термина:

- *Статические* метаданные не меняются в течение программы, и
- *Динамические* метаданные могут меняться даже кадр за кадром.

Система HLG не использует и не требует метаданных, связанных с контентом. Дисплей UHD должен только знать, что сигнал, подаваемый на его вход, является сигналом HLG.

Распределенные системы на базе PQ могут использовать и статические, и динамические метаданные. Например, динамические метаданные нужны для сохранения художественного замысла в том случае, если дисплей презентации сильно отличается от опорного дисплея, используемого для калибровки.

7.4.2 Производственные метаданные

Принципиальное требование для вещателей – способность к производству прямого эфира. По опыту с метаданными объемного звука известно, что успех передачи производственных метаданных через систему зависит от инфраструктуры и полностью зависит от каждого интерфейса в сквозной цепи, полностью поддерживающего системные требования.

Системы метаданных, требующие «прогностических» механизмов, не годятся, особенно для производства прямых передач и для успешного управления соединением программ в линейных многоканальных каналах.

Для максимального уровня непрерывности вещания любая система HDR должна требовать лишь минимальное дополнительное вмешательство и уметь проходить через инфраструктуру без необходимости существенного изменения существующих процессов.

Все интерфейсы между производственным оборудованием и конечной точкой распространения должны распознавать и обрабатывать такие метаданные (либо прозрачным прохождением, либо обработкой) стандартизированным способом.

Например, использование динамических метаданных потребует перепроектирования видеомикшеров, маршрутизаторов, монтажных комплектов и цепей распространения.

7.4.3 Метаданные распространения

Распространение к абонентам редко идет по одному тракту. Бывает много сторонних точек обработки и технологий между пунктом воспроизведения вещателя и зрителем. Это влияет на способность и прозрачность системы в передаче таких метаданных на домашний приемник и способность приемника успешно переводить данные в заданное изображение.

Использование динамических метаданных будет возможно, только если их можно будет восстановить из декодированного сигнала после обработки.

Следует заметить, что цепи распространения часто используют другие встроенные службы данных. Любой процесс их генерирования должен быть стандартизирован, автоматизирован и поддерживать среду прямого эфира.

7.4.4 Бытовое оборудование и метаданные

Бытовое оборудование разных поставщиков будет иметь разные характеристики для дисплеев HDR. Принципиальное требование для вещательных приложений – чтобы бытовое оборудование поддерживало минимум две системы динамического диапазона ITU-R BT.[HDR-TV], как указано в этом документе.

8. Расширенная цветовая гамма

Большинство современных камер и дисплеев могут охватывать более широкую цветовую гамму, чем ITU-R BT.709. Однако лишь самые лучшие высококлассные камеры и виртуально ни один дисплей не могут воспроизводить полный цветовой диапазон ITU-R BT.2020. Рекомендуется немедленное принятие пространства цветов ITU-R BT.2020, т.к. и ITU-R BT.2020, и ITU-R BT.[HDR-TV] обеспечивают достаточный «запас» для выполнения требований видео систем следующего поколения.

Для того, чтобы система могла законно называться “UHD”, она должна быть основана на пространстве цветов ITU-R BT.2020, даже если исходный материал или дисплей не могут в настоящее время захватывать или воспроизводить весь диапазон цветов.

Примечание Необходимо как минимум 10 бит на выборку компонентного видео для минимизации видимости артефактов квантования.

8.1 Обратная совместимость

Контент UHD TV не должен быть обратно совместим со старыми системами ITU-R BT.709 без адаптации. Это касается и текущих преобразований из HD (ITU-R BT.709) в SD (ITU-R BT.601).

ITU опубликовал ITU-R BT.2087, где рекомендуются требования конверсии из ITU-R BT.709 в ITU-R BT.2020.

Он также планирует опубликовать отчет о конверсии из ITU-R BT.2020 в ITU-R BT.709, но оставит определение методов поставщикам вещательного оборудования на основе их собственного IPR и опыта.

9. Высокая частота кадров

Определенные жанры с быстро движущимся контентом (например, спорт) получают большую дополнительную ценность за счет большего временного разрешения ITU-R BT.[HDR-TV] для UHD и HD 1080p. Должна быть возможность поддержки большей частоты кадров в производственной среде, как минимум вдвое выше традиционной частоты кадров.

9.1 Обратная совместимость

Принципиальное требование – способность извлекать обратно совместимый сигнал из сигнала HFR и транспортировать оба сигнала потребителю с эффективным битрейтом (включая конверсию из территорий 60 Hz).

9.1.1 Примеры преобразования частоты кадров

Пакеты программного обеспечения для преобразования стандартов также должны по необходимости использовать обработку с компенсацией движения.

24p и 24/1.001p в 25p	–	изменение скорости
24p и 24/1.001p в 50p	–	изменение скорости + удвоение кадров
24p и 24/1.001p в 100p	–	не рекомендуется для завершенных программ
25p в 50p	–	удвоение кадров или интерполяция
25p в 100p	–	не рекомендуется для завершенных программ
30p и 30/1.001p в 25p	–	требуется конверсия с компенсацией движения
30p и 30/1.001p в 50p	–	требуется конверсия с компенсацией движения
30p и 30/1.001p в 100p	–	не рекомендуется для завершенных программ
60p и 60/1.001p в 25p	–	не рекомендуется для завершенных программ
60p и 60/1.001p в 50p	–	требуется конверсия с компенсацией движения
60p и 60/1.001p в 50p	–	компенсация движения плюс удвоение кадров
120p и 120/1.001 в 25p	–	не рекомендуется для завершенных программ
120p и 120/1.001 в 50p	–	компенсация движения + чередующиеся кадры
120p и 120/1.001 в 100p	–	требуется конверсия с компенсацией движения

В контенте, обработанном через процесс «понижающего преобразования», нужно сначала удалить повторные поля / кадры для получения исходной частоты кадров. Затем в получившемся файле можно поменять скорость для воспроизведения с частотой кадров на базе 50 Hz.

9.1.2 Примеры преобразования частоты кадров 50 Hz

Материал HD и SD обычно требует устранения чересстрочности и обработки частоты кадров во время конверсии в UHD.

Преобразование из:

25psf и 25p в UHD 25p	–	без конверсии частоты кадров и устранения чересстрочности
25psf и 25p в UHD 50p	–	удвоение кадров или интерполяция, без устранения чересстрочности
25psf и 25p в UHD 100p	–	не рекомендуется для завершенных программ
25i в UHD 25p	–	не рекомендуется для завершенных программ
25i в UHD 50p	–	устранение чересстрочности для создания кадров из полей
25i в UHD 100p	–	не рекомендуется для завершенных программ

Конверсия из частоты кадров на базе HD 60 Hz в частоту кадров на базе UHD 50 Hz предполагает, что перед преобразованием «вверх» происходит конверсия из 60 Hz в 50 Hz в разрешении HD.

10. В заключение

Параметры изображения, такие как расширенный динамический диапазон, повышенная частота кадров, увеличение цвета и разрешения, могут значительно улучшить качество изображения. В зависимости от жанра контента эти параметры по-разному влияют на улучшение качества просмотра.

Этот документ включает четкое требование к расширенному формату HDTV 1080p, который может выгадать от HDR, HFR и WCG. Фактические параметры и формат изображения будут зависеть от ценности производства для владельца контента. Тот факт, что производственный формат уже не должен быть идентичен формату вещания или распространения, будет ключевым фактором в выборе параметров «добавленной ценности».

Необходима дальнейшая работа для оценки влияния конверсии между разными форматами изображения (включая преобразование пространства цветов и динамического диапазона).

Коммерческое требование очень высокого визуального качества контента для международной торговли означает серьезное рассмотрение таких параметров как HDR и WCG до начала закупки, иначе требования к качеству конечного продукта не будут выполнены.

Тот факт, что в инфраструктуре вещателя должны сосуществовать несколько технических вариантов, озадачит всех членов и потребует гораздо более гибкий подход к дизайну и реализации инфраструктуры.

Для защиты будущих инвестиций члены EBU должны срочно изучить гибкие рабочие процессы, а также выработать принципы передовой практики по операционному влиянию параметров типа производства с расширенным динамическим диапазоном.