

EBU – TECH 3321



EBU guidelines for Consumer Flat Panel Displays (FPDs)

Внимание!

- Данный перевод **НЕ** является аутентичным и может содержать отдельные неточности.
- Оригинал этого документа находится по адресу:
http://www.ebu.ch/en/technical/publications/tech3000_series/index.php

Руководство EBU по бытовым плоским индикаторным панелям (FPD)

Источник: Рабочая группа P/Display

Статус: Техническая спецификация

Женева
Сентябрь 2007

Содержание

1. Область действия	3
2. История вопроса	3
3. Основные технические параметры	3
3a Яркость	3
3b Уровень черного	3
3c Контрастность	3
3d Презентация частоты кадров	3
3e Диапазон кодирования цифрового интерфейса (DVI или HDMI)	3
3f HDMI AVI InfoFrame	4
4. Рекомендуемые установки “EBU по умолчанию”	4
4a Гамма отображения	4
4b Colour primaries и гамма	4
4c Цветовая температура	4
5. Методы измерения, необходимые для характеристики дисплея	5
5a Яркость	5
5b Уровень черного	5
5c Одновременная и полноэкранный контрастность	5
5d Функция электрооптической передачи (Гамма)	5
6. Overscan.....	5
7. Ссылки	6
Приложение А – Гамма	7
Приложение В – Вопросы overscan	8

Принципы EBU по бытовым плоским индикаторным панелям (FPD)

Комитет EBU	Первый выпуск	Исправления	Переиздание
PMC	2007		

Ключевые слова: Бытовые плоские индикаторные панели (FPD)

1. Область действия

В документе описаны требования EBU к отображению вещательных программ в современных (не-ЭЛТ) бытовых телевизорах. Здесь перечислены основные технические параметры, а также соответствующие методы измерения. Кроме того, документ рекомендует набор параметров EBU по умолчанию.

Любая трактовка характеристик дисплея, опирающаяся на настоящий документ EBU, должна производиться в полном соответствии с нижеописанными процедурами измерения.

2. История вопроса

Нынешнее многообразие бытовых плоских индикаторных панелей (FPD) подняло вопрос о методе представления телевизионных изображений зрителю. Стандарты съемки ТВ изображений нацелены на дисплей с характеристиками, типичными для электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Все телевизионные программы, производимые сегодня в стандартной (SDTV), а также в высокой четкости (HDTV), соответствуют этим стандартам. То же касается и всех предыдущих телепрограмм, которые хранятся в архивах по всему миру.

Вещатели несут ответственность перед производителями программ за представление их произведений без искажения творческого замысла. Поэтому необходимо, чтобы производители бытовых телевизоров проектировали свои дисплеи таким образом, чтобы визуализация изображения адекватно отражала творческие ценности, намеченные режиссером программы.

3. Основные технические параметры

3a Яркость

В дисплеях с диагональю до 50 дюймов пиковый белый в небольших участках следует настраивать минимум на 200 cd/m^2 без лишней засветки. В дисплеях большего размера для домашней среды рекомендуется меньшая пиковая яркость. Однако фактическая пиковая яркость не столь важна, как форма функции электрооптической передачи (EOTF) при настройке на реальную пиковую яркость (EOTF определяется в разделе 5d; значение гаммы – в 4a).

3b Уровень черного

При установке сигнала яркости на уровень черного уровень яркости, измеряемый с экрана, следует настраивать ниже 1 cd/m^2 , чтобы он соответствовал условиям домашнего просмотра.

3c Контрастность

Контрастность зависит от установок 3a и 3b, что означает одновременную контрастность минимум 200:1 (см. также раздел 5c). Значения контрастности, указанные производителем, должны показывать полноэкранную и одновременную контрастность, измерение которой описано ниже.

3d Презентация частоты кадров

Дисплей должен по возможности представлять изображения с частотой кадров источника или с умножением ее на целое число. Следует избегать презентации 60 Hz входных сигналов 50 Hz и продрогивания кадров 3:2.

3e Диапазон кодирования цифрового интерфейса (DVI или HDMI)

Телевизионные изображения создаются как цифровые компоненты $YCbCr$ с диапазоном кодирования согласно ITU-R BT.601 (SDTV) и ITU-R BT.709 (HDTV), т.е. цифровой с 16 по 235 (8-бит) или цифровой с 64 по 940 (10-бит). Бытовые дисплеи с 8-битным цифровым интерфейсом типа DVI [10] или HDMI [11] должны корректно работать в 8-битном диапазоне кодирования 16-235 для цифровых компонентов $YCbCr$.

Примечание 1: HDMI 1.3 позволяет большую глубину битов (режим глубокого цвета). Предыдущие версии позволяют увеличить глубину битов при использовании пиксельного кодирования YCbCr 4:2:2.

Примечание 2: Видеосигналы RGB SDTV и HDTV следует кодировать с диапазоном видео кодирования согласно CEA-861-D [12]

3f HDMI AVI InfoFrame

Поскольку ожидается, что в источниках (например, приставках) будут установлены следующие биты в HDMI AVI InfoFrame (описанные в CEA-861-D [12] Таблица 7), они должны корректно интерпретироваться HDMI входом дисплея:

Данные	Биты	Объяснение	Опора CEA-861-D [12]
Active Format Info Present	A0	Означает, что Active Format Info достоверно	Таблица 8, AVI InfoFrame Data Byte 1
Bar Info	B1..B0	Дает информацию о letterbox/ pillarbox, когда информации об активном формате недостаточно	Таблица 8, Data Byte 1
Scan Information	S1..S0	напр. дисплей не должен применять overscan	Таблица 8, Data Byte 1
Colorimetry	C1..C0	напр. BT.470-2 или BT.709	Таблица 9, Data Byte 2
Picture Aspect Ratio	M1..M0	напр 4:3, 16:9	Таблица 9, Data Byte 2
Active Format Aspect Ratio	R3..R0	Означает интересующую область изображения	Таблица 9, Data Byte 2
RGB Quantisation Range	Q1..Q0	напр. ограниченный диапазон (16-235)	Таблица 11, Data Byte 3

Следующие данные AVI InfoFrame можно использовать для поддержки синхронизации входного сигнала:

Pixel encoding	Y1..Y0	напр. YCbCr 4:2:2, RGB 4:4:4 и т.д.	Таблица 8, Data Byte 1
Video Format Ident Code	VIC6..VIC0	напр. 1080p/50, 1080i/25, 720p/50, 576i/25	Таблица 3, Data Byte 4

4. Рекомендуемые установки “EBU по умолчанию”

4a Гамма отображения

Функция электрооптической передачи должна быть степенной (общеизвестно как "Гамма").

Значение гаммы по умолчанию, необходимое для соответствия замыслу производителя телевизионной программы, равняется 2.35 в среде “dim-surround” [6], согласно измерениям, указанным в разделе 4.2 в [5]. Подробнее см. также Приложение А.

4b Основные цвета и гамма

Цвета, создаваемые красным, зеленым и синим сигналами, при отключении всех остальных, должны быть в области допусков EBU Tech 3273 [13]. Разница между гаммами систем ITU-R BT.709 [2] (HDTV) и EBU (SDTV) [14] так мала, что ею можно пренебречь.

4c Цветовая температура

В то время как телевизионные изображения производятся в студии, предполагая дисплей с опорным белым D65 [3], известно, что многие бытовые дисплеи настроены на гораздо большую цветовую температуру.

Изменение текущей практики вещания приведет к нежелательным изменениям в отображении, поэтому предлагается принять нынешний статус-кво, а именно, чтобы вещатели производили изображения для белого D65. Бытовые дисплеи на самом деле можно настроить на белый гораздо большей цветовой температуры, но он всегда должен содержать выбираемую пользователем установку, соответствующую D65. Эта установка должна четко обозначаться и входить в условия EBU по умолчанию.

5. Методы измерения, необходимые для характеристики дисплея

5a Яркость

100% уровень яркости измеряется на белой вставке, занимающей центральную 13.13% часть изображения, по горизонтали и по вертикали, с помощью тест-сигнала, описанного в разделе 3.5 EBU Tech 3273 [13] и в ITU-R Rec.BT.815-1 [7]. Измерение должно проводиться перпендикулярно центру экрана.

5b Уровень черного

Уровень черного измеряется в темном помещении, на черных вставках в тест-сигнале, описанном в 5a. Следует избегать вуалирующей яркости в измерительном инструменте, используя маску или усеченную пирамиду, как описано в EBU Tech 3325 [1].

5c Одновременная и полноэкранная контрастность

Одновременная контрастность – коэффициент измерений в пп. 5a и 5b.

Выражение «полноэкранная контрастность» создает путаницу в индустрии, т.к. используется с разными значениями. Для указания измерений контрастности на плоских индикаторных панелях EBU определяет полноэкранную контрастность следующим образом:

Полноэкранная контрастность – отношение яркости белой вставки, занимающей 10% ширины и 10% высоты (т.е. 1% экрана) в центре черного экрана к яркости, измеряемой с совершенно черного экрана (с включенной установкой) в темном помещении. Иногда это называется «полноэкранной контрастностью (1% вставка)».

5d Функция электрооптической передачи (Гамма)

Функция электрооптической передачи (EOTF) – это определение того, как выходной оптический сигнал (яркость L_R , L_G и L_B) относится к вещательным сигналам R' , G' и B' :

$$L_X = L_{X0} + s \left(\frac{X' - X_0'}{r} \right)^{\gamma}$$

где:

L_X is L_R , L_G или L_B

L_{X0} - the остаточный выходной оптический сигнал на уровне «черного» (это комбинация остаточного оптического выхода дисплея с эффектом комнатного освещения),

s – масштабный коэффициент, связанный с пиковым оптическим выходом,

X' – R' , G' или B' ,

X_0' – электрический сигнал, представляющий эффективный уровень черного, и

γ – гамма отображения, определенная в 4a.

Значение r зависит от диапазона кодирования (например, аналоговое напряжение, или 8- или 10-битная цифровая кодировка) телевизионных сигналов.

Измерения гаммы производятся методом, определенным в EBU Tech 3273 [13]; см. также BBC RD 1991/6 [4].

6. Overscan* (Запредельный растр)

EBU предпочитает избегать применения в бытовых дисплеях overscan в любом входном HD формате (1080p, 1080i, 720p).

Однако, если небольшая степень overscan неизбежна, он должен соответствовать чистой апертуре, согласно SMPTE 274-2005 Приложение E.4 [8] и SMPTE 296M-2001 Приложение A.4 [9].

Подробнее об overscan рассказывается в Приложении В

* **Overscan** – такая настройка монитора, при которой растр простирается немного за физические пределы экрана дисплея, отрезая внешние края изображения. (Примечание переводчика)

7. ССЫЛКИ

- [1] **EBU Tech 3325: Methods of measurement of the performance of studio monitors (готовится)**
- [2] ITU-R Rec.BT.709: Basic Parameter Values for the HDTV Standard for the Studio and for International Programme Exchange (1990)
- [3] CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Standard S 014-2/E (2006): Colorimetry - Part 2: CIE Standard Illuminants
- [4] Roberts, A.: Methods of measuring and calculating display transfer characteristics (Gamma) BBC Research Department Report RD 1991/6.
- [5] Roberts, A.: Measurements of display transfer characteristics using test pictures. BBC Research Department Report RD 1992/13.
- [6] Hunt, R.W.G: "Corresponding colour reproduction" in *The reproduction of colour*, изд. 6, стр. 173, Wiley & Son, 2004.
- [7] ITU-R Rec.BT.815-1: Specification of a signal for measurement of the contrast ratio of displays
- [8] SMPTE 274M-2005: Annex E.4 in 1920 x 1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiple Picture Rates
- [9] SMPTE 296M-2001: Annex A.4 in 1280 x 720 Progressive Image Sample Structure — Analog and Digital Representation and Analog Interface
- [10] Digital Display Working Group, 1999-last update, digital visual interface [Homepage of Digital Display Working Group], [Online]. Available: <http://www.ddwg.org/> [20 июня 2005]
- [11] HDMI, 2007-last update, high-definition multimedia interface [Homepage of HDMI], [Online]. Available: <http://www.hdmi.org> [14 марта 2007]
- [12] CEA 861 –D: A DTV Profile for Uncompressed High Speed Digital Interfaces (2006)
- [13] EBU Tech 3273: Methods of Measurement of the Colorimetric Performance of Studio Monitors (1993)
- [14] EBU Tech 3213-E: Standard for Chromaticity Tolerances for Studio Monitors (1975)

Приложение А - Гамма

Развитие телевидения дает хорошие результаты в среде просмотра, которую специалисты по цвету называют 'dim surround' [6].

Этот результат включает три неизменных компонента:

- Требование согласования кодирования уровня яркости (аналогового или цифрового) приближенным логарифмическим характеристикам системы человеческого зрения путем соответствующего нелинейного кодирования или "перцепционного" кодирования уровня. Такая характеристика имеет эффект выравнивания видимости по тоновой шкале квантования в цифровом сигнале или шума в аналоговом. Линейная или другая неперцепционная характеристика требует для того же перцепционного качества больший динамический диапазон (полосу или скорость передачи), с неблагоприятными экономическими последствиями;
- Неустранимый эффект характеристики гаммы ЭЛТ, на котором была эмпирически основана вся система телевидения. Это наследие состоит из архивного контента и бытовых дисплеев всего мира;
- Гамма – это также характеристика, которой соответствуют такие схемы кодирования как MPEG-2 и MPEG4-AVC, и любая другая характеристика будет менее идеальна в смысле артефактов и видимости шумов, в такой степени, что многие дефекты, наблюдаемые сегодня в транслируемом телевизионном материале при просмотре на плоских экранах, вызваны неспособностью дисплея придерживаться гамма-характеристики, особенно вблизи черного.

Было обнаружено, что сквозная или «системная» гамма изображений, снятых в номинальных условиях дневного света и адаптированных к бытовым условиям просмотра dim-surround, составляет примерно 1.2, т.е. явно нелинейная.

Системная гамма может быть выражена как:

$$\text{Системная гамма} = \text{гамма кодирования камеры (OETF}^\dagger) \times \text{гамма дисплея (EOTF}^\ddagger)$$

В методах измерения, развивавшихся несколько десятков лет, было обнаружено, что правильно спроектированный ЭЛТ дисплей имеет гамму EOTF около 2.35 [5]. Это часть «неустранимого эффекта» ЭЛТ.

Следовательно, наше уравнение системной гаммы переписывается так:

$$\text{Системная гамма} = 1.2 = \text{гамма OETF} \times 2.35$$

Следовательно, гамма OETF (камеры) = 0.51.

Поскольку чистая кривая гамма-распределения требует применения бесконечного усиления к сигналам камеры около черного, приводя к недопустимым шумам; на практике эта кривая модифицируется и состоит из небольшого линейного участка около черного в комбинации с уменьшенной кривой гамма-распределения 0.45 [2]. Однако обратите внимание, что «лучшая» степенная кривая для этой характеристики выглядит как 0.51, т.е. равна вышеупомянутому вычислению.

From the above, поскольку бытовые условия просмотра, в общем, не меняются, и гамма OETF не может измениться (по соображениям совместимости и непрерывности оптимальной перцепционной характеристики кодирования), гамма EOTF также должна оставаться 2.35, независимо от новых физических дисплеев, используемых для ее реализации.

[†] OETF: Функция оптоэлектрической передачи

[‡] EOTF: Функция электрооптической передачи

Приложение В – Вопросы overscan

В ЭЛТ исторически применялся overscan примерно в 5% с каждого края. Это требовалось из-за сложности выравнивания геометрии развертки по краям экрана. Артефакты краев в аналоговом ТВ контенте (и его оцифрованных версиях) маскируются наличием overscan в дисплее.

В современной цифровой среде также ожидается содержание артефактов краев.

Overscan применялся в первых плоских индикаторных панелях для имитации изображения ЭЛТ.

Переход к вещательному сигналу, содержащему существенный контент до самых краев экрана, неизбежен. Потребитель должен видеть полное изображение, а не только 80% от него.

Если дисплей имеет большее разрешение, чем входящий сигнал, необходимо масштабирование. Его не следует путать с overscan.

Если дисплей близок к разрешению входящего сигнала, преобразование пикселей «один к одному» всегда даст лучшее изображение, чем малый процент масштабирования.

Для SDTV наследие базы бытовых ЭЛТ дисплеев и архивного контента может в ближайшие годы помешать изменениям существующей практики вещания.