

EBU

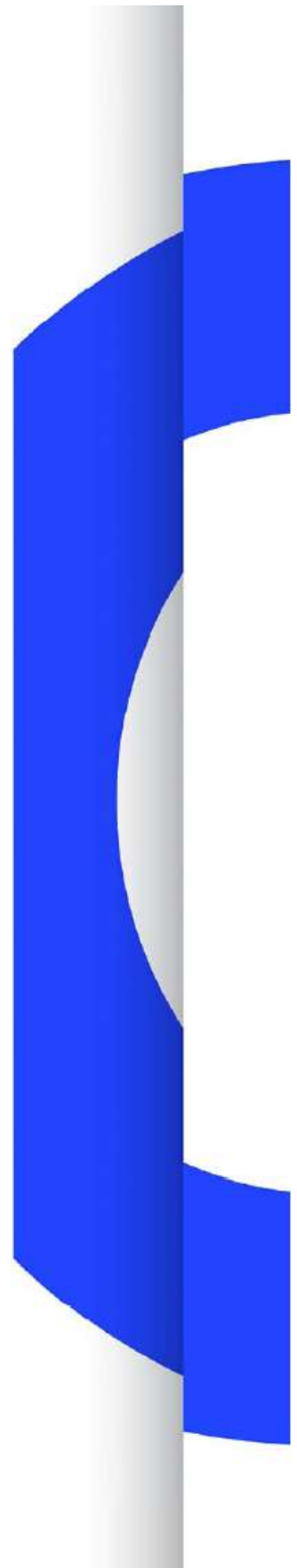
OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TECH 3320

USER REQUIREMENTS FOR VIDEO MONITORS IN TELEVISION PRODUCTION

VERSION 3.0

Geneva
October 2014



EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TECH 3320

USER REQUIREMENTS FOR VIDEO MONITORS IN TELEVISION PRODUCTION

Внимание!

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

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

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВИДЕОМОНИТОРАМ В ТЕЛЕПРОИЗВОДСТВЕ

ВЕРСИЯ 3.0

Женева

Октябрь 2014

Содержание

Область рассмотрения	3
1. Определение монитора 1 класса	3
2. Определение монитора 2 класса	3
3. Определение монитора 3 класса	4
4. Специальное применение дисплеев	4
4.1 Мониторы видеоискателя.....	4
4.2 Дисплеи, используемые для декораций	4
4.3 Дисплеи, используемые во внестудийной съемке или в декорациях/павильоне	4
5. Требования	4
5.1 Диапазоны яркости	4
5.2 Уровень черного	5
5.3 Коэффициент контрастности	5
5.4 Гамма-характеристики	6
5.5 Воспроизведение яркостной шкалы	6
5.6 Цветовая гамма и цветовоспроизведение	7
5.7 Цветовая температура	7
5.8 Зависимость от угла зрения	7
5.9Arteфакты движения	8
5.10 Разрешение экрана	8
5.11 Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и каемка экрана	8
5.12 Время задержки	9
5.13 Размер экрана	9
5.14 Однородность	9
5.15 Мига (дефекты в ЖК панелях)	9
5.16 Образование полос (известно также как перекрытие или затенение)	10
5.17 Стабильность и условия окружающей среды	10
5.18 Пиксельные дефекты	10
5.19 Окантовка и обработка положительных и отрицательных выбросов	11
5.20 Обработка нелегальных сигналов	11
5.21 Склеивание изображения (долгое послеизображение)	11
5.22 Поддерживаемые стандарты и интерфейсы сигнала	11
5.23 Другие функции	12
5.24 Акустический шум	12
5.25 Отражательная способность поверхности (блик)	13
5. Ссылки	14
6. Библиография	14
Приложение А: Аспекты гаммы	15
Приложение В: CIE 1976 – однородное пространство цветов $L^*u^*v^*$	17
Приложение С: Контрольный список параметров и значений	18
Приложение D: Функции цветового соответствия и метамеризм	21

Пользовательские требования к видеомониторам в телепроизводстве

<i>Комитет EBU</i>	<i>Первый выпуск</i>	<i>Исправления</i>	<i>Переиздание</i>
(PMC) ECV, BHD	2007 ¹	2008, 2010, 2014	

Ключевые слова: Пользовательские требования, Профессиональные видеомониторы, Телепроизводство

Область рассмотрения

Документ определяет классы телевизионных видеомониторов и области их применения в телепроизводстве. Он также определяет технические характеристики, требуемые от этих мониторов. EBU Tech 3325 определяет методологии измерения для каждого описанного здесь параметра. Телемониторы используются в среде профессионального телепроизводства для оценки и контроля изображений и должны обеспечивать надежные и повторяемые результаты.

Задача монитора – отображать сигнал как он есть, и он не должен пытаться «улучшить» или иным образом изменить изображение. Бытовые устройства вряд ли смогут удовлетворить этим требованиям в среде телепроизводства. Требования к бытовым телевизионным приемникам и к мониторам для компьютеров и обработки данных не входят в рамки настоящего документа.

В **Приложении А** описаны аспекты гаммы (EOTF), применяемые внутри данного документа.

Приложение В содержит объяснения нового поля допуска $L^*u^*v^*$.

Приложение С содержит контрольный список, который может использоваться при оценке производительности монитора.

В **Приложении D** обсуждаются проблемы и возможные решения несоответствий между измерениями цветов и визуальным восприятием различных типов технологий дисплеев.

1. Определение монитора 1 класса

Мониторы 1 класса – это устройства для оценки высшего технического качества съемки, постпроизводства, передачи и хранения. Эти мониторы должны обладать как минимум качествами контролируемого оборудования. Предполагается, что на этом уровне все технологии являются современными. Это значит, что не должны маскироваться артефакты и добавляться новые.

В качестве опорного устройства, установки данного типа мониторов должны быть регулируемыми, а также блокируемыми (механически или электрически), чтобы был возможен только авторизованный доступ.

Монитор 1 класса – «измерительный инструмент» для визуальной оценки качества изображения. Поэтому весьма желательно иметь возможность воспроизведения режима развертки сигнала в первоначальном виде (т.е. прогрессивном или чересстрочном) или в предназначенном для просмотра (например, презентация 50 Hz материала 25p).

Типичное применение мониторов 1 класса – например, управление камерами, цветокоррекция и контроль качества и, возможно, позиции контроля освещения, т.е. области, где оцениваются, контролируются и корректируются параметры технического качества видео.

2. Определение монитора 2 класса

Монитор 2 класса может иметь большие допуски в спецификации, чем монитор 1 класса, в пользу уменьшения стоимости, габаритов или веса. Мониторы 2 класса используются в приложениях, где не нужны строгие допуски (например, по точности воспроизведения и стабильности цвета), а также некоторые характеристики оборудования.

Области применения мониторов 2 класса – например, предварительный просмотр, мониторные стены, монтажные и видеотехнические аппаратные, если не производится манипуляций с качеством изображения.

Должна быть возможность использовать мониторы 2 и 1 класса вместе, например, в телевизионных мониторных стенах.

¹ Первое издание в мае 2007 г. Переиздано в версии 1.0a с скорректированной нумерацией глав в июне 2007 г.

3. Определение монитора 3 класса

Мониторы 3 класса (наблюдение или присутствие) – это устройства, во многих отношениях эквивалентные домашним/бытовым дисплеям высшего класса. Для телепроизводства важно наличие профессиональных интерфейсов, механической робастности (включая возможность монтажа в стойках или стеллажах) и транспортабельности, а также электромагнитной совместимости и акустического шума.

Области применения мониторов 3 класса – например, аудио производство, дубляж диалогов, мониторинг сигнала, позиции комментатора и дисплеи для аудитории в студии.

4. Специальное применение дисплеев

4.1 Мониторы видеоискателя

Мониторы, используемые в качестве видеоискателей телевизионных камер, во многих отношениях аналогичны мониторам 2 класса. Важны требования к качеству изображения, например, геометрия и стабильность. Потребуется большая максимальная яркость, предусматривающая разнообразные условия внешнего освещения. Видеоискатель должен обеспечивать средства настройки фокуса.

4.2 Дисплеи, используемые для декораций

В производственной зоне вещательных компаний все больше распространяется использование современных плоских дисплеев, например, для создания больших изображений в составе декораций. Уникальные факторы таких мониторов – возможность настройки студийного освещения (т.е. света ламп накаливания, с балансом белого 3200 К), и они должны иметь особенно широкий угол зрения и малую задержку.

4.3 Дисплеи, используемые во внестудийной съемке или в декорациях / павильоне

Эти мониторы используются режиссером, оператором-постановщиком или осветителем в съемке, в помещении и на улице, для просмотра материала с камеры. Для таких мониторов есть потенциальное требование включить возможность симуляции цветокоррекции или другого процесса постпроизводства. Видеоданные с камеры могут быть, например, необработанными, логарифмическими данными, а не матрицированными и с гамма-коррекцией, и режиссер может решить просмотреть симуляцию намеченного результата, который будет получен на дальнейшем этапе телепроизводства.

5. Требования

Примечание: Спецификации в этом разделе должны измеряться в соответствии с EBU Tech 3325 [8]. Все спецификации должны выполняться одновременно.

5.1 Диапазоны яркости

Когда сигнал яркости 100% белого (цифровой уровень 940 в 10-битных системах, см. Прим. 1) является входным, дисплей должен обеспечивать регулируемую установку, включая способность обеспечения опорного уровня яркости, например, 80 cd/m². Однако он должен регулироваться так, чтобы можно было установить на экране 100% яркость (см. Прим. 2 и 3) для обеспечения уровней яркости в следующих диапазонах:

Монитор 1 класса:	от 70 до минимум 100 cd/m ² (Прим. 4).
Монитор 2 класса:	от 70 до минимум 200 cd/m ² .
Монитор 3 класса:	от 70 до 250 cd/m ² или до 400cd/m ² в неблагоприятных условиях.

Примечание 1: 100% яркость на экране соответствует сигналу яркости цифрового уровня 940 (в 10-бит), а уровень черного соответствует сигналу яркости 64 (в 10-бит). Максимальное значение сигнала яркости – цифровой уровень 1019 (в 10-бит). Сигнал яркости 1019 называется «сверхбелым» или «109% белым», по формуле $(1019 - 64)/(940 - 64) = 1.09$.

Примечание 2: 100% яркость на экране определяется как яркость сигнала яркости цифрового уровня 940, но уровни от 941 до 1,019 также должны корректно отображаться и отслеживать любую настройку 100% уровня яркости.

Примечание 3: 100% яркость измеряется на белом участке, занимающем центральные 13.13% по горизонтали и по вертикали (согласно EBU Tech 3273, §3.5), перпендикулярно центру экрана.

Примечание 4: ITU-R BT.500-11 требует яркость монитора до 200 cd/m² для тестов, симулирующих домашние условия просмотра.

Примечание 5: Автоматические лимитеры яркости не следует использовать для мониторов 1 и 2 класса.

5.2 Уровень черного

При сигнале яркости на уровне черного (цифровой уровень 64 в 10-бит) с полноэкранным черным тест-сигналом уровень яркости, измеряемый с экрана, должен регулироваться так:

Монитор 1 класса: ниже 0.05 cd/m².

Монитор 2 класса: ниже 0.4 cd/m².

Монитор 3 класса: ниже 0.7 cd/m².

Должна быть возможность настройки уровня черного с помощью тест-сигнала PLUGE (который включает порции суб-черного) в соответствии с процедурой, описанной в ITU-R Rec. BT.814. Мы ожидаем использования мониторов 1 и 2 класса в видеотехнических аппаратных с приглушенным освещением, например, ISO 12608 'Cinematography - Room and conditions for evaluating television from telecine reproduction'.

Уровень черного должен регулироваться между минимально достижимым и 1 cd/m². Уровни ниже черного (т.е. уровни между 4 и 64 в 10-бит) не должны срезаться и должны становиться видимыми, с учетом соответствующих уровней общей освещенности.

Необходимо избегать вуалирующих бликов в измерительном инструменте, используя маску или усеченный конус, как описано в EBU Tech 3325 [8].

Примечание: Если условия просмотра – стандартная сумеречная освещенность (15% по ITU-R Rec. BT.500-11), то необходимо также учитывать фактор ремиссии дисплея:

- Фактор ремиссии – сумма поглощающей и отражающей способности поверхности.
 - Значение ремиссии (также называемое фактором ремиссии) – соотношение между отраженным светом от поверхности дисплея (выключенного) и отраженным светом от опорной белой поверхности в тех же условиях, при условии использования источника рассеянного света.
 - Отражение измеряется с углом - 45° перпендикулярно экрану с источником света под углом +45°. Ремиссия измеряется перпендикулярно экрану с источником света под углом +45°.

В случае ЭЛТ уровень черного измеряется с выключенным экраном, в типичной производственной среде это между 0.05 и 0.1 cd/m², и примерно на 0.01 cd/m² больше с включенным экраном.

Для типичного ЖК фактор ремиссии значительно ниже, поэтому большая светоотдача в черном может быть допустима. **Сумма отраженного света и передаваемого света важна** в типичной (сумеречной) производственной среде.

Модуляция подсветки дисплея пропускающего типа (глобальное или локальное затемнение) для улучшения характеристик уровня черного не должно ни вызывать видимых артефактов (даже если смотреть на монитор с очень близкого расстояния), ни скрывать артефактов, присутствующих в контролируемом сигнале. Если в дисплее есть такая функция, должна быть возможность ее отключения. В будущем может потребоваться определение дополнительных требований и тестовых условий для характеристики любых дисплеев с использованием этих методов.

5.3 Коэффициент контрастности

В зависимости от уровня яркости, установленного для 100% белого, можно получить следующий коэффициент контрастности экрана в соотношении с соответствующим минимальным уровнем черного.

Полноэкранный (1% патч) коэффициент контрастности должен быть:

Монитор 1 класса: выше 1000 к 1 (1400 к 1 с 100% белым при 70 cd/m²)

Монитор 2 класса: выше 500 к 1

Монитор 3 класса: выше 300 к 1 (142 к 1 с 100% белым при 100 cd/m², поскольку черный может быть 0.7 cd/m²)

Одновременный коэффициент контрастности (с шаблоном EBU) должен быть:

Монитор 1 класса:	выше 200 к 1
Монитор 2 класса:	выше 100 к 1
Монитор 3 класса:	выше 100 к 1

Примечание: «Полноэкранный (1% патч) контрастность» определена в EBU Tech 3325 [8].

5.4 Гамма-характеристики

- 1) Гамма-характеристика (электрооптическая характеристика передачи) экрана должна быть эквивалентна характеристикам опорного ЭЛТ с ожидаемой визуализацией (dim-surround) ТВ системы, Рекомендуется номинальное значение 2.4.
См. **Приложение А** и Важное примечание ниже.
- 2) Передаточные функции зеленого, красного и синего компонентов дисплея должны быть достаточно похожи для удовлетворения требований §5.5.
- 3) Идеальная электрооптическая передаточная функция (для мониторов 1 и 2 класса) должна оставаться в пределах ± 0.10 от идеального значения гаммы от 10% до 90% уровня входного сигнала, с использованием метода анализа, описанного в EBU Tech 3325 [8]. Передаточная функция должна оставаться монотонной во всем диапазоне сигнала. Для мониторов 1 и 2 класса 10-битный входной сигнал должен давать 10-битное представление на экране (всегда позволяя определение только 877 уровней видео между черным и 100% белым).

Примечание: Электрооптическая передаточная функция монитора основана на следующих требованиях:

Хотя камера может иметь номинальную оптоэлектрическую передаточную функцию согласно ITU-R BT. Rec.709, на практике она модифицируется по желанию режиссера в управлении камерой или в цветокоррекции.

Система телевидения умышленно имеет сквозную системную гамму около 1.2 для компенсации эффекта 'dim surround' [6]. Поэтому гамма монитора не является и никогда не являлась противоположностью гаммы камеры.

Эталоном для архивных, а до недавнего времени и текущих программ является ЭЛТ монитор 1 класса.

Измерение производится в совершенно темном помещении, и дисплей должен быть корректно установлен по сигналу PLUGE в данных условиях. Условия измерений, таким образом, отличаются от нормальных рабочих условий.

Вывод: любая новая технология мониторов должна сохранять ту же электрооптическую передаточную функцию, что использовалась исторически.

Отчет BBC R&D RD 1991/6, 'Methods of measuring and calculating display transfer characteristics (gamma)' (Alan Roberts) [4] показывает метод выполнения таких измерений и приводит результаты, показывающие, что гамма ЭЛТ монитора 1 класса обычно бывает в регионе от 2.3 до 2.4. См. также [5].

Следовательно, общая электрооптическая характеристика передачи будет состоять из этой кривой гаммы-распределения, находясь сверху регулируемого сдвига светового выхода в «черном», установленном с помощью тест-сигнала PLUGE для удовлетворения требований условий просмотра. Дальнейшая информация содержится в Приложении А.

Примечание: ВАЖНО: Этот раздел исправлен в соответствии с ITU-R Rec. BT. 1886.

5.5 Воспроизведение яркостной шкалы

- 1) Отслеживание яркостной шкалы между цветовыми каналами должно быть в пределах определенных эллипсов:

Монитор 1 класса:	0.5 Δu^*v^* относительно измеренной белой точки монитора (разности Colour Space CIE 1976 $L^*u^*v^*$ [см. Приложение В]) для яркости от 1 до 100 cd/m^2 , и отклонение от серого не должно быть заметно для яркости ниже 1 cd/m^2
Монитор 2 класса:	1 Δu^*v^* для яркости от 1 до 200 cd/m^2 , и отклонение от серого не должно быть заметно для яркости ниже 1 cd/m^2
Монитор 3 класса:	1.5 Δu^*v^* для яркости от 1 до 250 cd/m^2 , и отклонение от серого не должно быть заметным для яркости ниже 1 cd/m^2

- 2) Когда сигнал яркости с уровнем черного (цифровой уровень 64 в 10-битных системах) через 109% белый (1019) является входным, должно сохраняться отслеживание яркостной шкалы.

*Примечание: Допуск для 1 класса основан на видимой разнице в $1 \Delta u^*v^*$, таким образом диапазон допуска $0.5 \Delta u^*v^*$ гарантирует невидимость.*

5.6 Цветовая гамма и цветовоспроизведение

- 1) Задача - чтобы цвета в соответствующей системной гамме воспроизводились так, чтобы глаз воспринимал их идентичными презентации на идеальном ЭЛТ мониторе, т.е. нужно достичь метамерного совпадения. Воспроизведение тестовых цветов EBU (EBU Tech. 3237 и дополнение к нему) должно иметь допуск $4 \Delta u^*v^*$, кроме случая с двумя тестовыми цветами телесных тонов, где допуск должен быть $2.6 \Delta u^*v^*$ (что соответствует допуску с телесным тоном $\pm 0.003 \Delta u', \Delta v'$, определенному в EBU Tech 3273 [1]). Кроме того, при изменении воспроизводимой яркости тестовых цветов ΔE^* должно быть в рамках вышеуказанных допусков. Все эти допуски увеличены до $7 \Delta E^*$ для мониторов 2 и 3 класса.
- 2) Дисплей должен представлять изображения с сигналами основных цветов и опорным белым, определенными в соответствующем видео стандарте (ITU-R BT.1360, ITU-R BT.601, ITU-R BT.709, ITU-R BT.1700 или SMPTE ST 170:2004 и SMPTE ST 296:2012). Воспроизводимые основные цвета для сигналов стандартной четкости должны быть в пределах допуска для основных цветов EBU (EBU Tech.3213). Для сигналов высокой четкости воспроизведение основных цветов ITU-R Rec. BT.709 должно быть в пределах $\pm 4 \Delta u^*v^*$ целевых основных цветов для мониторов 1 класса и $7 \Delta u^*v^*$ для мониторов 2 и 3 класса. Кроме того, при изменении воспроизводимой яркости основных цветов ΔE^* должно быть в рамках вышеуказанных допусков

Примечание: Для дисплеев, предназначенных для студийных декораций, может быть желательно некоторое преыскажение цветовой визуализации для получения нужного вида в камере.

5.7 Цветовая температура

- 1) Монитор должен представлять изображения с опорным белым D_{65} (см. Приложение В) при подаче на монитор с сигналами основных цветов равной амплитуды.
- 2) Мониторы, используемые в студийной съемке (в декорациях), должны уметь настраиваться примерно на 3200 К.

Монитор 1 класса: По умолчанию D_{65}

Монитор 2 класса: По умолчанию D_{65} и опционально переключается на 3200К для использования в декорациях

Монитор 3 класса: По умолчанию D_{65} и опционально переключается на 3200К для использования в декорациях

- 3) Допуски, применяемые к белой точке, D_{65} , должны быть $1.3 \Delta u^*v^*$ (что соответствует допуску на основе круга или радиуса 0.0010 в $\Delta u', \Delta v'$, который является историческим допуском внутри EBU [1] и соответствует едва заметной разнице между соседними мониторами). Допуск для мониторов 2 и 3 класса должен быть $4 \Delta u^*v^*$ (что соответствует приблизительно допуску $\pm 0.003 \Delta u', \Delta v'$).

Хотя система измерения CIE 1931 удовлетворительна для измерений ЭЛТ дисплеев, есть некоторые данные, что она может быть недостаточно точной для характеристики и получения метамерного совпадения с некоторыми более новыми дисплеями [7]. Практические решения этой проблемы включают вычисленный сдвиг значений x_u CIE 1931. Подробнее в **Приложении D**.

*Примечание: Разница более $1 \Delta u^*v^*$ может быть заметна между двумя цветовыми патчами на одном экране, подразумевая допуск $\pm 0.5 \Delta u^*v^*$. Однако здесь мы рассматриваем видимость цветоразности между соседними экранами, следовательно, больший допуск.*

5.8 Зависимость от угла зрения

Во многих случаях, когда на монитор смотрит не один человек или когда несколько мониторов смотрят вместе, точное цветовоспроизведение во всем диапазоне углов зрения жизненно важно. Даже если на один монитор смотрит один человек, важно, чтобы воспроизведение изображения было согласованным в более ограниченном, но все равно существенном диапазоне углов зрения.

- 1) Для мониторов 1 и 2 класса отклонения в цвете, воспроизводимом на экране, не должны быть заметны для человека, если смотреть на экран с угла до $\pm 45^\circ$ по горизонтали или $\pm 20^\circ$ по вертикали в любом направлении от перпендикулярной оси до центра экрана.
- 2) Как правило, для допустимого числового значения для мониторов 1 и 2 класса Δu^*v^* (вычисленное как изменения измерений, нормальные для экрана) должно быть менее 6.8 для 20% яркостной шкалы и 6.0 для 50% яркостной шкалы, белого и с любым из тестовых цветов EBU при измерении с углов зрения в вышеуказанном диапазоне. Эти допуски могут быть увеличены до 9 Δu^*v^* для мониторов 3 класса.
- 3) После установки уровня черного до предела, указанного в п.5.2, коэффициент контрастности на экране для мониторов 1 и 2 класса при измерении с углов зрения в прямоугольнике $\pm 30^\circ$ по горизонтали и $\pm 15^\circ$ по вертикали должен падать не более чем на 20% значения контрастности, измеренного по оси, перпендикулярной центру экрана. При измерении с углов зрения в прямоугольнике $\pm 45^\circ$ по горизонтали и $\pm 20^\circ$ по вертикали коэффициент контрастности должен падать не более чем на 50%. Эти допуски можно увеличить до 35% ($\pm 30^\circ$ по горизонтали и $\pm 15^\circ$ по вертикали) и 50% ($\pm 45^\circ$ по горизонтали и $\pm 20^\circ$ по вертикали) для мониторов 3 класса.

Примечание: В идеале, следует использовать технологию, где угол зрения не представляет проблемы. Вышеуказанные допуски хоть и не идеальны, но вероятно допустимы.

5.9 Артефакты движения

Артефакты движения, введенные технологиями дисплеев (например, размывка и другие эффекты в подвижных изображениях), представляют большую проблему. Для дисплея нежелательно вводить собственные артефакты движения.

С другой стороны, эффекты движения, включенные во входной сигнал, например, сбоем в подвижной графике антиалиасного фильтра, или размывка изображения, вызванная интеграцией камеры в открытие затвора, должны быть представлены на дисплее.

Примечание 1: Имеется справочный документ об измерениях Moving Picture Response Time (MPRT) (разрабатываемый ICDM как Display Measurement Standard).

Примечание 2: Размывка движения (по краям и в текстуре) в ЖК вызвана комбинацией: Презентации типа «выборка и хранение» Собственного времени отклика панели Обработки сигнала, например, удаления чересстрочности

Примечание 3: Другие технологии вводят другие эффекты движения, например, цветовую окантовку на движущихся краях и генерирование ложных контуров.

5.10 Разрешение экрана

Требуемое для монитора разрешение будет разным в зависимости от размера экрана и приложения.

Монитор 1 класса: Минимум столько же пикселей, сколько в отображаемом формате сигнала, с возможностью отображения преобразованного в пиксели изображения.

Монитор 2 класса: Минимум столько же пикселей, сколько в отображаемом формате сигнала.

Примечание 1: Большие экраны, предназначенные для множества зрителей, могут требовать значительно большего разрешения.

Примечание 2: Есть некоторые преимущества в сверхдискретных дисплеях, чтобы пиксельная структура и форма не влияли на видимое изображение. Например, изображение 1920x1080 может отображаться на экране 4k (с горизонтальными пикселями).

5.11 Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и каемка экрана

- 1) Масштабирование изображения должно производиться таким образом, чтобы избежать введения артефактов, например, чрезмерной окантовки, ступенчатости или полосатости и т.д.
- 2) Мониторы должны предлагать выбор режимов устранения чересстрочности (см. раздел о задержке). Материал с прогрессивной разверткой (сегментированные поля или режим киноплёнки) должен обнаруживаться и не проходить через устранитель чересстрочности.

- 3) Мониторы должны уметь показывать проблемы «порядка представления полей», возникающие, когда полукадры чересстрочного сигнала представлены в неправильном порядке.
- 4) Режим по умолчанию должен отображать без каемки экрана, т.е. показывая полную активную область изображения до краев. Это оптимальный режим для масштабирования качества и часто может быть преобразованием пикселей один к одному.
- 5) Края изображения не должны заслоняться кромкой экрана.
- 6) Все мониторы должны регулироваться, позволяя каемку экрана около 2%.

Примечание: Требование, чтобы монитор обнаруживал и не устранял чересстрочность материала в режиме киноплёнки, несовместимо с традиционным требованием, что монитор должен показывать присутствие вертикального (чересстрочного) дрожания. Это проблема, о которой вещатели должны знать во время перехода в домашней среде с ЭЛТ на плоские панели.

5.12 Время задержки

Время задержки в каждом режиме дисплея должно быть точно определено и опционально показано на экране. Должна сообщаться задержка между прибытием последовательного электрического сигнала на вход монитора и 50% точкой в нарастании светового выхода с экрана.

Для мониторов 2 и 3 класса необходимы режимы, включающие «режим отображения с малой задержкой». Такой режим полезен, когда требуется большая точность синхронизации, например, при коммутации или монтаже видео или для синхронизации музыкантов. Этот режим может иметь более низкое качество изображения (например, из-за более простого устранения чересстрочности), чем нормальный. Поэтому такой режим не требуется для мониторов 1 класса.

В режиме отображения с малой задержкой изображения предпочтительно должны отображаться с задержкой не более 10 мс между входным и отображаемым сигналами. Задача – минимизировать ошибки речевой синхронизации, которые могут раздражать зрителей и производственный персонал.

5.13 Размер экрана

Размер экрана дисплея – право выбора пользователей, но может требоваться больше (из-за целевой дистанции просмотра в 3 раза больше высоты изображения) для адекватного мониторинга HD. Производственные помещения предназначены для мониторов прежнего размера, т.к. часто бывают ограничения, затрудняющие переход на больший размер экрана. Это может влиять на возможность адекватного мониторинга HD качества. Многомониторные (с разбивкой на окошки) мониторы с большим экраном все больше используются для мониторинга источника и включены в категорию мониторов 3 класса, но могут классифицироваться и как мониторы 2 класса.

5.14 Однородность

Однородность большой области

Минимальная допустимая однородность в большой области уровня белого (т.е. плавный спад яркости к краям экрана) – 80% для ЭЛТ, но мы требуем однородной яркости по всему экрану с допуском $\pm 5\%$ от средней яркости в среде плоских панелей.

Однородность цветности должна быть в пределах $2.6 \Delta u^*v^*$ измеренного белого в центре экрана для мониторов 1 класса (что соответствует допуску $\pm 0.002 \Delta u', \Delta v'$) и $4 \Delta u^*v^*$ для мониторов 2 и 3 класса.

Однородность небольшой области

Использование нескольких фиксированных позиций измерения потенциально может привести к пропуску периодической ошибки однородности или другого шаблона. Во избежание этого желателен метод измерения с учетом всего экрана, который должен использоваться вместо измерения большой области, если это возможно для организации, проводящей оценку. Стандартная девиация (деленная на средний уровень) 5% в яркости считается реалистичной для монитора 1 класса.

В крайнем случае видом неоднородности является шум с постоянным шаблоном, и при необходимости нужна предкоррекция в дисплее.

5.15 Мига (дефекты в ЖК панелях)

Дефект Мига не должен визуально обнаруживаться на экране независимо от воспроизводимого уровня яркости или цветовой насыщенности.

Хотя на практике Mura не должен быть проблемой, для полноты он включен сюда.

Примечание: «Mura» - это дефект, который выглядит как маленькая трещина с очень маленьким изменением яркости или цвета. «Mura» может быть замечен в ровных частях изображения, даже если размер дефекта очень мал. Mura будет обнаруживаться в тестах однородности небольшой области.

5.16 Образование полос (известно также как перекрытие или затемнение)

Эффект, изображенный на Рис. 1, является результатом горизонтальных или вертикальных перекрестных помех между сигналом в разных частях строки или столбца дисплея.

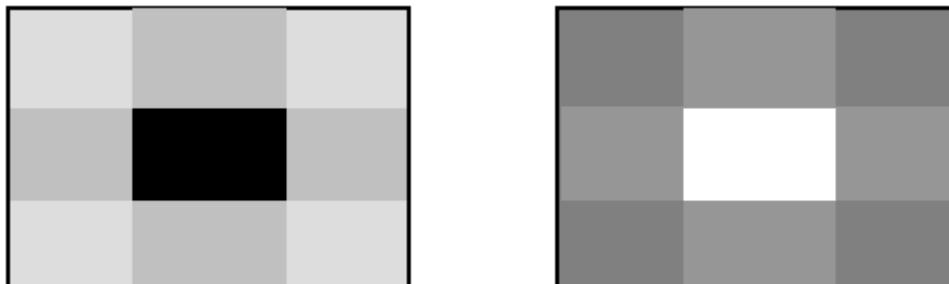


Рис. 1. Примеры затемнения (в данном случае и горизонтального, и вертикального)

Когда входной сигнал является прямоугольником 100% белого около центра, окруженным участком серого, разница в яркости между горизонтальными и вертикальными ленточными участками и другими серыми участками, изображенными на Рис. 1, не должна превышать 0.5% для мониторов 1 класса, 1% для мониторов 2 класса и 2% для мониторов 3 класса. То же относится к черному прямоугольнику на серой кромке.

5.17 Стабильность и условия окружающей среды

При корректной настройке в среде с температурой воздуха от 15° до 25°С (диапазон калибровки) должен продолжать работать в соответствии со спецификацией во всем рабочем диапазоне при температуре воздуха² от 10° до 40°С.

При температуре воздуха в вышеуказанном рабочем диапазоне необходимо дать период 20 минут после включения монитора до его работы согласно спецификации. Затем монитор должен сохранять эту производительность на период минимум 24 часов.

Через минуту после включения монитор должен производить субъективно приемлемые изображения. Для справки, ожидается, что монитор будет работать с допусками не хуже двукратных допускам, указанным в спецификации, в течение первых 20 минут работы.

При включении при температуре от 0° до +40°С монитор должен продолжать функционировать без сбоев в диапазоне от 0° до +40°С.

Монитор должен продолжать функционировать в соответствии со спецификацией в диапазоне влажности от 10% до 75% (без конденсации).

Монитор должен функционировать в соответствии со спецификацией на высоте до 3000 м.

В температурном диапазоне от -35°С до +70°С должно быть возможно хранить монитор без повреждений.

5.18 Пиксельные дефекты

Дефекты классифицируются по серьезности визуального эффекта. ISO 13406-2 содержит больше информации и классификацию различных типов пиксельных дефектов.

- 1) Мониторы 1 и 2 класса не должны иметь видимых пиксельных дефектов (определенных как I категория пиксельных дефектов в ISO 13406-2).
- 2) Мониторы 3 класса не должны иметь видимых пиксельных дефектов в центральной области, занимающей 50% дисплея, а вне этой области попадать во II категорию пиксельных дефектов.

² Температура воздуха здесь определяет температуру воздуха около дисплея.

- 3) Никогда не должно быть спаренных пиксельных дефектов (определено как дефект кластера пикселей I категории в ISO 13406-2).

Примечание: Полезное объяснение:

http://www.maxdata.com/repository_com/downloads/Pixel_monitors.pdf

5.19 Окантовка и обработка положительных и отрицательных выбросов

Окантовка или положительные выбросы не должны вводиться никакой обработкой в дисплее, если входной сигнал находится в кондиционном состоянии (т.е. в лимитах Найквиста). См. также ниже.

Мониторы 1 и 2 класса не должны иметь контроля «резкости» и не должны вводить никаких других «улучшений» изображения.

Мониторы не должны обрезать положительные и отрицательные выбросы или уровни суб-черного и сверхбелого.

5.20 Обработка нелегальных сигналов

Сигналы, содержащие существенные частотные компоненты вне лимита Найквиста (т.е. без антиалиасного фильтра), должны отображаться так, чтобы любая окантовка или ступенчатость в таких сигналах БЫЛА видимой.

Профессиональные интерфейсы и стандарты для передачи и преобразования гаммы на дисплее сигналов с широкой цветовой гаммой в вещательной среде пока не определены. Также точно неизвестно, как монитор должен обрабатывать сигналы вне гаммы, но мониторы 1 и 2 класса будут иметь режим (или режимы), показывающие цвета вне гаммы и не пытающиеся их корректировать.

5.21 Склеивание изображения (долгое послеизображение)

Характеристики склеивания изображения (долгого послеизображения) на экране должны быть сопоставимы или лучше характеристик ЭЛТ монитора.

Вещатели должны учитывать, что постоянные идентификаторы услуг на многомониторных экранах могут вызвать проблемы на некоторых дисплеях. Вообще, во избежание склеивания изображения необходимо соблюдать правила [9].

5.22 Поддерживаемые стандарты и интерфейсы сигнала

Мониторы должны обрабатывать нижеперечисленные форматы сигнала. Для монитора не обязательно поддерживать все форматы (но см. EBU D97-2005). Производитель должен указать, какие форматы поддерживаются каждым интерфейсом.

Формат	Соответствующий стандарт
480i 30 (29.97)	ITU-R Rec. BT.601-7
576i 25	ITU-R Rec. BT.601-7
720p 50	SMPTE ST 296:2012
720p 60 (59.94)	SMPTE ST 296:2012 ITU-R Rec. BT.1543
1080i 25	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080i 30 (29.97)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5

Формат	Соответствующий стандарт
1080p 24 (23.98)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080psf 24 (23.98)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080p 25	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080psf 25	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080p 30 (29.97)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080psf 30 (29.97)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080p 50	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5
1080p 60 (59.94)	SMPTE ST 274:2008 ITU-R Rec. BT.709-5

Некоторые форматы сигнала есть в 4:4:4 в дополнение к 4:2:2, и эти форматы также должны поддерживаться.

Все входы должны обеспечивать индикацию обнаруженного стандарта сигнала. Мониторы должны иметь следующие интерфейсы:

	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Декорации	Соответствующий стандарт
SDI *	A, минимум 2	A, минимум 2	A	A	SMPTE ST 259:2008, ITU-R Rec. BT.656-5
HD-SDI *	A, минимум 2	A, минимум 2	A	A	SMPTE ST 292-1:2011
Dual HD-SDI ** или 3Gbit/s	B	B	B		SMPTE ST 372:2009 ** SMPTE ST 424:2012 SMPTE ST 425-1:2008
HDMI***	B	B	B	B	High-Definition Multimedia Interface Version 1.3 (www.hdmi.org) www.ddwg.org
DVI 1.0 ***	B	B	B	B	
Component RGB, Y C _r C _b	B	B	B	B	
CVBS (PAL, SECAM и NTSC)	B	B	B	B	ITU-R BT.470-7
RF (Analogue)			C	C	
RF (DTT)			C		DVB-T

A=обязательно, B=имеется как опция, C=должно быть доступно хотя бы как внешний модуль

* Должен быть SDI/HD-SDI с автоматическим опознаванием.

** Двухканальный пакет служебных данных для идентификации канала согласно SMPTE 372M.

*** На входе должен быть HDCP, чтобы изображение всегда показывалось.

Примечание: В настоящее время существует ряд дополнительных кандидатов в технологии интерфейса для передачи сигналов с наибольшей скоростью, в сжатой и несжатой форме. Принятие этих интерфейсов в профессиональной вещательной среде до сих пор открыто. Примеры – 10 Gbit Ethernet и формы промежуточной (квази-безпотерь) компрессии.

5.23 Другие функции

Также необходимы следующие переключаемые функции:

Функции	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Декорации
режим формата 4:3 и 16:9	M	M	M	M
маркеры безопасных титров и формата	M	M		
сигнальная лампа (красная, зеленая, желтая)	M	M	*	
дистанционное управление RS 232 и/или GPI	M	M		
режимы каемка экрана / на весь экран / пиксельное преобразование 1 к 1	M	M		
H/V задержка	M	M		
режим только синий	M	M		
моно режим	M	M		
вход внешнего синхроимпульса	M	M		
стерео динамик			**	

M=Обязательно

* требуется в некоторых приложениях

** требуется в некоторых приложениях и может включать индикацию аудио стандарта

5.24 Акустический шум

Акустический шум – кривые Noise Rating (NR), определенные Kosten и vab Os [10] и стандартизированные в ныне удаленных версиях ISO 1996. Соответствующие кривые воспроизведены на Рис. 2.

- 1) Мониторы, предназначенные для использования в области звукового монтажа, в декорациях или в видеоискателях камер, не должны производить акустический шум выше NR5.
- 2) Мониторы, которые могут использоваться в студии или в монтажных зонах, не должны производить акустический шум выше NR10.
- 3) Мониторы, используемые в технических зонах, не должны производить акустический шум выше NR20.

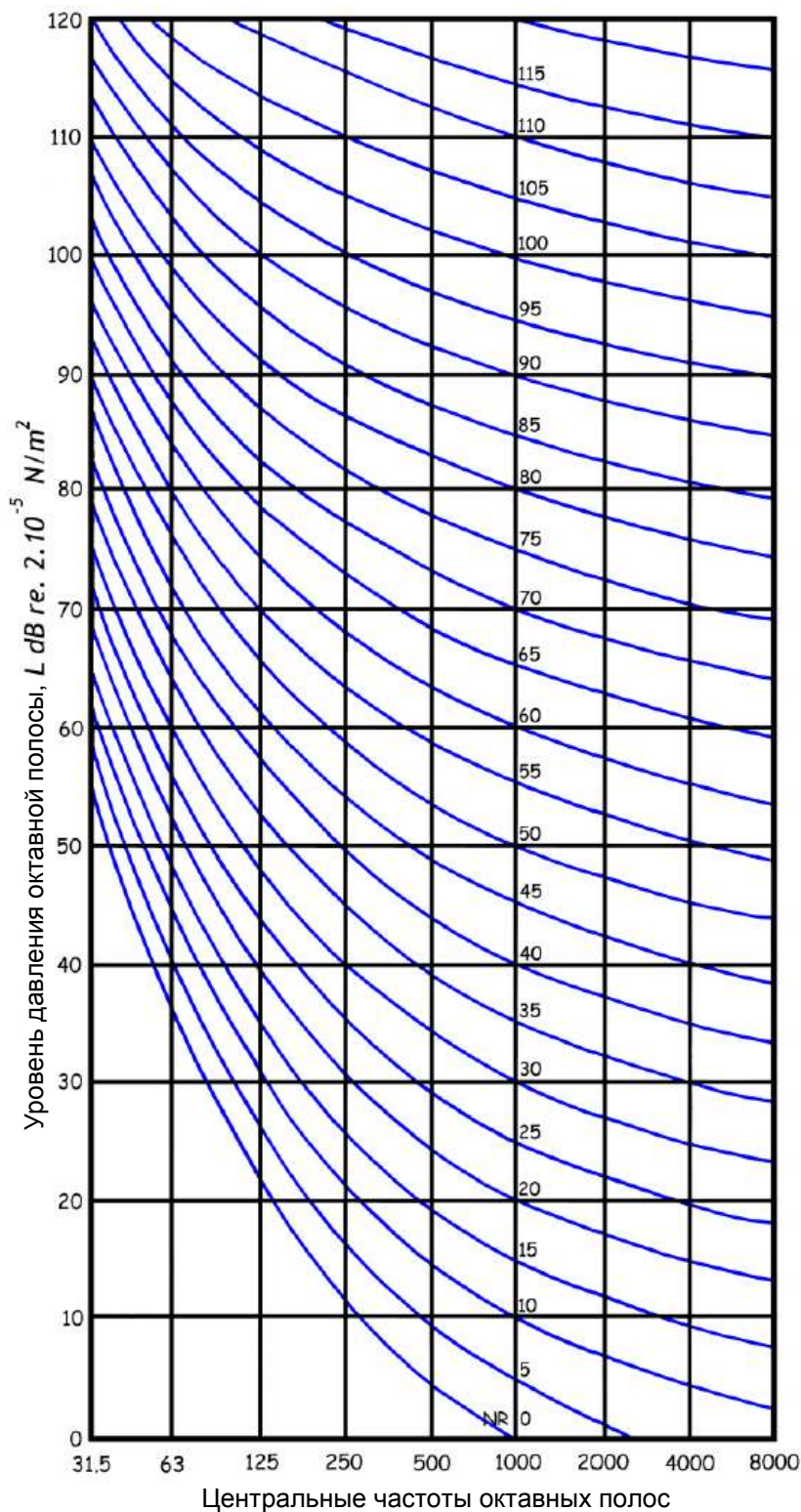


Рис. 2: Кривые коэффициента шума (NR)

5.25 Отражательная способность поверхности (блик)

Отражательная способность поверхности, наверно, еще более серьезная проблема мониторов, используемых в менее контролируемой среде просмотра (т.е. с высокими уровнями общей освещенности), поэтому она важнее для монитора 3 класса, чем 1 или 2. Поскольку каждое такое условие просмотра отличается, невозможно определить требуемый предел отражательной способности, но пользователи должны знать об этой проблеме.

6. Ссылки

- [1] EBU Tech 3273: Methods of Measurement of the Colorimetric Performance of Studio Monitors
- [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*, ed. 6, pp. 173, Wiley & Son, 2004.
- [7] Csuti, P, and Schanda, J.: Colour Matching Based on Fundamental Spectral Sensitivity Functions, ISCC/CIE Expert Symposium 2006. Оттава, Онтарио, Канада
- [8] EBU Tech 3325: Methods of Measuring the Performance of Studio Monitors
- [9] EBU R129: Advice to broadcasters on avoiding 'image retention' on displays
- [10] Kosten and van Os. 'Community reaction criteria for external noises,' National Physical Laboratory Symposium, No. 12, 1962, p. 377, London H.M.S.O.

7. Библиография:

- Video Electronics Standards Association (VESA) Flat Panel Display Measurements Task Group - FLAT PANEL DISPLAY MEASUREMENTS STANDARD Version 2.0 (FPDM2)
- Tolerances on 'Illegal' colours in television, EBU Technical Text R103-2000 (<http://www.tech.ebu.ch/docs/r/r103.pdf>)
- Measuring Colour (Third Edition, Fountain Press, 1998) R.W.G. Hunt
- Circles of Confusion (EBU, 2009) A. Roberts

Приложение А: Аспекты гаммы

Эволюция телевидения дала хорошие результаты в среде просмотра, названные специалистами по цвету “dim surround”[6].

Этот результат включает три неизменных компонента:

- требование совпадения кодировки уровня яркости (аналоговой или цифровой) с приблизительной логарифмической характеристикой системы человеческого зрения посредством 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 потребует больший динамический диапазон (полосу частот или скорость битов) для такого же перцепционного качества, с неблагоприятными экономическими последствиями;
- неустранимый наследственный эффект гамма-характеристики ЭЛТ, на котором эмпирически основана вся система телевидения. Это наследие состоит из архивного контента и общераспространенных бытовых дисплеев;
- гамма также является характеристикой, которой должны соответствовать схемы кодирования, например, MPEG-2 и MPEG-4 AVC, и любая другая характеристика будет менее идеальной в смысле видимости артефактов и шумов, до такой степени, что многие дефекты, наблюдаемые сегодня в транслируемом телевизионном материале при просмотре на плоских экранах, вызваны неспособностью дисплея строго придерживаться гамма-характеристики, особенно около черного.

Оказалось [6], что сквозная или «системная» гамма для изображений, снятых в номинальных условиях дневного света, адаптированная к бытовой среде просмотра dim-surround – приблизительно 1.2, т.е. явно не линейная.

Системная гамма может быть выражена как:

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

Из методов измерения, отшлифованных за несколько десятилетий, обнаружилось, что правильно спроектированный ЭЛТ дисплей имеет EOTF гамму около 2.35 [5]. Это часть «неустранимого наследственного эффекта» ЭЛТ.

Следовательно, наше уравнение системной гаммы переписывается так

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

Следовательно, OETF (камерная) гамма = 0.51.

Поскольку чистая кривая гамма-распределения потребует применения к сигналам камеры около черного бесконечного усиления, ведущего к недопустимому шуму; на практике эта кривая модифицируется и состоит из небольшого линейного участка около черного в сочетании с уменьшенной кривой гамма-распределения 0.45 [2]. Однако обратите внимание, что «наилучшая» единая степенная кривая для этой характеристики выходит как 0.51, как и в расчете выше.

Поскольку бытовая среда просмотра не меняется и OETF гамма измениться не может (по причине совместимости и для непрерывности оптимальной характеристики перцепционного кодирования), EOTF гамма также должна оставаться 2.35, независимо от нового физического дисплея, используемого для ее реализации.

* OETF: Оптоэлектрическая функция передачи

** EOTF: Электрооптическая функция передачи

Из вышесказанного, поскольку бытовая среда просмотра не меняется, а OETF гамма не может меняться (по причинам совместимости и для непрерывности оптимальных характеристик перцептуального кодирования), EOTF гамма также должна оставаться 2.35, независимо от новых физических дисплеев, используемых для ее реализации.

В январе 2014 г. в IRT в Мюнхене было проведено исследование, сравнивающее набор видеоматериала и киноматериала, обработанного для видео, на трех мониторах, установленных на значения гаммы 2.2, 2.35 и 2.4. Анализ комментариев и мнений видеоинженеров и колористов, принимавших участие в исследовании, показал, что мониторы, установленные на 2.35 и 2.4, настолько похожи, что при обработке материала в той или иной установке нет существенной разницы.

Поэтому EBU принял решение отказаться от предпочтения гаммы 2.35, чтобы привести этот документ в соответствие с другими международными органами стандартов (которые в целом придерживаются мнения, что значение должно быть определено только до одного десятичного знака), и EBU принимает значение гаммы 2.4, поскольку:

- a) иметь два немного отличающихся стандарта без особых причин может быть вредно и запутанно для телевизионной индустрии;
- b) на практике мы наблюдали производственные зоны, где одни мониторы были установлены на 2.35, а другие на 2.4, и пользователи не замечали никакой разницы;
- c) изменение настолько мало, что мы считаем, что оно не заставит режиссера или колориста существенно менять прежние решения цветокоррекции при просмотре нового результата;
- d) изменение не будет влиять на архивы вещателей, которые по-прежнему передаются на обширную старую базу приемников.

Приложение В: CIE 1976 – однородное пространство цветов $L^*u^*v^*$

Сравнение цветоразности в диаграммах цветности, например, CIE 1976 $Y_u'v'$, применимо только на одном данном уровне яркости, т.к. восприятие цветоразности зависит от уровня яркости. Поэтому пространство CIE $L^*u^*v^*$ (или CIELUV) используется для обеспечения допусков примерно равно й видимости. Здесь оно используется как компромисс между стандартизированным и легко вычисляемым измерением цветоразности и более сложными моделями цветного зрения. L^* - это термин «Освещенность».

Общая формула:

$$L_{a/n}^* = 116(Y_a/Y_n)^{1/3} - 16 \quad \text{для } Y_a/Y_n > 0.008856$$

$$L_{a/n}^* = 903.3 (Y_a/Y_n) \quad \text{для } Y_a/Y_n \leq 0.008856$$

$$u_a^* = 13 L_{a/n}^* (u'_a - u'_n)$$

$$v_a^* = 13 L_{a/n}^* (v'_a - v'_n)$$

Y_n , u'_n и v'_n – цветность опорного белого. Индекс α – желаемая точка расчета (можно заменить на m , w , $D65$ или ref , в функции которого желательно L^* , u^* или v^*)

$$\Delta u_m^* = u_m^* - u_{ref}^*$$

$$\Delta v_m^* = v_m^* - v_{ref}^*$$

$$\Delta u_m^* = 13 L_{m/n}^* (u'_m - u'_n) - 13 L_{ref/n}^* (u'_{ref} - u'_n)$$

Δv_m^* вычисляется тем же способом

где m – измеренная цветность, а ref – опора, от которой вычисляется Δu_m^* .

Для допусков применительно к белой точке:

- ref – $D65$ с координатами цветности $u'_{D65} = 0.1978$ и $v'_{D65} = 0.4683$ [6].
- m становится w для измеренного белого
- n – это $D65$
- Для мониторов 1 класса Y_n берется как 100 cd/m^2 , для 2 класса – 200 cd/m^2 , а для 3 класса – 250 cd/m^2
- Обобщенную формулу можно упростить так:

$$\Delta u_w^* = 13 L_{w/n}^* (u'_w - u'_{D65})$$

$$\Delta v_w^* = 13 L_{w/n}^* (v'_w - v'_{D65})$$

Для вычислений отслеживания яркостной шкалы:

- ref – измеренная белая точка и становится w
- m становится g для яркостной шкалы
- n – измеренная белая точка, w
- Обобщенную формулу можно упростить так:

$$\Delta u_g^* = 13 L_{g/w}^* (u'_g - u'_w)$$

$$\Delta v_g^* = 13 L_{g/w}^* (v'_g - v'_w)$$

Для вычислений воспроизведения тестовых и основных цветов:

- ref – ожидаемый тестовый цвет и становится ex
 - m становится c для цвета
 - n – измеренная белая точка, w
 - Обобщенную формулу можно упростить так:
- $$\Delta u_c^* = 13 L_{c/w}^* (u'_c - u'_w) - 13 L_{ex/w}^* (u'_{ex} - u'_w)$$
- но $13 L_{ex/w}^*$ заменяется на $13 L_{c/w}^*$ для устранения эффекта ошибки EOTF дисплея.
- $$\Delta u_c^* = 13 L_{c/w}^* (u'_c - u'_{ex})$$
- $$\Delta v_c^* = 13 L_{c/w}^* (v'_c - v'_{ex})$$

Дельты:

$$\Delta u^*v^* = \sqrt{(\Delta u^*)^2 - (\Delta v^*)^2}$$

$$\Delta E^*_{uv} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 - (\Delta u^*)^2 - (\Delta v^*)^2} \quad (\text{упрощено в этом документе как } \Delta E^*)$$

Дальнейшую информацию см. в § 3.8 – 3.10 “Measuring Colour” (см. библиографию).

Приложение С: Контрольный список параметров и значений

Параметры	Подпараметры	Значения по классам дисплеев			Декорации	Комментарии
		1 класс	2 класс	3 класс		
Диапазон настройки яркости	100%	70 – ≥ 100 cd/m ²	70 – ≥ 200 cd/m ²	70 – ≥ 250 cd/m ²		
	Охват до 100%	Постоянный	Постоянный	Постоянный		
Уровень черного	Полноэкранный черный	< 0.05 cd/m ²	< 0.4 cd/m ²	< 0.7 cd/m ²		
	Без обрезки монитором субчерного	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
Коэффициент контрастности	Полный экран (1% патч)	1400:1 - ≥ 2000 :1	> 175:1	> 100:1		
	Одновременный	> 200:1	> 100:1	> 100:1		
Гамма-характеристики*	Гамма-характеристика яркости: 2.4	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Передаточные функции R,G,B: как воспроизведение яркостной шкалы	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Передаточная функция в пределах $\pm 0.10\%$ от идеального значения гаммы (10-90%)	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	10-битный входной сигнал должен давать 10-битное представление	Обязательно	Обязательно	Опционально		
Воспроизведение яркостной шкалы	Для яркости 1 – 100 cd/m ² (допуск от белой точки)	0.5 Δu^*v^*	1 Δu^*v^*	1.5 Δu^*v^*		
	Для яркости <1 cd/m ² – отклонение от серого	Не видно	Не видно	Не видно		
Цветовая гамма и воспроизведение тестовых цветов	Тестовые цвета EBU	4 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*		
	Цвета телесных тонов	2.6 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*		
	SD (совместимо с EBU Tech 3213)	EBU Voxes	EBU Voxes	EBU Voxes		
	Основные цвета HD	4 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*	7 Δu^*v^*		
Цветовая температура	По умолчанию	D65	D65	D65		
	Переключается на 3200K	N/A	Опционально	Опционально		
Зависимость от угла зрения	Видимость в изменении цвета на: $\pm 45^\circ$ (гор.) и $\pm 20^\circ$ (верт.)	Не видно	Не видно	Не видно		
	Допуск для 20% яркостной шкалы	<6.8 Δu^*v^*	<6.8 Δu^*v^*	<9 Δu^*v^*		
	Допуск для 50% яркостной шкалы	<6 Δu^*v^*	<6 Δu^*v^*	<9 Δu^*v^*		
	Снижение коэффициента контрастности на: $\pm 30^\circ$ Н и $\pm 15^\circ$ V	снижение $\leq 20\%$	снижение $\leq 20\%$	снижение $\leq 35\%$		
	Снижение коэффициента контрастности на: $\pm 45^\circ$ Н и $\pm 20^\circ$ V	снижение $\leq 50\%$	снижение $\leq 50\%$	снижение $\leq 50\%$		
Артефакты движения	Входные артефакты должны быть точно представлены	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	Дисплей не должен вводить артефактов	Обязательно	Обязательно	Опционально		
Разрешение экрана	Минимум столько же пикселей, сколько во входном сигнале	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	Способность показывать изображение, преобразованное в пиксели	Обязательно	Опционально	Опционально		
Масштабирование изображения, устранение чересстрочности и кромка экрана	Масштабирование изображения: минимизация артефактов (на современном уровне)	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Выбор режимов устранения чересстрочности (обход для прогрессивного входного сигнала)	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	Экспозиция проблем «порядка представления полей» (неверный порядок чересстрочных полей)	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Режим по умолчанию: без кромки экрана (возможно преобразование пикселей один к одному)	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Края изображения не должны загоразиваться рамкой	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
	Настройка на кромку 2%	Обязательно	Обязательно	Обязательно		
Время задержки Размер экрана	Режим отображения с короткой задержкой (низкое качество изображения):	Опционально	предпочтительно ≤ 10 мс	предпочтительно ≤ 10 мс		
	Целевая дистанция просмотра для HDTV	3 x высота изображения	3 x высота изображения	3 x высота изображения		

Параметры	Подпараметры	Значения по классам дисплеев				Декорации	Комментарии
		1 класс	2 класс	3 класс			
Однородность	Большая зона – допуск яркости	±5% от среднего	±5% от среднего	±5% от среднего			
	Большая зона – допуск цветности	<2.6 Δu*v*	<4 Δu*v*	<4 Δu*v*			
	Небольшая зона – допуск яркости	станд. дев. 5%	станд. дев. 20%	станд. дев. <35%			
Мига (дефекты в ЖК панелях) Тянущийся эффект (перекрестные помехи, перекрытие, затенение)	Визуально не обнаруживается	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Допуск	<0.5%	<1%	<2%			
Стабильность и условия окружающей среды	Поддержание одинаковой производительности в температурном диапазоне от 0°C до 40°C	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Макс. время разогрева для приемлемого показа изображений: 1 мин	Опционально	Обязательно	Обязательно			
	Макс. время стабилизации: 20 мин	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Поддерживаемая влажность: 10% - 75%	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Поддерживаемая высота: до 3000 м	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Длительное хранение: -35°C - 70°C	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
Пиксельные дефекты Окантовка и обработка положительных и отрицательных выбросов	Центральная 50% область экрана	без видимых дефектов	без видимых дефектов	без видимых дефектов			
	Внешняя 50% область	без видимых дефектов	без видимых дефектов	дефект II кат.			
	Контроль резкости	Нет	Нет	Опционально			
	Улучшение изображения	Нет	Нет	Опционально			
Обработка нелегальных сигналов Склеивание изображения (долгое послеизображение)	Ступенчатые искажения должны быть видны	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	Режим для индикации цветов вне гаммы	Обязательно	Обязательно	Опционально			
Поддерживаемые стандарты	Совместим или лучше ЭЛТ монитора	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	480i/30 (29.97)	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	576i/25	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	720p/50	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	720p/60 (59.94)	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	1080i/25	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	1080i/30 (29.97)	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	1080p/24 (23.98)	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080psf/24 (23.98)	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080p/25	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080psf/25	Обязательно	Обязательно	Обязательно			
	1080p/30 (29.97)	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080psf/30 (29.97)	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080p/50	Опционально	Опционально	Опционально			
	1080p/60 (59.94)	Опционально	Опционально	Опционально			

Параметры	Подпараметры	Значения по классам дисплеев				Комментарии
		1 класс	2 класс	3 класс	Декорации	
Поддерживаемые интерфейсы сигнала	SDI	Обязат. (≥2)	Обязат. (≥2)	Обязательно	Обязательно	
	HD-SDI	Обязат. (≥2)	Обязат. (≥2)	Обязательно	Обязательно	
	Dual HD-SDI или 3Gbit/s (обязательно при поддержке 1080p/50-60)	Как опция*	Как опция*	Как опция*	Как опция*	
	HDMI	Как опция	Как опция	Как опция	Как опция	
	DVI 1.0	Как опция	Как опция	Как опция	Как опция	
	Компоненты RGB, YcrCb	Как опция	Как опция	Как опция	Как опция	
	CVBS (PAL, SECAM, NTSC)	Как опция	Как опция	Как опция	Как опция	
	RF (аналоговое)	N/A	N/A	Опц. как внешний	Опц. как внешний	
	RF (DTT)	N/A	N/A	Опц. как внешний		
Другие характеристики	режим формата 4:3 и 16:9	Обязательно	Обязательно	Обязательно	Обязательно	
	маркеры безопасности титров и формата	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	сигнальная лампа (красная, зеленая, желтая)	Обязательно	Обязательно	* Только для определенных приложений		
	дистанционное управление RS 232 и/или GPI	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	режимы каемка экрана / полный экран / преобразование пикселей 1:1	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	H/V задержка	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	режим только синего	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	моно режим	Обязательно	Обязательно	Опционально		
	вход внешней синхронизации	Обязательно	Обязательно	Опционально		
стерео громкоговоритель	Опционально	Опционально	* Только для определенных приложений			
Акустический шум	Для дисплея в звуковом монтаже, декорациях, видеоискателях: <NR5					
	Для дисплеев в студиях, монтажных аппаратных: <NR10					
	Для дисплеев в технических зонах: >NR20					
Отражательная способность поверхности (блик)	Отражающая способность должна быть менее 10%. Актуальность зависит от контроля света в среде просмотра.	Обязательно	Обязательно	Обязательно		

Приложение D: Функции цветового соответствия и метамеризм.

Функции цветового соответствия (CMF) CIE 1931 – основа всех систем колориметрических измерений в мировой практике. В 1951 г. Judd¹ предоставил модифицированный набор модифицированных функций цветового соответствия, которые были улучшены Vos² в 1978 г. Они были предназначены для исправления исторических дефектов в исходных данных, которые использовались как основа для 1931 CMF, но, как и CIE 1964 Supplementary Standard Observer, так и не нашли широкой поддержки, т.к. давали разные цифры во всем пространстве цветов. Dr Abhijit Sarkhar пытался определить более точные CMF. Его работа³ дала набор CMF, который решил проблему метамеризма для дискретных популяций лиц, но это, наверное, нецелесообразно в операционной среде.

Эти неточности не были проблемой, когда все дисплеи были ЭЛТ с цветовоспроизведением на основе очень похожих люминофоров. С внедрением ЖК дисплеев со светодиодной подсветкой, а теперь и дисплеев OLED, стало ясно, что эти ошибки ведут к дисплеям, где совпадение белых точек при измерении может выглядеть по-разному, и при визуальном совпадении могут измеряться по-разному.

Существуют разные подходы. Например, можно применить сдвиг к измерениям CIE 1931. Этот подход (колориметрические сдвиги, полученные из модифицированных CMF Judd/Vos⁴, или другие с эквивалентным практическим результатом, могут стать практическим компромиссом, чтобы дисплей мог соответствовать требованиям изданных стандартов и позволять визуальное соответствие, которое так важно в среде телепроизводства.

¹ CIE, Compte Rendu, 12th Session, Stockholm, Vol.1, Committee No.7, Colorimetry, стр. 11-52 (1951)

² Vos, J. J., Colorimetric and photometric properties of a 2° fundamental observer, Color Res. & Appl. 3 стр.125 (1978)

³ Нужно добавить. Полную ссылку спросите у Lars.

⁴ Подход, принятый Sony, описанный в их White Paper “Colour Matching Between OLED and CRT”, опубликованной в феврале 2013 г. – это применение сдвига к измерениям CIE 1931, вычисленного методом Judd/Vos, так, чтобы эти спецификации и измерения оставались ссылками для стандарта 1931.

http://www.keycodemedia.com/images/stories/products/Sony/WhitePaper_ColorMatching_2013_02_15.pdf