

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

**ISO**  
**12646**

Третье издание 2015-07-15

**Технология полиграфии.  
Дисплеи для экранной цветопробы.  
Характеристики**

Документ защищён авторским правом

© ISO 2015, Опубликовано в Швейцарии

Все права защищены. Если иное не указано, ни одна из частей данной публикации не может воспроизводиться или использоваться в какой-либо форме или каким-либо способом, электронным или механическим, включая фотокопирование и микрофильмирование, без письменного разрешения либо от ISO по указанному ниже адресу, либо от общества-члена ISO в стране запрашивающей стороны.

Бюро регистрации авторских прав ISO

Ch. de Blandonnet 8 • CP 401

CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland

Tel. +41 22 749 01 11

Fax +41 22 749 09 47

[copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

[www.iso.org](http://www.iso.org)

Лицензия выдана АО «Промис» / Нина Королева ([info@promis.ru](mailto:info@promis.ru))

ISO Заказ: OP-162257 / Скачано: 2016-08-26

<b>Содержание</b> .....	<b>Страница</b>
<b>Предисловие</b> .....	<b>4</b>
<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Область применения</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Нормативные ссылки</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Термины и определения</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Требования</b> .....	<b>7</b>
4.1 Общие требования .....	7
4.2 Однородность яркости и цветности .....	7
4.2.1 Общие требования .....	7
4.2.2 Оценка однородности тона.....	8
4.2.3 Оценка тональности (однородность).....	8
4.3 Характеристики конуса обзора .....	8
4.4 Характеристики бликования.....	9
<b>5 Методы тестирования</b> .....	<b>9</b>
5.1 Общие требования .....	9
5.2 Подготовка и условия проверки дисплея.....	9
5.3 Оценка тональности в зависимости от угла обзора (“AGamma”).....	9
5.4 Условия измерений.....	10
5.4.1 Фотометрические и колориметрические измерения .....	10
5.4.2 Измерения в зависимости от направления взгляда .....	12
<b>Библиография</b> .....	<b>14</b>

## Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации)—это всемирная федерация национальных организаций по стандартизации (организаций-членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно выполняется техническими комитетами ISO. Каждая организация-член ISO, заинтересованная в предмете стандарта, по которому был создан технический комитет, имеет право быть представлена в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, связанные с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам электротехнической стандартизации.

Процедуры, при помощи которых разрабатывался данный документ, и процедуры, предназначенные для его дальнейшего обслуживания, описаны в Директивах ISO/МЭК, Часть 1. В частности, следует отметить различные критерии утверждения, необходимые для различных типов документов ISO. Этот документ был составлен в соответствии с редакционными правилами Директив ISO/МЭК, Часть 2. (см. [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Следует заметить, что некоторые элементы этого документа могут быть предметом патентных прав. ISO не несёт ответственности за идентификацию каких-либо или всех таких патентных прав. Подробная информация о любых патентных правах, выявленных во время разработки документа, находится во Введении и/или в списке полученных патентных деклараций ISO. (см. [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Любой торговый знак, который используется в этом документе, представляется в качестве информации для удобства пользователей, и не является рекламой конкретного производителя.

Для пояснения значения конкретных терминов и выражений ISO, связанных с оценкой соответствия, а также для получения информации о соблюдении ISO принципов ВТО в Технических барьерах в торговле (ТБТ) пройдите по следующему URL-адресу: Foreword—Supplementary information (Предисловие—Дополнительная информация)

Комитет, ответственный за этот документ—ISO/TC 130, *Технология полиграфии*.

Настоящее третье издание отменяет и заменяет второе издание (ISO 12646: 2008), которое было технически пересмотрено для улучшения совместимости с требованиями к экранной цветопробе, определенными в ISO 14861.

## Введение

Соответствие цветных изображений, отображаемых на цветных дисплеях и получаемых при печати того же файла на цветопробном принтере и полиграфической печатной машине (часто используется понятие «экранная цветопроба»), является распространенным требованием в современной полиграфии. Достижение такого соответствия—не простая задача, требующая контроля многих аспектов процесса для получения точного результата. Основная цель данного международного стандарта—дать рекомендации в отношении требований к дисплеям, используемым для отображения экранной цветопробы. Если эти требования выполнены, то экранная цветопроба, описанная в стандарте ISO 14861, может точно соответствовать цвету контрольного отпечатка/тиражного оттиска («твёрдой» копии на бумаге). Следовательно, данный международный стандарт предназначен для производителей дисплеев, чтобы признать их продукцию пригодной для использования в полиграфии.

Восприятие цветного изображения на дисплее зависит от многих физических факторов, помимо контролируемых условий просмотра. Среди наиболее важных факторов—однородность, размер и разрешение (для обеспечения возможности отображения экранной цветопробы в размере и с детализацией, приближающимися к видимым на бумажной копии при нормальном расстоянии просмотра), изменение электрооптических свойств с изменением угла обзора, отсутствие мерцания и бликов (чётких зеркальных отражений от поверхности), оптоэлектронная калибровка дисплея и настройки программного обеспечения драйвера дисплея. В связи с этим пригодность дисплея для адекватного отображения экранной цветопробы определяется его способностью демонстрировать перечисленные свойства с приемлемым качеством.

Обратите внимание, что даже для лучших дисплеев качество изображения будет ограничено точностью преобразования цветовых данных цифрового файла из его кодированного цветового пространства в пространство, необходимое для отображения.

Данный международный стандарт определяет требования к дисплеям, которые будут использоваться для отображения экранной цветопробы, определенной ISO 14861. ISO 14861 в первую очередь ориентирован на использование при котором экранное изображение будет сравниваться с бумажной копией в расположенной рядом смотровой кабине, речь может идти и о смотровой кабине со встроенным дисплеем. Кроме того, чтобы удовлетворить различные потребности в вариантах использования экранной цветопробы, в этом международном стандарте будут определены два разных уровня соответствия (класс А и класс В).

Однако в некоторых практических случаях, изображение на экране оценивается в отсутствие бумажной копии. Данный международный стандарт можно использовать в качестве ссылки, но это не обязательно. Пользователи данного международного стандарта также могут воспользоваться публикацией 122 CIE, в которой даётся обзор взаимосвязи между цифровыми и колориметрическими данными. Тем, кто не знаком с процедурой оценки дисплеев, также будет полезно прочитать IEC 61223-2-5, который содержит много подробной информации об оценке и тестировании устройств отображения.

# Технология полиграфии. Дисплеи для отображения экранной цветопробы. Характеристики

## 1 Область применения

Данный международный стандарт устанавливает требования для двух уровней соответствия для характеристик дисплеев, используемых для отображения экранной цветопробы. В данный стандарты включены требования к однородности и вариациям электрооптических свойств с направлением обзора для различных управляющих сигналов.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие документы, полностью или частично, являются нормативными ссылками в этом документе и являются обязательными для его применения. Для датированных ссылок применимо только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется последнее издание упоминаемого документа (включая любые поправки).

ISO 13655, Технология полиграфии. Измерение спектральных характеристик и расчёт колориметрических характеристик для графических художественных изображений

## 3 Термины и определения

В данном документе используются следующие термины и определения.

### 3.1

#### калибровка

комплекс операций, которые устанавливают при специальных условиях взаимосвязь между значениями, отображаемыми измерительным прибором или измерительной системой или значениями, представленными в стандартном образце, и соответствующими значениями, реализованными в стандарте

[Источник: ISO Международный словарь основных и общих терминов в метрологии]

ПРИМЕЧАНИЕ 1: однако в полиграфии, калибровка понимается как активный процесс, при котором дисплей или принтер настраиваются таким образом, что он выдаёт определенные целевые значения.

### 3.2

#### колориметр

прибор для измерения интенсивности цвета, как например значения координат XYZ трехкомпонентного цветового стимула

[Источник: ISO 12637-2:2008, 2.18]

### 3.3

#### направление просмотра изображения

#### DVD

направление, для которого были оптимизированы определенные электрооптические характеристики дисплея

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Примерами важных электрооптических характеристик являются максимальная яркость и максимальный контраст при просмотре в этом направлении.

### 3.4

#### гамма

$\gamma$

Параметр наилучшего соответствия, который связывает удельную выходную яркость дисплея с удельным входным цифровым значением, представленным системе отображения, включая ее аппаратные и программные компоненты, как указано в формуле (1):

$$L = (S)^{\gamma} + O$$

где

$L$ —удельная выходная яркость;

$S$ —удельное входное цифровое значение;

$O$ —смещение.

### 3.5

#### ВКЛ-режим

состояние, при котором дисплей включён

ПРИМЕЧАНИЕ 1: это определение важно для дисплеев типа светового клапана, которые могут излучать значительную интенсивность света даже при отображении самого тёмного изображения ( $R = G = B = 0$ ) во включённом состоянии.

### 3.6

#### спектрофотометр

прибор для измерения коэффициента отражения или пропускания света (или другого излучения) объектом на одной или нескольких длинах волн в спектре

[Источник: ISO 105-A08:2001, 2.24]

### 3.7

#### Конус обзора

VC

коническое пространство, исходящее от поверхности дисплея, которое включает в себя все направления обзора с заданным углом наклона,  $\theta$  (3.8)

### 3.8

#### угол обзора

$\theta$

угол между перпендикуляром к дисплею и направлением просмотра изображения (3.3)

## 4 Требования

### 4.1 Общие требования

Все тесты дисплея проводят при следующих условиях: калибровка на яркость  $160 \text{ кд/м}^2$  и цветность, соответствующая источнику D50 ( $x = 0,3141$  и  $y = 0,3414$ ), стандартный наблюдатель  $2^\circ$ , при гамме 2,2. На дисплее должно отображаться «белое» изображение, состоящее из максимального значения каждого канала, красного, зелёного и синего (255 для 8-битных). Если дисплей калибровался под иные параметры, это необходимо запротоколировать.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Это условие калибровки типично для условий, используемых в полиграфической индустрии, и обеспечивает возможность сравнения результатов различных протестированных дисплеев, поскольку однородность может в некоторой степени зависеть от выбранных настроек гаммы, яркости и точки белого.

Если тестируемый дисплей будет использоваться исключительно в конкретной системе получения пробного изображения, где не используется калибровка дисплея, а определяется только состояние дисплея, калибровку можно не проводить. При этом яркость, цветность точки белого (выраженная в единицах CIE $x$  $y$ ) и кривая воспроизведения тона (выраженная одним значением гаммы или набором табличных значений) должны быть запротоколированы.

Дисплей должен проходить испытания в стабильном состоянии. Чтобы установить индивидуальное время стабилизации, каждый испытуемый дисплей должен работать в режиме калибровки в течение 12 ч в помещении с контролируемыми температурными условиями. Температура в помещении не должна изменяться более чем на  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  и должна находиться в диапазоне от  $18^\circ\text{C}$  до  $28^\circ\text{C}$ .

Время стабилизации (время прогрева) достигается, когда изменение яркости составляет менее 2% (по сравнению со средним значением измерений за последние 9 часов из 12-часового периода), а точка белого находится в пределах  $\pm 0,005$  для CIE  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  откалиброванных условий. Если дисплей не достигает указанной стабильности свойств, его нельзя использовать.

Поведение дисплея при прогреве должно быть отражено в виде графика яркости и значениях измерений CIE  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ , а также в процентах по сравнению со средним значением за последние 9 часов 12-часового периода.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 При использовании условий обзора P2, согласно ISO 3664, яркость  $160 \text{ кд/м}^2$  соответствует освещённости 500 люкс, создаваемой идеальным отражающим рассеивателем.

### 4.2 Однородность яркости и цветности

#### 4.2.1 Общие требования

Однородность дисплея для экранной цветопробы очень важна и её необходимо проверять на сплошных цветах и на градациях тональности экрана. Если требования из пунктов 4.2.2. или 4.2.3 не выполняются, это должно быть запротоколировано. Следовательно, описанный далее метод является необходимым в ISO 14861. Однако, поскольку существуют способы коррекции однородности с распределением по площади экрана, данный международный стандарт определяет оценку однородности информативной.

Необходимо регистрировать факт того, что LUT-коррекции включены для данного дисплея (если они поддерживаются этим дисплеем).

#### 4.2.2 Оценка однородности тона

Значения CIELAB для равномерной сетки 5x5 рассчитываются путём измерения центрального участка при максимальном воздействии эталонного белого источника света. Обратите внимание, что этот метод может привести к тому, что некоторые значения CIEL\* будут больше 100. 24 показания сравниваются с цветом центрального участка для трёх разных уровней интенсивности, а именно белый, на максимальном уровне интенсивности ( $R = G = B = 255$  для 8-битных дисплеев), серый примерно на половине максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 127$  для 8-битных дисплеев) и темно-серый примерно на одной четвертой максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 63$  для 8-битных дисплеев) с помощью формул цветового различия DE00. Для уровней интенсивности белого и серого разница в цвете DE00 должна быть равна или меньше четырёх.

#### 4.2.3 Оценка тональности (однородность)

Используя измерения яркости ( $\text{кд/м}^2$ ) серого на половине максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 127$  для 8-битных дисплеев) и белого на максимальном уровне интенсивности ( $R = G = B = 255$  для 8-битных дисплеев), соотношение серого/белого следует рассчитать для 25 зон. Для нецентральных зон новые соотношения  $T_i$  с  $i = \{1, \dots, 24\}$  должны быть вычислены путём деления отдельных соотношений серого/белого  $R_i$  при  $i = \{1, \dots, 24\}$  на соотношение серого/белого в центре,  $R_c$ , вычитая единицу, и вычисляем абсолютное значение числа. Эта мера отклонения от однородной тональности должна быть меньше 10%, то есть  $\max(T_i), i = \{1, \dots, 24\}$  должно быть меньше 0,10.

$$T_i = \text{abs}(R_i/R_c - 1), (i=1, \dots, 24) \quad (1)$$

Однородность тональности, определяемая как  $\max(T_i)$ , при  $i = \{1, \dots, 24\}$ , должна быть меньше 0,1.

### 4.3 Характеристики конуса обзора

Установка приборов и геометрия измерений для измерений конуса обзора должны соответствовать определению в 5.4.2.

На основе конуса обзора, который виден наблюдателю, смотрящему на дисплей с центром одним глазом на заданном расстоянии обзора (по умолчанию: 500 мм), максимальные углы обзора  $\Theta_{\text{max}}$  должны быть рассчитаны для горизонтального, диагонального и вертикального направлений. Кроме того, должна быть вычислена  $\Theta_{\text{max}}$  для четырех углов  $45^\circ$  (начиная с  $45^\circ$  и на  $90^\circ$  друг от друга). Максимальный наклон ( $\Theta_{\text{max}}$ ) зависит от размера экрана, соотношения сторон экрана (соотношение ширины и высоты дисплея) и расстояния просмотра. Рассчитывается следующим образом:

$$\Theta_{\text{max,горизонтальная}} = \arctan(W2/VD) * 180^\circ / \pi \quad (2)$$

$$\Theta_{\text{max,вертикальная}} = \arctan(H2/VD) * 180^\circ / \pi \quad (3)$$

$$\Theta_{\text{max,диагональная}} = \arctan(D2/VD) * 180^\circ / \pi \quad (4)$$

$$\Theta_{\text{max,45}} = \arctan(D45\_2/VC) * 180^\circ / \pi \quad (5)$$

где

$W2$ —половина ширины дисплея в мм;

$H2$ —половина высоты дисплея в мм;

$D2$ —половина диагонали дисплея в мм;

$VD$ —расстояние просмотра в мм;

$D45\_2$ —половина диагонали  $45^\circ$ , рассчитанная по формуле  $D45\_2 = H2/\sin(45^\circ * \pi/180^\circ)$ .

ПРИМЕР Для 15-дюймового дисплея ноутбука с соотношением сторон 1.6 (высота дисплея = 202 мм, ширина = 323 мм, диагональ =  $15 * 25,4 = 381$  мм), на расстоянии просмотра от наблюдателя до дисплея 500 мм,  $\Theta_{\text{max,горизонтальная}}$  будет  $17,9^\circ$ ,  $\Theta_{\text{max,вертикальная}} = 11,4^\circ$ ,  $\Theta_{\text{max,диагональная}} = 20,9^\circ$  и  $\Theta_{\text{max,45}} = 15,9^\circ$ .

Все углы обзора от  $\Theta_{\text{max}}$  до  $\Theta_{\text{max}}$  оцениваются с интервалом  $10^\circ$  (или меньше).  $\Theta_{\text{max}}$  округляется в соответствии с выбранным шагом измерения. Если предполагаемое расстояние просмотра превышает 500 мм, об этом сообщается отдельно.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Важно отметить, что расстояние просмотра, которое может выбрать пользователь, может быть разным (чаще всего от 500 мм до 800 мм). Допуски были определены с учётом расстояния просмотра по умолчанию 500 мм. Это расстояние просмотра представляет собой нижний диапазон, который типичен для экранной цветопробы.

Дисплей, пригодный для экранной цветопробы в полиграфии, должен демонстрировать низкие цветовые отклонения для всех уровней интенсивности по видимому конусу обзора. Стабильный цвет видимого конуса обзора оценивается путём вычисления DE00 для всех углов обзора вплоть



до  $T_{max}$  для каждого азимутального угла. Отклонение цвета должно быть меньше 10 DE00 для белого при максимальном уровне интенсивности ( $R = G = B = 255$  для 8-битных дисплеев) и серого примерно на половине максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 127$  для 8-битных дисплеев.) и должно быть меньше 10 DE00 для темно-серого примерно на одной четвертой максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 63$ ) и для уровня интенсивности, который приводит к уровню яркости, равному 1% от калиброванной яркости (по умолчанию  $1,6 \text{ кд/м}^2$ ).

**ПРИМЕЧАНИЕ 2** Современные технологии не позволяют производить дисплеи с небольшим или нулевым отклонением цвета за пределами конуса обзора. Максимальное отклонение DE00, равное 10, является разумным допуском для этого отклонения. Также градация по конусу обзора может различаться для некоторых типов дисплеев. Это можно наблюдать по «обесцвечиванию» полутонов. Практика показывает, что подобные дисплеи все же могут успешно использоваться для полиграфических работ. Хотя требовательным пользователям нужны дисплеи с более стабильной градацией. Эта ситуация послужила поводом для введения двух классов по данному критерию. По мере совершенствования технологий производства можно будет использовать допуски.

Разница градаций, зависящая от угла обзора (Дельта Гамма), как определено в 53, должна быть равна или меньше « $\Delta\Gamma$ » от 10% для серого примерно на половине максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 127$  для 8-битных дисплеев). Дисплеи, не соответствующие критериям « $\Delta\Gamma$ », но соответствующие всем остальным нормативным критериям настоящего международного стандарта относятся к дисплеям класса В. Дисплеи, соответствующие всем критериям, относятся к дисплеям класса А.

#### 4.4 Характеристики бликования

Свойства бликования поверхности дисплея при выключенном питании должны визуально оцениваться в темной комнате с использованием точечного источника света. Отражение точечного источника от экрана должно казаться нечетким и плавно уменьшаться по мере отклонения от направления зеркального отражения.

### 5 Методы тестирования

#### 5.1 Общие требования

Для каждого отображаемого фрагмента (последовательно в центре изображения) должны быть записаны измеренные значения спектральной яркости и/или цветовой модели CIE XYZ. При необходимости рассчитываются и значения цветового пространства CIELAB. (для расчёта см. ISO 13655). Так же должна быть указана используемая точка белого.

Дисплей должен быть откалиброван и профилирован в соответствии с целевыми значениями определенными для конкретного использования.

**ПРИМЕЧАНИЕ** По возможности измерительное устройство должно быть откалибровано производителем. Если это невозможно, согласование между двумя устройствами или сравнение с визуальным внутренним эталоном, например с корректурным оттиском, может помочь оценить правильность работы измерительного устройства.

#### 5.2 Подготовка и условия проверки дисплея

Перед калибровкой и любыми измерениями дисплей следует включить и дать ему нагреться, как определено в 4.1. Все измерения должны выполняться на откалиброванном дисплее в соответствии с 4.1. Условия измерений (например, процесс калибровки, используемое программное обеспечение, профили ICC) необходимо документировать вместе с получаемыми данными для обеспечения повторяемости.

Если не требуется иное, все измерения следует проводить в проектном направлении взгляда и в контакте с лицевой панелью. Если производитель не указывает направление обзора, вместо этого следует использовать перпендикуляр к поверхности дисплея.

#### 5.3 Оценка тональности в зависимости от угла обзора (« $\Delta\Gamma$ »)

Для обеспечения стабильного внешнего вида изображения жизненно важно, чтобы градация варьировалась как можно меньше в зависимости от угла обзора и области дисплея. Дельта-гамма (воспроизведение тона) оценивается, сначала вычисляя нормализованное, «относительное» значение яркости для серого для центра дисплея и для каждого направления или точки обзора, с которыми проводится сравнение. Относительная яркость  $Y_{rel}$  вычисляется как отношение между яркостью серого примерно на половине максимального уровня интенсивности ( $R = G = B = 127$  для 8-битных дисплеев) к яркости белого цвета при максимальном уровне интенсивности ( $R = G = B = 255$  для 8-битных дисплеев). Чтобы оценить, является ли градация стабильной, с помощью формулы (5) рассчитывается так называемое значение « $\Delta\Gamma$ ».

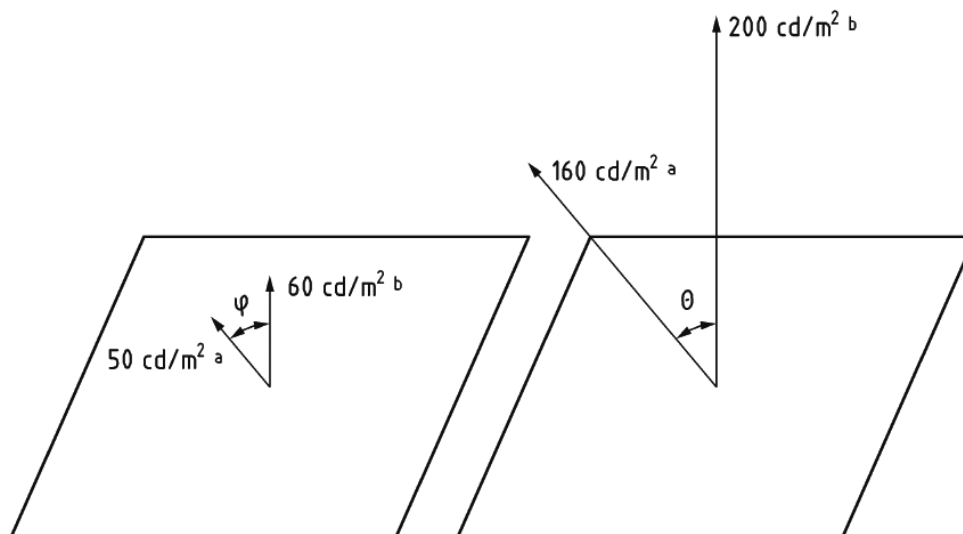
$$\langle \Delta\Gamma \rangle = [Y_{отн.}(образц. \text{ цв.}, \theta, \phi)] / [Y_{отн.}(этал. \text{ цв.} @ DVD)] - 1$$

при (6)

$$Y_{отн.} = Y_{сер.} / Y_{бел.}$$

Пример представлен на Рисунке 1.

ПРИМЕЧАНИЕ. Устойчивая градация может быть выражена как изменение гаммы (см. Данный пример). Здесь, градация оценивается путём вычисления процента, как нормализованная яркость серого отличается от нормализованной яркости серого опорного угла (направления просмотра). Чтобы упростить объяснение явления практикующему специалисту, его можно назвать « $\Delta$ Гамма», включая кавычки, чтобы пояснить, что это не реальная  $\Delta$ Гамма, но лишь указание на изменение гаммы.



#### Обозначения

<sup>a</sup>  $Y_{\text{отн.}}(\text{образц. цв., } \phi, \theta) = 50/160 = 0,312 - \gamma = 1,68$

<sup>b</sup>  $Y_{\text{отн.}}(\text{этал. цв. @ DVD}) = 60/200 = 0,3 - \gamma = 1,74$

ПРИМЕЧАНИЕ  $0,312/0,3 - 1 = 0,0417 \rightarrow \langle \Delta \text{Гамма} \rangle = 4,2\%$

Рисунок 1—Образец вычисления «Дельта Гамма»

## 5.4 Условия измерений

### 5.4.1 Фотометрические и колориметрические измерения

Следующие требования подходят к измерениям на плоскости дисплея (контактное измерение) или к измерениям телеспектрорадиометрическим способом. Измерение на плоскости дисплея должно выполняться с помощью спектрорадиометра или колориметра. Измерение на некотором расстоянии от лицевой панели дисплея должно проводиться в тёмном помещении с конфигурацией, показанной на рисунке 2. В обоих случаях оптическая ось прибора должна совпадать с направлением обзора.

Спектрорадиометры и спектрофотометры должны соответствовать следующим требованиям:

- диапазон длин волн должен включать интервал от 400 нм до 720 нм;
- острый угол измерительного конуса, т. е. область угла, в которой излучение воспринимается приемником, не должен быть больше половины угла  $5^\circ$  и не должен быть больше половины угла  $2,5^\circ$  (см. рисунок 2);
- для телеспектрорадиометрических измерений расстояние  $d$  должно быть выбрано таким, чтобы количество пикселей, отобранных во время измерения, было не менее 150. Для измерения на лицевой панели площадь, измеренная для каждого образца, должна иметь диаметр не менее 4 мм и должен содержать не менее 150 пикселей.
- точность цветности при измерении источника накаливания должна быть  $\text{CIExy} = \pm 0,002$  при уровнях яркости от  $0,5 \text{ кд/м}^2$  до не менее  $800 \text{ кд/м}^2$ .
- неопределённость длины волны  $2k$ , где  $k$ —коэффициент охвата, определена в ISO 15790, и её рекомендованное значение—менее 0,5 нм, и в любом случае значение не должно превышать 1 нм, как описано в стандарте длины волны (эталонный источник—лампа накаливания с цветовой температурой  $2856\text{K} \pm 50\text{K}$  с сертифицированными значениями спектральной яркости или излучения с интервалами в 5 нм для средней ширины полосы половинной мощности от 4 до 5 нм)
- эталон для спектральных данных должен основываться на собранных данных с интервалами 5 нм, где функция спектрального отклика треугольна к спектральной полосе пропускания 5 нм в точке половинной мощности.
- разрешение измерительного устройства должно быть меньше или равно 10 нм (FWHM1) и рекомендуемые значения—меньше или равно 5 нм (FWHM). Если измерения проводятся с интервалами

выборки менее 5 нм, должна использоваться процедура усреднения спектральной полосы пропускания, указанная в ISO 13655, для получения и представления данных с интервалами 5 нм.

h) при яркости более 80 кд/м<sup>2</sup> и спектральном распределении, соответствующем белому состоянию дисплея, повторяемость спектрорадиометра должна быть менее 0,001 для CIE  $u'v'$  и 0,5 % от измеряемого уровня яркости;

i) только для плоских дисплеев погрешность поляризации прибора ограничена следующим образом: яркость, измеренная в пяти азимутальных положениях прибора, разнесённых на 30°, должна быть в пределах 5% среднего из пяти измерений, а цветность CIE<sub>xu</sub> должна быть в пределах 0,002 пяти измерений.

Трёхцветные колориметры должны соответствовать следующим требованиям:

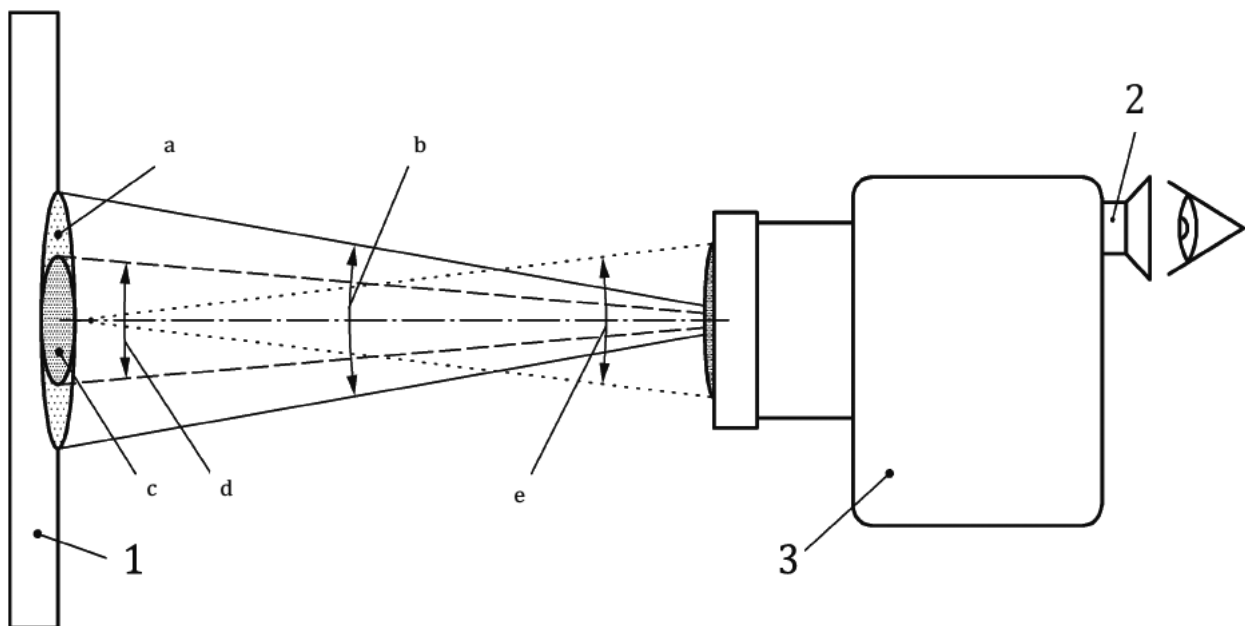
a) острый угол измерительного конуса, то есть область угла, в которой поток воспринимается приёмником, не должен быть больше половины угла в 5° и его значению рекомендуется не превышать больше половины угла 2,5° (см. рисунок 2):

b) для дистанционного измерения, расстояние  $d$  должно быть выбрано таким образом, чтобы количество пикселей, усредняемых во время измерения, было не менее 150. Для измерения на лицевой панели площадь, измеряемая для каждого образца, должна иметь диаметр не менее 4 мм и должна содержать не менее 150 пикселей.

c) повторяемость (стабильность) должна быть менее 0,001 для CIE<sub>xu</sub> и 0,5% для яркости при использовании стабильного источника света с яркостью более 80 кд/м<sup>2</sup>.

d) точность цветности при измерении источника накаливания должна составлять CIE<sub>xu</sub> = ± 0,002 при уровнях яркости от 0,5 кд/м<sup>2</sup> до не менее 800 кд/м<sup>2</sup>.

ПРИМЕЧАНИЕ Стандартный источник A CIE выбран для измерений прослеживаемости из-за его практичности и простоты реализации.



#### Обозначения

- 1 DUT, объект измерений
- 2 Визир
- 3 LMD—спектральная решетка спектрофотометра, приёмник
- a Поле обзора.
- b Уголовое поле обзора.
- c Поле измерений.
- d Угол поля измерений.
- e Угловая апертура

ПРИМЕЧАНИЕ См. Публикацию CIE № 69 для получения более подробной информации. В случае LCD-DUT угловая апертура должна быть <5° (±2,5°) в соответствии с IEC 61747.

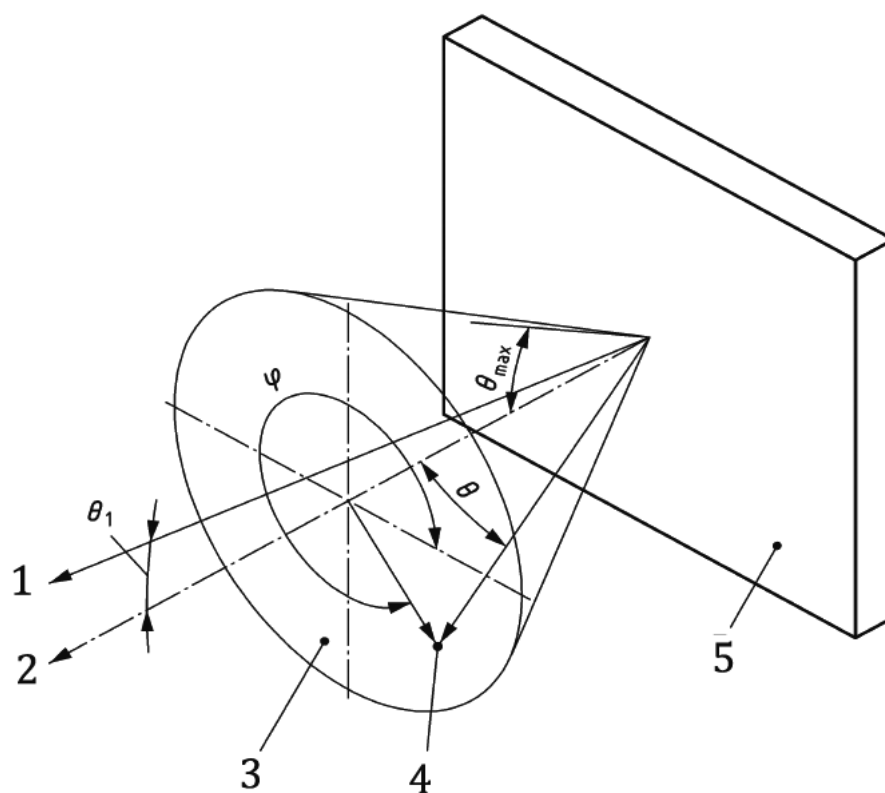
Рисунок 2—Схема оборудования для бесконтактных измерений (адаптирована из IEC 61747)

## 5.4.2 Измерения в зависимости от направления взгляда

### 5.4.2.1 Определения углов

Для проведения данных измерений применяются следующие определения. Азимутальный угол  $\phi$  измеряется против часовой стрелки от положения на три часа (см. Рисунок 3). Угол обзора  $\theta$ , измеряется от перпендикуляра к поверхности  $n$ .

ПРИМЕЧАНИЕ для получения более подробной информации и координатах, и системе просмотра, см. ISO 9241-302:2008



#### Обозначения

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1               | проектное направление просмотра                                       |
| 2               | перпендикуляр к поверхности ( $n$ )                                   |
| 3               | конус обзора  |
| 4               | точка, определяющая направление, в отношении $\theta$ and $\phi$      |
| 5               | дисплей с плоским экраном   |
| $\theta$        | угол наклона направления измерения относительно нормали к поверхности |
| $\theta_1$      | угол наклона нормали по отношению к проектному направлению просмотра  |
| $\theta_{\max}$ | максимальный угол наклона по отношению к нормали к поверхности        |
| $\phi$          | азимутальный угол измерения направления                               |

Рисунок 3—Сферическая система координат

### 5.4.2.2 Конус обзора

Измерения направленной яркости и колориметрического распределения должны проводиться в темной комнате в центре дисплея с использованием коноскопических измерений или других инструментов, способных измерять колориметрические свойства для различных азимутальных углов и углов наклона (см. МЭК 61223-2-5).

Измерение должно выполняться в определенной позиции внутри так называемого конуса обзора (см. Рисунок 3, позиция 4). Конус обзора ограничен максимальным углом наклона  $\theta_{\max}$ , который может видеть при наблюдении одним глазом.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Описанный конус обзора соответствует классу угла обзора дисплеев II ISO 9241-302: 2008.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Если два человека должны просматривать дисплей одновременно, полученные углы обзора могут рассчитываться отдельно. Это не является частью настоящего международного стандарта.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Направления просмотра, при котором периферия монитора (то есть положения краев и углов),

видимые наблюдателем, получаются от направления просмотра к центру монитора, исходя из расстояния просмотра и размеров области экрана, как подробно объяснено, например, в ISO 13406-2 (см. ISO 13406-2, раздел 7).

Определив эту геометрию, можно рассчитать четыре или восемь направлений обзора в зависимости от положения точки обзора.

Затем фактические измерения для оценки отклонений яркости, контраста и цветности в зависимости от направления обзора выполняются в центральной области экрана. Предполагается, что отклонение оптических свойств в зависимости от направления обзора в этом месте идентично отклонению во всех других местах. Это предположение подтверждается метрологической проверкой и тем фактом, что в этих отклонениях преобладает кристаллооптика. Таким образом, если тёмное состояние экрана дисплея (отсутствие напряжения, очевидны только зазоры между ячейками и изменения толщины элементов) и средние серые состояния (с электрической адресацией и интенсивностью) одинаковы по всей площади экрана (это оценивается с одного направления обзора, обычно перпендикулярного к поверхности), то и отклонения от направления взгляда во всех других местах одинаковы (т.е. за пределами метрологического обнаружения).

## Библиография

- [1] ISO 3664, *Полиграфия и фотография—Условия просмотра*
- [2] ISO9241-1, *Эргономические требования, связанные с использованием видеотерминалов для учрежденческих работ. Часть 1: Общее введение*
- [3] ISO9241-2, *Эргономические требования, связанные с использованием видеотерминалов для учрежденческих работ (ВДТ)—Часть 2: Часть 2. Руководство по требованиям к задачам*
- [4] ISO9241-302:2008, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 302. Терминология для электронных дисплеев*
- [5] ISO 9241-303:2011, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 303: Требования к электронным визуальным дисплеям*
- [6] ISO9241-304:2008, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 304: Методы испытаний характеристик пользователя для электронных визуальных дисплеев*
- [7] ISO9241-305:2008, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 305: Оптические лабораторные методы испытания электронных видеодисплеев*
- [8] ISO9241-306:2008, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 306: Полевые оценочные методы испытаний электронных визуальных дисплеев*
- [9] ISO 9241-307:2008, *Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 307: Анализ и методы испытаний на совместимости электронных визуальных дисплеев*
- [10] ISO 11664-1, *Колориметрия. Часть 1. Колориметрические наблюдатели по стандарту CIE*
- [11] ISO 11664-2, *Колориметрия. Часть 2. Осветители по стандарту CIE*
- [12] ISO12641, *Технология полиграфии. Допечатный цифровой обмен данными. Цветовая мира для проверки входного сканирующего устройства*
- [13] ISO12647 (все части), *Технология полиграфии. Управление технологическим процессом по изготовлению растровых цветоделённых изображений, пробных и тиражных оттисков. Часть 2. Процессы офсетной печати*
- [14] ISO 14861, *Технология полиграфии—Требования к системам получения цветных неярких пробных оттисков*
- [15] ISO15076-1, *Регулирование цвета в технологии изображений. Архитектура, формат профиля и структура данных. Часть 1. На основе ICC.1:2004-10*
- [16] ISO15930-7, *Технология полиграфии. Обмен цифровыми данными при подготовке к печати. Применение PDF. Часть 7. Полный обмен печатными данными (PDF/X-4) и частичный обмен печатными данными с эталоном внешнего профиля (PDF/X-4p) с применением PDF 1.6*
- [17] IEC 61223-2-5, *Оценка и контроль эксплуатационных параметров рентгеновской аппаратуры в отделениях рентгенодиагностики. Часть 2-5. Испытания на постоянство параметров. Рентгеновские аппараты*
- [18] IEC61966-4, *Системы и аппаратура мультимедиа. Измерение цвета и управление им. Часть 4. Управление цветом. Оборудование, использующее ЖК-дисплеи*
- [19] IEC61966-2-1, *Системы и аппаратура мультимедиа. Измерение цвета и управление им. Часть 2-1: Управление цветом. Цветовое пространство «красный, желтый, зеленый», используемое по умолчанию*
- [20] БЕКЕР.М. Анализ конуса просмотра ЖК-дисплеев: Сравнение методов измерения. СОИ Дайджест, Сан-Диего, 1996
- [21] Публикация CIE116, *Оценка цветового различия в промышленных условиях*
- [22] Публикация CIE122, *Взаимосвязь между цифровыми и колориметрическими данными для электронно-управляемых ЭЛТ-дисплеев*
- [23] Публикация CIE159, *Модель цветового восприятия для систем управления цветом: CIECAM02*