

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТАНДАРТ

ISO
3664

Вторая редакция
2000-09-01

УСЛОВИЯ ПРОСМОТРА — ПОЛИГРАФИЯ И ФОТОГРАФИЯ

Перевод: *А. Шадрин*
Редактор перевода: *А. Захарченко*



International
Organization for
Standardization

Эталонный номер
ISO 3664:2000(E)

Предисловие переводчика

Необходимость перевода на русский язык данного фундаментального документа представляется очевидной, поскольку на сегодняшний день вопросам правильной организации просмотровых мест, рабочих мест цветокорректоров и рабочих мест инженеров преппресс-службы в российской полиграфии и фотографии не уделяют должного внимания.

По мнению переводчика, русскоязычный текст может быть открыт для широкого ознакомления, так как формально уже не является точной копией оригинального документа. Вместе с тем, поскольку оригинальный текст стандарта официально приобретен переводчиком в частное пользование, он оставляет за собой право распорядиться собственностью по личному усмотрению.

Алексей Шадрин
2005 г

Предисловие

ISO (Международная Организация по Стандартизации) — это всемирная федерация обществ национальных стандартов (обществ — членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов, как правило, выполняется техническими комитетами ISO. В сферу интересов каждого общества входит предмет, ради которого тот или иной технический комитет был утвержден, и общество представляет свои права в данном комитете. Также в работе ISO принимают участие правительственные и неправительственные международные организации. По всем вопросам электротехнической стандартизации ISO тесно сотрудничает с Международной Электротехнической Комиссией (IEC).

Международные стандарты проектируются на основании правил, записанных в директивах ISO/IEC (Часть 3).

Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, раздаются обществам — членам ISO для голосования. Публикация любого международного стандарта требует одобрения по крайней мере 75% обществ-членов, участвовавших в голосовании.

Международный стандарт ISO 3664 был подготовлен Техническими Комитетами ISO/TC 42, *Фотография* и ISO/TC 130, *Полиграфия* при участии ISO/TC 6, *Бумага, древесина и целлюлоза*.

Вторая редакция отменяет и заменяет первую редакцию (ISO 3664:1975), которая была технически пересмотрена. Текущий пересмотр версии международного стандарта от 1974 г. удовлетворяет современным требованиям полиграфии и фотоиндустрии и сводит к минимуму отличия в просмотровом оборудовании. Следует отметить, что данный пересмотр содержит множественные спецификации, каждая из которых отвечает определенным требованиям. Пользователи должны засвидетельствовать то, что они работают со спецификацией, соответствующей их сфере деятельности.

Приложения "А" и "С" данного международного стандарта даны только для ознакомления.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие переводчика	1
Предисловие	1
Введение	3
УСЛОВИЯ ПРОСМОТРА — ПОЛИГРАФИЯ И ФОТОГРАФИЯ.	7
1. Область применения	7
2. Нормативные документы	7
3. Термины и определения	7
4. Требования к условиям просмотра.	9
4.1 Общие требования	9
4.2 Условия экспертного сравнения (условия просмотра ISO P1 и T1)	10
4.3 Условия потребительской оценки отпечатков (включая рутинный контроль). (Условия просмотра ISO P2)	15
4.4 Условия проекционного просмотра слайдов малого размера (условия просмотра ISO T2)	16
4.5 Условия оценки изображений, демонстрируемых на цветных мониторах.	17
5. Методы тестирования	18
5.1 Спектральные измерения.	18
5.2 Освещенность и яркость	18
5.3 Оценка разрешения проекционных устройств	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
Резюме по условиям просмотра ISO, описанным в данном международном стандарте	19
ПРИЛОЖЕНИЕ В	
Экспериментальные данные, на основе которых для данного международного стандарта были выбраны индексы метамеризма и эталонный осветитель	20
В.1 Введение	20
В.2 Эталонный осветитель и допуски совместимости.	20
В.3 Индекс метамеризма	21
В.4 Экспериментальная работа	21
ПРИЛОЖЕНИЕ С	
Руководство по оценке и демонстрации фотографий	26
С.1 Введение	26
С.2 Рекомендации.	27

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что цветовые измерения и измерения оптических плотностей играют важную роль в контроле цветовой репродукции (изображения. — *Прим. пер.*), они не могут заменить собой оценку качества изображений человеком. Цветные иллюстрации на отражение, фото-слайды, фотоотпечатки и фотомеханические репродукции (печатные и непечатные пробы или печатные листы) обычно оценивают по их изображению и качеству цветопередачи или сравнивают друг с другом на предмет цветового соответствия. Бумага (и прочие поверхности) вносят определенный вклад в цветовоспроизведение, поэтому их контроль также очень важен. Отметим, что бумажная промышленность имеет собственный набор международных стандартов для незапечатанных бумаг и условия освещения, описанные в этих стандартах, отличаются от тех условий, что рекомендованы данным международным стандартом.

Не вызывает сомнения тот факт, что наилучшие условия освещения для визуальной оценки цвета — это конечные условия, в которых в итоге будет рассматриваться тот или иной продукт. В тех случаях, когда такие условия известны и воспроизводимы, большинство работников безусловно согласятся использовать их для оценки и сравнения. Однако же, важно, чтобы эти условия были оговорены и описаны заранее, поскольку они НЕ определены ISO-стандартом.

На практике, к сожалению, далеко не всегда удается достичь такой договоренности. Даже когда конечные условия освещения заранее известны, очень трудно обеспечить сотрудников каждого звена производственной цепочки адекватным просмотровым устройством. Несогласованность источников освещения и условий просмотра, а также различие в устройстве просмотровых кабин может внести искажения в цветовосприятие поверхностей, репродукций и художественных работ и, вполне вероятно, привести к различиям в оценке как самого процесса репродукции, так и цветовой репродукции. Данный стандарт позиционирует спецификацию освещения и условий просмотра и, при условии его соблюдения, существенно понижает риск ошибок и недоразумений, возникающих в результате описанных выше неточностей и несогласованности.

Освещение, использованное для рассматривания цветных фотоотпечатков, фотомеханических (полиграфических. — *Прим. пер.*) оттисков и слайдов должно обеспечивать адекватное количество электромагнитной энергии во всех участках ультрафиолетового и видимого спектров, дабы избежать визуальных отклонений от аналогичного рассматривания при дневном свете. Ультрафиолетовый компонент очень важен, поскольку начинают себя проявлять флуоресцентные добавки (отбеливатели бумаги. — *Прим. пер.*), которые активны в данной зоне. Появление данного феномена связывают с тем, что бумаги, на которых воспроизводят изображения, содержат в себе красители и пигменты.

В данной спецификации на основании международного стандарта от

1974 г. в качестве эталонного спектрального распределения энергии для большинства просмотровых устройств позиционирован CIE D50-источник. По ряду соображений выбор D50-источника (который в 1974 г. был противопоставлен другим CIE-источникам дневного света) и сегодня остается лучшим. Были основания для того, чтобы заменить эталонный источник на CIE F8, поскольку 5000K наиболее типичны для большинства флуоресцентных ламп. Однако же стало ясно, что это обеспечит лишь минимум преимуществ в согласовании результатов (см. Приложение В) и достижении истинной цели освещения — симуляции натурального дневного света.

Поскольку очень трудно создать искусственные источники освещения, четко соответствующие спектральному распределению энергии дневного света, очень важно, чтобы допуски, прописанные в данном стандарте, обеспечивали бы компромисс между требованиями лампового производства и адекватным просмотром. В данном стандарте есть три ограничения, которые определяют цвет света, падающего на рассматриваемую поверхность (одно непосредственное и два косвенных), и все три должны учитываться одновременно в согласованном просмотром устройстве.

Цветность, которая непосредственно задает цвет освещения, падающего на рассматриваемую поверхность, определена как цветность D50-источника с допуском в круге равномерной шкалы цветностей CIE 1976 (Uniform Chromaticity Scale — UCS), определяющей радиус допустимых значений. Методы согласования спектрального распределения энергии освещения со спектральным распределением D50-источника детально описаны в публикациях CIE №13.3 и №51. В первой описаны методики определения качества цветопередачи лампами, во второй — способы корректного предсказания метамеров. Оба документа важны для полиграфии и фотоиндустрии.

Поскольку сегодня в публикации CIE №51 D50-осветитель не рассматривается, дополнительные виртуальные метамеры для этого источника (в видимой части спектра + ультрафиолет) были специально рассчитаны для данного международного стандарта. Данные были взяты из публикации CIE №51 и эквивалентны им. Также, на основе экспериментальной работы, описанной в Приложении В, наряду с индексом цветового соответствия (Color Rendering Index) были определены приемлемые практические допуски (следует отметить, что к моменту публикации окончательной версии проекта данного международного стандарта CIE опубликовала «Дополнение 1» к своей 51-й публикации, которое включает одобренные CIE виртуальные метамеры для CIE D50-источника. Комбинация публикации CIE №51 и Дополнения 1 идентифицируется CIE как №51.2-1999).

Восприятие тональной шкалы и цвета отпечатка (или слайда) может сильно зависеть от цветности и яркости других объектов и поверхностей, находящихся в поле зрения наблюдателя. Из этих соображений условия окружения, которые могут затронуть адаптацию зрения, должны быть организованы таким образом, чтобы избежать нежелательного воздействия на восприятие цвета и тона. Также должны быть правильно организованы условия непосредственного окружения (изображения. — *Прим. пер.*). Все это обеспечивается данным международным стандартом.

Опыт производств, охваченных данным международным стандартом, выявил, что необходимы два уровня освещения:

— высокий уровень, который предназначен для экспертной оценки и сравнения (изображений. — *Прим. пер.*);

— низкий уровень, который предназначен для оценки тоновой шкалы конкретного изображения, находящегося под осветителем, похожим на те осветители, при которых в дальнейшем будет рассматриваться данное изображение.

Данный стандарт позиционирует эти два уровня освещения.

Высокий уровень потребен для полиграфии, где выполняется сравне-

ние, к примеру, художественного оригинала и его пробы, или где ищутся мелкие цветовые отличия между пробой и оттиском при последовательном контроле процесса печати. Высокий уровень освещения эффективен в данных ситуациях, поскольку повышает видимость таких отличий. Он также необходим и в фотографии, когда сравнивают два (и более) слайда или когда проводят экспертную оценку какого-либо одного изображения на предмет воспроизводимости в печати его темных тонов.

Несмотря на адаптацию, уровень освещения существенно влияет на восприятие изображения. Низкий уровень освещения необходим для оценки того, как будет выглядеть изображение в конечных условиях его рассматривания. И хотя на практике мы сталкиваемся с весьма широким диапазоном возможных уровней освещения, полагают, что предлагаемый низкий уровень является репрезентативным представителем этого диапазона. Поэтому низкий уровень используют для общеэстетической оценки изображений, выполняемой при рутинном контроле отпечатков.

В данном стандарте детально описаны условия просмотра слайдов как при непосредственном рассматривании, так и при проекции на экран. Плюс к тому описаны дополнительные условия сравнения слайдов с отпечатками и параметры локального окружения слайдов, обеспечивающие оптимальную видимость темных тонов. При этом признается, что фактическое просмотровое оборудование скорее всего будет находиться в окружении, дающем определенную паразитную подсветку. Теоретическая комбинация окружения и подсветки вполне достоверно воспроизводит типичные условия рассматривания слайдов.

Слайды малого размера обычно оцениваются в полиграфии путем прямого рассматривания, которое должно проходить в специально оговоренных условиях. Однако в некоторых случаях слайды малого размера не рассматривают непосредственно, поскольку для корректного восприятия перспективы и деталей изображения расстояние просмотра оказывается слишком маленьким. Кроме того, при репродукции слайдов слайд-изображения, как правило, подвергаются увеличению. Поэтому, чтобы упростить сравнение с отпечатком, прибегают к увеличению слайд-изображения. Следовательно, условия просмотра могут потребовать организации системы увеличения слайдов для рассматривания их с соответствующей дистанции.

В полиграфии и фотографии для визуализации и просмотра цифровых изображений все чаще используются цветные мониторы. Для того чтобы в этой ситуации гарантировать достоверность оценки, нужно прежде всего четко определить условия просмотра в том месте, где расположен монитор. Отметим однако, что приверженность данной спецификации отнюдь не гарантирует того, что изображение на мониторе будет соответствовать отпечатку без предварительного выполнения определенного цветового преобразования изображения для визуализации его на экране или использования надлежащего color management. Этот аспект в данном международном стандарте не рассматривается. На практике даже при высококачественном color management трудно достичь точного соответствия, поскольку уровни яркости твердой копии (отпечатка или слайда) и изображения на мониторе радикально отличаются друг от друга.

Следует отметить, что спецификации, прописанные в данном международном стандарте для изображений, рассматриваемых на цветных мониторах, не зависят от той или иной формы твердой копии. Условия для непосредственного сравнения твердой копии с изображением на экране монитора (когда выполнено необходимое цветовое преобразование) лежат вне контекста данного стандарта, который прежде всего предназначен для *последовательного* сравнения твердых копий с изображением

* Курсив переводчика

на экране. Стандарт «ISO 12646:2004, Полиграфия — Дисплеи для цветопробы. Характеристики и условия просмотра» предлагает детальные рекомендации для случаев, когда необходимо одновременное сравнение*. В целом можно утверждать, что для выполнения такого сравнения желательно смотреть на монитор при пониженном уровне окружающего освещения (записанном в данном стандарте), максимально достижимом уровне яркости монитора и пониженном уровне освещения твердой копии (согласно спецификации данного стандарта для запечатываемых поверхностей и их прозрачных эквивалентов). Однако же отметим, что при этом неизбежны тональные и цветовые искажения.

* На момент выхода ISO 3664:2000 стандарт ISO 12646 еще не был опубликован и рассматривался здесь как проект стандарта.

УСЛОВИЯ ПРОСМОТРА — ПОЛИГРАФИЯ И ФОТОГРАФИЯ

1. Область применения

Данный международный стандарт детально описывает условия просмотра изображений, выполненных на отражающих и прозрачных носителях. К ним относятся отпечатки (фотографические или фотомеханические) и слайды, демонстрируемые не на мониторе. Стандарт может быть использован для:

— экспертного сравнения слайдов, фотографических и фотомеханических отпечатков и/или других объектов и изображений;

— оценки тоновой репродукции и красочности (colorfulness) отпечатков и слайдов при уровне освещения, типичном для повседневной практики, включая рутинный контроль;

— экспертной оценки слайдов, рассматриваемых с помощью проекции на экран, для сравнения с отпечатками, репродукциями или самими объектами;

— оценки изображений на цветных мониторах, когда они не сравниваются с какими-либо твердыми копиями этих изображений.

Данный международный стандарт неприменим к незапечатанным бумагам.

2. Нормативные документы

Нижеследующие нормативные документы содержат материал, на основании которого составлен данный стандарт. Для датированных ссылок последующие поправки и пересмотры не применимы к текущей публикации. В то же время стандарт не исключает возможности использования их последних редакций. Для недатированных ссылок данный документ обращается к их последней редакции. Члены IEC и ISO зафиксировали валидность данного международного стандарта.

ISO 5-2:1991, Фотография — Денситометрические измерения — Часть 2: Геометрия денситометрии на просвет.

ISO 5-3:1995, Фотография — Денситометрические измерения — Часть 3: Спектральные параметры.

ISO 5-4:1995, Фотография — Денситометрические измерения — Часть 4: Геометрия денситометрии на отражение.

ISO 12646:2004, Полиграфия — Дисплеи для цветопробы. Характеристики и условия просмотра.*

Публикация CIE №13.3, 1995, Метод измерения и спецификация параметров цветопередачи источников освещения, 2-ая редакция.

Публикация CIE №15.2, 1986, Колориметрия.

Публикация CIE №51, 1981, Метод оценки качества симуляторов дневного света для колориметрии.

Публикация CIE №17, 1987, Международный осветительный словарь.

3. Термины и определения

В данном международном стандарте используются следующие термины и определения:

3.1 Цветность

Свойство цветового стимула, определяемое координатами цветности, или доминирующей длиной волны, или дополнительной длиной волны в совокупности с чистотой (спектральной чистотой стимула. — *Прим. пер.*)

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-03-34]

3.2 Индекс цветового соответствия (индекс цветопередачи, color rendering index, CRI)

Степень соответствия психофизического цвета объекта, освещенного тестируемым источником, в сравнении с цветом этого же объекта, освещенного эталонным источником. Пригоден для определения статуса хроматической адаптации (наблюдателя. — *Прим. пер.*)

* Ссылка изменена переводчиком, поскольку указанный документ вышел в свет в 2004 г.

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-02-61]

3.3 Коррелированная цветовая температура

Температура планковского излучателя, цветовое ощущение от которого более всего похоже на ощущение от исследуемого цветового стимула при данной яркости и в указанных условиях просмотра.

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-03-50]

3.4 Подсветка

Свет, падающий на изображение, находящееся внутри просмотровой системы, который не исходит из какой-либо определенной точки.

См. также: **подсветка изображения, паразитная подсветка, паразитный блеск.**

Примечание: к подсветке иногда относят паразитный блеск.

3.5 Твердая копия

Представление изображения на самостоятельно существующем и более или менее неизменном субстрате (подложке).

См. также: **«мягкая» копия, отпечаток и слайд.**

Примечание: примеры включают в себя отпечатки и слайды.

3.6 Освещенность

Освещенность (точки на поверхности) — количество светового потока, падающего на какую-либо точку элемента поверхности.

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-03-38]

3.7 Источник освещения, осветитель

Излучение относительное спектральное распределение энергии которого определяется через диапазон длин волн и которое влияет на цвет объекта.

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-03-10]

3.8 Подсветка изображения*

Свет, исходящий из определенной точки, рассеянный оптической системой по всей поверхности изображения.

Примечание: распределение подсветки изображения от некоей выбранной точки описывается т.н. функцией распространения точки изображения (image point spread function). Функция распространения точки изображения имеет тенденцию быстро уменьшаться по мере увеличения расстояния от этой точки. К тому же она варьируется в зависимости от местоположения точки на изображении и, как правило, несимметрична относительно оптической оси системы.

3.9 Яркость (в данном направлении, в данной точке реальной или вымышленной поверхности)

Количество определяется формулой:

$$L_v = \frac{d\phi_v}{dA \times \cos \theta \times d\Omega}$$

где: $d\phi_v$ — это световой поток в единице телесного угла $d\Omega$, переданный с помощью элементарного луча, проходящего в определенном направлении через данную точку; dA — секция луча, содержащего данную точку; θ — угол между нормалью к этой секции и направлением луча.

[Публикация CIE №17.4:1987, 845-01-35]

3.10 Оттиск непечатной цветопробы

Оттиск, выполненный непечатным методом с целью демонстрации результатов процесса цветоделения путем достоверной симуляции результатов печати.

3.11 Оттиск печатной цветопробы

Оттиск, выполненный путем печати (результат пробной печати) с целью демонстрации результатов процесса цветоделения путем достоверной симуляции результатов тиража.

3.12 Оригинал

Сцена или твердая копия, визуальная информация о которой (изображение. — *Прим. пер.*) получена в репродукционном процессе с помощью устройства захвата изображения.

Примечание 1: в полиграфии оригиналом обычно служит отпечаток или слайд, а устройство захвата, как правило, — это сканер и, реже, — цифровая фотокамера.

Примечание 2: в фотографии чаще используется термин «оригинальная сцена».

3.13 Отпечаток

Двухмерная форма твердой копии изображения, предназначенная для рассматривания.

См. также: **твердая копия, «мягкая» копия, слайд.**

Примечание: до сих пор в фотографии и полиграфии термин «отпечаток» употребляется в отношении твердой копии на отражение, т.е. на носителе, выполненном для рассматривания в отраженном свете.

3.14 Относительное спектральное распределение энергии

Пропорция спектрального распределения энергии источника (или осветителя) с фиксированным эталонным значением, которое может быть средним, максимальным или произвольно выбранным.

* Более не встречается ни в одном из контекстов данного документа. — *Прим. пер.*

3.15 «Мягкая» копия

Воспроизведение изображения при помощи устройства, способного к прямому отображению различных цифровых изображений в последовательной и непостоянной форме.

Самый распространенный пример — монитор.
См. также: **твердая копия**.

3.16 Источник

Первичный генератор электромагнитного излучения.

3.17 Окружение

Область, смежная с границей изображения, которая при рассмотрении этого изображения может заметно повлиять на локальный статус адаптации зрения.

Примечание: окружение, которое может оказать существенное влияние на восприятие тона и цвета репродукции изображения, не следует путать с кромкой, непосредственно окружающей это изображение, поскольку на отражающих отпечатках всегда присутствует незапечатанная белая поверхность, а на слайдах — незэкспонированная кромка. Для цветных мониторов кромка в норме должна быть темно-серой или черной, то есть такой же, как собственно окружение. Однако, когда симулируют одну твердую копию с помощью другой твердой копии, употребляют термины «светлота» и «ширина».

3.18 Слайд

Двухмерная форма твердой копии изображения, предназначенная для рассматривания в проходящем свете.

См. также: **твердая копия, «мягкая» копия, отпечаток**.

3.19 Слайд-осветитель

Устройство, используемое для задней подсветки слайдов.

3.20 Паразитная подсветка

Относительно неизменная, но нежелательная подсветка поверхности изображения, вызванная рассеиванием и отражением части излучения, попавшего в оптическую систему через ее обычную входную апертуру; возникает тогда, когда внутри (или вне) поля зрения оптической системы имеется постороннее излучение.

Примечание: легкие световые «протечки» в корпусе оптического устройства могут привести к дополнительной нежелательной подсветке поверхности изображения. Такая подсветка аналогична паразитной.

3.21 Паразитный блеск

Свет, падающий на поверхность самосветящегося изображения, такой как задняя подсветка слайда или монитора, добавляющая яркости к изображению.

Примечание: паразитный блеск осветляет и редуцирует

визуальный контраст теней изображения. В отличие от термина «паразитная подсветка», термин «паразитный блеск» применим только к тем изображениям, в которых не определена входная апертура.

3.22 Виртуальный метамер

Набор спектральных коэффициентов излучения, нефизических образцов, обеспечивающий метамерное соответствие (стимулов. — *Прим. пер.*) при специфических стандартных источниках дневного света.

Примечание: виртуальные метамеры используются для тестирования и классификации источников освещения (симулирующих дневной свет) в соответствии с методом, предложенным в Публикации CIE №51. Данная классификация разработана путем вычисления выявляемых с помощью этих метамеров средних цветовых отличий между исследуемым источником освещения и CIE-стандартным источником. Несмотря на то, что физическое воспроизведение таких виртуальных метамеров вполне возможно, нерелевантность обеспечивает высокую гибкость в их проектировании.

4. Требования к условиям просмотра

4.1 Общие требования

В данном пункте сформулированы требования, предъявляемые ко всем возможным вариантам просмотра: 4.2 (Экспертное сравнение), 4.3 (Потребительская оценка отпечатков) и 4.4 (Проекционный просмотр слайдов малого формата).

Примечание: для простоты использования каждый из вариантов просмотра, описанный в данном стандарте, имеет алфавитно-цифровую нумерацию, что может быть полезным в описании или определении этого варианта, к примеру: «условия просмотра P2 ISO».

4.1.1 Устройства просмотра

Соблюдение данного международного стандарта обеспечивает получение необходимых значений (цвета. — *Прим. пер.*) при рассматривании поверхностей. Описанное спектральное распределение энергии обсуждается в отношении освещенной поверхности, но не в отношении источника или лампы, потому что свет от источника может быть изменен за счет отражающих или пропускающих компонентов просмотрочного устройства. Также требуемое спектральное распределение энергии может быть получено от смеси света разных источников.

Источник, рассматриваемое изображение и глаза наблюдателя должны позиционироваться так, чтобы свести к минимуму количество бликов, попадающих в глаз наблюдателя, т.е. неподалеку от нормали к центру поверхности изображения.

Окружение отпечатка или слайда должно иметь рассеивающую поверхность и насыщен-

ность не выше 2 (в системе CIELAB), то есть восприниматься как нейтральное.

4.1.2 Спектральные параметры эталонного осветителя

Относительное спектральное распределение энергии (СПЭ) эталонного осветителя для отпечатков и слайдов — это СПЭ CIE D50-источника, согласно CIE 15.2 (см. таблицу 1). Оно представляет собой одну из фаз естественного дневного света с коррелированной цветовой температурой приблизительно 5000K. Координаты цветности D50-источника:

— на диаграмме цветности CIE*

$$x_{10} = 0,3478$$

$$y_{10} = 0,3595$$

— на диаграмме CIE 1976 (UCS)

$$u'_{10} = 0,2102$$

$$v'_{10} = 0,4889$$

Примечание: чтобы гарантировать соответствие методу, описанному в Публикации CIE №51 (который используется для определения технических условий освещения эталонным источником в п. 4.2.2 данного документа) цветность представлена для стандартного колориметрического наблюдателя CIE 1964.

4.1.3 Индекс цветового соответствия (индекс цветопередачи)

Общий CIE-индекс цветопередачи должен быть измерен над рассматриваемой поверхностью согласно схеме из Публикации CIE №13.3 и должен иметь значение ≥ 90 . Кроме того, отдельные специальные индексы цветопередачи для образцов с 1 по 8, указанные в Публикации CIE №13.3, должны иметь значение ≥ 80 каждый.

4.1.4 Условия внешнего окружения

Просмотровое оборудование должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить минимум вмешательства в просмотровую задачу. Важно устранить внешние факторы, которые могут оказать влияние на оценку отпечатка или слайда, а наблюдатель должен избегать каких-либо суждений сразу после входа в новые условия освещения, поскольку понадобится несколько минут для визуальной адаптации к этим новым условиям.

Посторонний свет от каких-либо источников, или отраженный от объектов и поверхностей должен быть устранен из поля зрения и не должен попадать на отпечатки, слайды или иные оцениваемые изображения. Кроме того, в непосредственном окружении не должно быть яркоокрашенных поверхностей (в том числе в одежде).

Примечание: присутствие яркоокрашенных объектов в просмотровом оборудовании крайне нежелательно, поскольку эти объекты могут дать трудноустраняемые рефлекс, влияющие на адаптацию зрения.

Стены, потолок, двери и другие поверхности должны быть исключены из поля зрения или окрашены в матовый нейтрально-серый цвет и иметь коэффициент отражения 60% и ниже. Следует отметить, что для облегчения задачи и ухода от возможных проблем можно использовать специальную просмотровую кабину, нежели организовывать открытое просмотровое пространство в комнате. Такой просмотровый аппарат облегчает обеспечение должных условий окружения, описанных в п. 4.2.4, и позволяет избежать чрезмерной подсветки, мешающей работе слайд-светильников. Однако, даже при наличии такого устройства, необходимо тщательно следить за адаптацией и не допускать попадания постороннего света (в поле зрения. — *Прим. пер.*).

4.1.5 Обслуживание

Производители просмотрового оборудования должны определить среднее количество часов, в течение которых работа устройств остается в рамках данной спецификации. Устройства должны иметь таймер или иной механизм, индицирующий старение аппарата.

Однако и до, и после истечения лимита времени пользователь должен периодически выполнять контрольные измерения согласно пункту 5, поскольку иначе невозможно убедиться в том, что работа оборудования остается в приемлемых рамках.

4.2 Условия экспертного сравнения (условия просмотра ISO P1 и T1)

4.2.1 Область применения

Данный подпункт детально описывает условия экспертного сравнения двух (или более) копий изображения. Сравнение обычно проводится между оригиналом и его репродукцией или между различными копиями репродукции, такими, как тиражные листы или множественные фотоотпечатки. Сравнимые изображения могут быть выполнены на одном носителе (отражающем или пропускающем) или на разных отражающих носителях (включая фотографические или фотомеханические отпечатки и оттиски, печатные и непечатные цветопробы). Сравнение также проводится между изображениями на пропускающих и отражающих носителях, к примеру тогда, когда сравнивают слайд с цветопробой его печатной репродукции. Упомянутый высокий уровень освещения позволяет более точно оценить цветовые и тоновые градации в областях с высокой плотностью, которые в большинстве случаев не могут быть восприняты в потребительских условиях освещения.

Условие просмотра отпечатков определено как

* Плоскость цветностей цветовой координатной системы xuY . — *Прим. пер.*

Таблица 1 — Относительная спектральная энергия эталонного D50-источника

Длина волны (нм)	Относительная энергия	Длина волны (нм)	Относительная энергия
300	0,02	550	102,32
305	1,03	555	101,16
310	2,05	560	100,00
315	4,91	565	98,87
320	7,78	570	97,74
325	11,26	575	98,33
330	14,75	580	98,92
335	16,35	585	96,21
340	17,95	590	93,50
345	19,48	595	95,59
350	21,01	600	97,69
355	22,48	605	98,48
360	23,94	610	99,27
365	25,45	615	99,16
370	26,96	620	99,04
375	25,72	625	97,38
380	24,49	630	95,72
385	27,18	635	97,29
390	29,87	640	98,86
395	39,59	645	97,26
400	49,31	650	95,67
405	52,91	655	96,93
410	56,51	660	98,19
415	58,27	665	100,60
420	60,03	670	103,00
425	58,93	675	101,07
430	57,82	680	99,13
435	66,32	685	93,26
440	74,82	690	87,38
445	81,04	695	89,49
450	87,25	700	91,60
455	88,93	705	92,25
460	90,61	710	92,89
465	90,99	715	84,87
470	91,37	720	76,85
475	93,24	725	81,68
480	95,11	730	86,51
485	93,54	735	89,55
490	91,96	740	92,58
495	93,84	745	85,40
500	95,72	750	78,23
505	96,17	755	67,96
510	96,61	760	57,69
515	96,87	765	70,31
520	97,13	770	82,92
525	99,61	775	80,60
530	102,10	780	78,27
535	101,43		
540	100,75		
545	101,54		

Примечание: диапазон длин волн был расширен за пределы нормального видимого диапазона из-за необходимости учета возможных флуоресцирующих отбеливателей или красителей.

условие P1. Условие просмотра слайдов непосредственно на осветителе с рассеивающим экраном (в сравнении с просмотром при помощи проектора) определено как условие T1. Последнее обычно используется для просмотра диапозитивов размером 10×10 см (и более), тогда как в полиграфии обычно используют слайды меньшего размера.

Примечание: в сфере графики и дизайна в первую очередь проводится сравнение, требующее уровня освещения условий P1. Однако, когда важно оценить то, как будет выглядеть тоновая репродукция при низком уровне освещения, рекомендуется, чтобы к условиям P1 были добавлены условия P2 или ожидаемые фактические условия просмотра. Следует отметить, что обоим условиям (P1 и P2) предписана одна и та же коррелированная цветовая температура (D50).

4.2.2 Освещение

Освещение рассматриваемой поверхности должно примерно соответствовать стандартному источнику CIE D50. Его координаты цветности u_{10} и v_{10} должны лежать внутри радиуса 0,005, согласно п. 4.1.2, а индекс цветопередачи должен соответствовать п. 4.1.3. Если оценка произведена согласно Публикации CIE №51, с использованием виртуальных метамеров для видимого диапазона (таблица 2), то результат оценки должен подпадать под категорию «С», но желательно, под категорию «В». Если оценка произведена согласно Публикации CIE №51, с использованием виртуальных метамеров для условий P1 для ультрафиолетового диапазона (таблица 3) — индекс метамеризма (M_{UV}) должен быть <4 (для дальнейшего объяснения этого допуска см. Приложение В).

Примечание: не существует спецификации для ультрафиолета при условиях T1. На практике флуоресценция не мешает рассматриванию фотослайдов, поскольку рассеивающая поверхность осветителя обычно поглощает большую часть ультрафиолетового излучения источника.

Категория, которой соответствует данное оборудование на момент изготовления, должна быть обозначена на корпусе этого оборудования. Если ультрафиолетовый индекс метамеризма >2, производитель должен указать, каков вклад ультрафиолета в общую энергию видимого диапазона по отношению к вкладу D50-источника, то есть больше или меньше последнего.

4.2.3 Освещенность (P1)

Освещенность должна быть $2000 \text{ lx} \pm 500 \text{ lx}$, но желательно, чтобы $2000 \text{ lx} \pm 250 \text{ lx}$ в центре освещенной поверхности. Любые отклонения от равномерности должны проявлять себя плавно от центра к краям просмотровой поверхности. Для области просмотра площадью более чем 1 м^2 освещенность каждой точки этой области не должна быть меньше 75% освещенности точек в ее центре. Для областей с большими площадями минимальный уровень освещенности должен быть равен 60%.

4.2.4 Окружение и подкладка для просмотра на отражение (P1)

Окружение и подкладка должны быть нейтральными и матовыми. Окружение должно иметь коэффициент отражения в пределах 10-60%, конкретное значение этого коэффициента зависит от условий согласования с потребительским просмотром. Для большинства приложений средне-серый с коэффициентом отражения 20% очень удобен и рекомендован в тех случаях, когда не определены иные условия. Однако независимо от того, какое значение выбрано, важно, чтобы при сравнении изображений их окружения были похожими и результирующее соотношение яркостей окружений лежало в пределах $1,0 (\pm 0,2):1$.

Примечание: широкий диапазон коэффициентов отражения окружения в данном международном стандарте допущен для того, чтобы твердые копии изображений могли быть оценены в условиях, подобных повседневным условиям. Однако чрезмерно светлое или чрезмерно темное окружение не допускаются из-за их сильного влияния на восприятие. Если потребительские условия просмотра не могут быть определены, должен использоваться средне-серый с коэффициентом отражения 20%.

Окружение должно выходить за границы материала по всем сторонам не менее чем на $1/3$ их размера. Когда сравниваются два и более объектов, они должны располагаться край к краю. Подкладка должна иметь коэффициент отражения в пределах 2-4%, согласно требованиям ISO 5-4.

Примечание: вышеупомянутое требование может быть удовлетворено за счет подходящей отделки просмотровой поверхности или использования маскирующего устройства.

4.2.5 Яркость поверхности осветителя на просвет (T1)

Яркость светящейся поверхности осветителя на просвет должна быть в пределах $1270 \text{ cd/m}^2 \pm 320 \text{ cd/m}^2$, но желательно, чтобы $1270 \text{ cd/m}^2 \pm 160 \text{ cd/m}^2$. Любые отклонения от равномерности должны проявлять себя плавно от центра к краям этой поверхности, так, чтобы яркость (измеренная перпендикулярно поверхности) в каждой точке светящейся области была бы не меньше 75% яркости, измеренной в центре поверхности изображения.

4.2.6 Характеристики рассеивающей поверхности осветителя на просвет

Поверхность осветителя на просвет должна обеспечивать рассеянный свет. Яркость этой поверхности, измеренная под любым углом в диапазоне от 0° до 45° к нормали, должна быть не меньше, чем 90% яркости любой точки, измеренной перпендикулярно этой поверхности.

4.2.7 Окружение слайдов (T1)

Окружение слайдов должно составлять по крайней мере 50 мм по всем сторонам. В сравне-

Таблица 2 — Пять вариантов спектрального коэффициента отражения, создающих виртуальные метамеры со стандартными стимулами, взятыми из Публикации CIE №51.
Использованы для оценки (индекса метамеризма. — Прим. пер.) в видимом диапазоне D50-осветителя

Длина волны	Виртуальные метамеры, видимый диапазон					Длина волны	Виртуальные метамеры, видимый диапазон				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
400	0,029	0,044	0,029	0,403	0,175	600	0,427	0,072	0,102	0,238	0,200
405	0,028	0,056	0,028	0,403	0,177	605	0,473	0,076	0,103	0,240	0,228
410	0,027	0,063	0,028	0,403	0,179	610	0,515	0,083	0,104	0,241	0,258
415	0,026	0,074	0,027	0,403	0,182	615	0,552	0,085	0,104	0,240	0,286
420	0,024	0,081	0,027	0,402	0,184	620	0,582	0,087	0,104	0,237	0,316
425	0,024	0,088	0,026	0,401	0,187	625	0,608	0,087	0,103	0,234	0,342
430	0,024	0,089	0,026	0,398	0,187	630	0,630	0,086	0,103	0,229	0,366
435	0,025	0,088	0,024	0,393	0,186	635	0,646	0,085	0,104	0,228	0,387
440	0,025	0,083	0,025	0,387	0,181	640	0,659	0,084	0,104	0,228	0,405
445	0,026	0,081	0,026	0,375	0,178	645	0,671	0,084	0,106	0,236	0,422
450	0,027	0,076	0,027	0,372	0,174	650	0,683	0,085	0,109	0,245	0,437
455	0,028	0,071	0,029	0,366	0,170	655	0,695	0,086	0,114	0,264	0,451
460	0,031	0,066	0,031	0,360	0,165	660	0,708	0,088	0,120	0,287	0,466
465	0,035	0,059	0,034	0,353	0,160	665	0,722	0,088	0,129	0,320	0,482
470	0,043	0,052	0,037	0,345	0,156	670	0,736	0,088	0,140	0,358	0,502
475	0,054	0,048	0,045	0,336	0,151	675	0,751	0,087	0,154	0,403	0,522
480	0,068	0,045	0,056	0,327	0,148	680	0,766	0,086	0,170	0,449	0,543
485	0,085	0,042	0,067	0,319	0,143	685	0,781	0,086	0,188	0,502	0,564
490	0,103	0,039	0,077	0,311	0,141	690	0,794	0,086	0,206	0,552	0,584
495	0,121	0,037	0,086	0,304	0,139	695	0,806	0,087	0,227	0,600	0,603
500	0,136	0,034	0,092	0,296	0,137	700	0,817	0,088	0,250	0,646	0,621
505	0,148	0,035	0,095	0,289	0,135						
510	0,156	0,033	0,097	0,281	0,135						
515	0,159	0,032	0,095	0,276	0,132						
520	0,160	0,032	0,092	0,271	0,129						
525	0,162	0,032	0,090	0,265	0,125						
530	0,164	0,032	0,089	0,260	0,122						
535	0,167	0,032	0,088	0,255	0,121						
540	0,172	0,033	0,086	0,251	0,121						
545	0,177	0,033	0,084	0,248	0,121						
550	0,182	0,033	0,084	0,246	0,121						
555	0,189	0,032	0,086	0,245	0,119						
560	0,196	0,030	0,087	0,244	0,116						
565	0,209	0,032	0,088	0,243	0,110						
570	0,226	0,036	0,091	0,241	0,108						
575	0,248	0,041	0,094	0,239	0,113						
580	0,275	0,045	0,096	0,236	0,119						
585	0,309	0,049	0,097	0,234	0,131						
590	0,345	0,055	0,097	0,234	0,149						
595	0,384	0,063	0,100	0,235	0,174						

Примечание: эти данные ОТСУТСТВУЮТ в Публикации CIE №51 и являются дополнительными к ней. Публикация CIE №51 содержит лишь стандартные данные, к которым вышеупомянутые образцы создают метамеры.

Таблица 3 — Спектральные характеристики нефлуоресцентных образцов, создающих виртуальные метамеры с флуоресцентными образцами, взятыми из Публикации CIE №51 для D50-осветителя							
Длина волны	Виртуальные метамеры, ультрафиолетовый диапазон			Длина волны	Виртуальные метамеры, ультрафиолетовый диапазон		
	1	2	3		1	2	3
400	0,622	0,505	0,212	600	0,838	0,838	0,838
405	0,687	0,589	0,293	605	0,839	0,839	0,839
410	0,711	0,668	0,401	610	0,840	0,840	0,840
415	0,742	0,723	0,507	615	0,842	0,842	0,842
420	0,767	0,764	0,613	620	0,844	0,844	0,844
425	0,797	0,805	0,737	625	0,846	0,846	0,846
430	0,822	0,838	0,842	630	0,848	0,848	0,848
435	0,824	0,845	0,868	635	0,850	0,850	0,850
440	0,820	0,843	0,866	640	0,851	0,852	0,852
445	0,816	0,836	0,857	645	0,851	0,854	0,854
450	0,810	0,826	0,845	650	0,852	0,856	0,856
455	0,808	0,822	0,845	655	0,852	0,856	0,857
460	0,807	0,820	0,843	660	0,852	0,856	0,857
465	0,807	0,816	0,837	665	0,853	0,856	0,857
470	0,804	0,813	0,830	670	0,853	0,856	0,858
475	0,806	0,813	0,828	675	0,853	0,858	0,859
480	0,810	0,816	0,827	680	0,853	0,858	0,860
485	0,812	0,817	0,826	685	0,853	0,858	0,861
490	0,814	0,818	0,826	690	0,853	0,858	0,862
495	0,816	0,819	0,825	695	0,853	0,858	0,863
500	0,818	0,821	0,825	700	0,853	0,859	0,864
505	0,822	0,825	0,828				
510	0,826	0,829	0,831				
515	0,830	0,831	0,834				
520	0,831	0,833	0,836				
525	0,832	0,833	0,836				
530	0,832	0,833	0,835				
535	0,832	0,833	0,834				
540	0,833	0,834	0,835				
545	0,833	0,834	0,835				
550	0,834	0,834	0,834				
555	0,835	0,834	0,834				
560	0,835	0,834	0,835				
565	0,835	0,834	0,835				
570	0,836	0,835	0,836				
575	0,836	0,835	0,835				
580	0,836	0,836	0,836				
585	0,837	0,837	0,837				
590	0,837	0,837	0,837				
595	0,837	0,837	0,837				

Примечание: эти данные ОТСУТСТВУЮТ в Публикации CIE №51 и являются дополнительными к ней. Публикация CIE №51 содержит лишь стандартные данные, к которым вышеупомянутые образцы создают метамеры.

нии с источником оно должно казаться нейтральным и в направлении наблюдения должно иметь яркость в диапазоне от 5 до 10% от яркости поверхности, на которой расположено изображение. Рассматривать слайд, закрепленный в непрозрачной рамке, можно не удаляя ее.

Примечание: это условие непосредственного рассматривания слайдов аналогично условию, описанному в предыдущей версии данного международного стандарта. Однако прошлая версия описывала «светящееся» окружение при сравнении слайдов с отпечатками. Целью такого окружения было понижение контраста слайда, дабы облегчить его сравнение с отпечатком. К сожалению, метод уменьшения контраста существенно снижает тональную дифференцировку глубоких теней изображения. Метод светящегося окружения приводил к неправильной трактовке деталей в тенях слайда, в особенности у неброских предметов. В современных просмотрных системах понижение общего контраста может быть достигнуто разными средствами, поддерживающими контраст в тенях. Темное окружение должно быть включено во все условия оценки (в рамках данного международного стандарта). На практике данное требование может быть удовлетворено за счет использования непрозрачной черной маски. Такая маска будет казаться несколько ярче абсолютно черной, поскольку имеют место как паразитная подсветка, так и внешнее освещение.

4.2.8 Взаимоотношения между яркостью слайдов и освещенностью отпечатков (P1 и T1)

Для экспертного сравнения слайдов с отражающими материалами освещенность поверхности последних должна быть такой, как описано в п. 4.2.3 (то есть 2000 ± 500 lx). Источник на просвет должен иметь яркость согласно п. 4.2.5 (то есть 1270 ± 320 cd/m²). Однако комбинация допусков должна быть такой, чтобы отношение максимальной яркости источника на просвет к максимальной яркости идеального отражающего рассеивателя, положенного* на фактический отражающий материал, была равна $2 (\pm 0,2):1$. Максимальная яркость отражения от идеального отражающего рассеивателя равна фактической освещенности деленной на π .

4.3 Условия потребительской оценки отпечатков (включая рутинный контроль) (условия просмотра ISO P2)

4.3.1 Область применения

Спецификации данного подпункта пригодны для оценки тоновой репродукции отдельных изображений, оценки фотоизображений или печатных оттисков. Они не подходят для одновременного

сравнения носителей, где цветовое соответствие имеет первостепенное значение, к примеру, при сравнении цветопробы с печатным оттиском, слайда с цветопробой (или оттиском**) или различных фотоотпечатков со слайдами. Единственным исключением является сравнение отпечатка с изображением на экране цветного монитора, поскольку современным мониторам свойственен низкий уровень яркости***, но такие сравнения лежат за пределами данного стандарта, который касается оценки изображений на мониторе отдельно от твердой копии (см. 4.5).

Следует отметить, что характеристики относительного спектрального распределения энергии для P2 определены точно такими же, как и для условий P1. Поэтому изображения, которые соответствуют друг другу в условиях P1, будут соответствовать друг другу в условиях P2. Однако обратное утверждение не обязательно истинно, в особенности если в сравнение вовлечены значимые области темного тона.

Опыт показал, что высокий уровень освещения, предлагаемый для условий просмотра ISO P1, может вызвать обманчивое впечатление о тоновой репродукции и красочности изображения, которое в конечном счете будет рассматриваться потребителем при намного более низких уровнях освещения. Изображения, которые кажутся вполне приемлемыми при высоких уровнях освещения, могут выглядеть неудовлетворительно при типичных уровнях освещения. В попытке уйти от этой проблемы уровень освещения при оценке фотоотпечатков часто устанавливается произвольно. Более того, многие полиграфисты даже делают цветопробы при низких уровнях освещения и в неопределенных условиях, чтобы проверить, как их тоновая репродукция поведет себя в пользовательских условиях. Поскольку ни уровень, ни характеристики освещения в этих ситуациях не подконтрольны, такая практика вносит нестабильность в процесс и препятствует эффективному обмену информацией.

Условия просмотра, описанные в данном подпункте, призваны свести все эти трудности к минимуму. Условия просмотра специфицированы для оценки тоновой репродукции, фотоизображений и печатных оттисков при уровне освещения, характерном для офиса, библиотеки или относительно ярко освещенного места в жилом помещении. Оценка изображений в таких условиях может гарантировать получение цветовой репродукции вполне удовлетворительного качества, в то время как при более высоком уровне освещения (P1-условия) его достижение далеко не обязательно.

* Условно положенного. — Прим. пер.

** С него. — Прим. пер.

*** Такое утверждение справедливо на момент публикации данного стандарта. Те LCD-дисплеи, что используются сегодня в полиграфии и фотографии, обладают максимальной яркостью белой точки порядка 300-350 cd/m². — Прим. пер.

Примечание: в сфере графики и дизайна в первую очередь проводится сравнение, требующее условий освещения уровня P1. Однако, когда важно оценить то, как будет выглядеть тоновая репродукция при низком уровне освещения, рекомендуется, чтобы к условиям P1 были добавлены условия P2 или ожидаемые фактические условия просмотра. Следует отметить, что обоим условиям (P1 и P2) предписана одна и та же коррелированная цветовая температура (D50).

4.3.2. Освещение

Освещение просмотровой поверхности должно соответствовать описанному в п. 4.2.2

4.3.3. Освещенность

Освещенность центра просмотровой поверхности должна быть $500 \text{ lx} \pm 125 \text{ lx}$. Равномерность освещения должна соответствовать описанной в п. 4.2.3.

4.3.4. Окружение и подкладка

Окружение и подкладка должны соответствовать описанным в п. 4.2.4 за исключением того, что по мере необходимости может быть использована белая подкладка, например в целях демонстрации (изображения. — *Прим. пер.*). Окружение и подкладка должны соответствовать п. 4.2.4, если никто более не вовлечен в производственную цепочку. В противном случае необходимые коэффициенты отражения окружения и подкладки должны быть специально оговорены.

4.4 Условия проекционного просмотра слайдов малого размера (условия просмотра ISO T2)

4.4.1 Область применения

Спецификации оборудования, предназначенного для проекционного просмотра изображения слайда на экране, даны в пп. 4.4.2–4.4.8. Эти условия не следует путать с обычным просмотром слайдов при помощи коммерческих проекторов, где увеличение намного больше, чем требуется для сравнения изображений с отпечатками.

4.4.2 Освещение

Свет, испускаемый экраном от пустого слайда*, должен быть в рамках того, что записано в п. 4.2.2.

4.4.3. Яркость

Яркость экрана** в направлении наблюдателя должна быть в пределах $1270 \text{ cd/m}^2 \pm 320 \text{ cd/m}^2$,

* Остается непонятным, что подразумевается под «пустым слайдом», вероятно, засвеченный и обработанный участок фотопленки, который обладает довольно большим уровнем вуали (порядка 0,18D даже на пленках высшего качества). — *Прим. пер.*

** Здесь имеется в виду полупропускающий экран, выполненный из матового стекла или подобного ему материала. — *Прим. пер.*

*** Под «открытым», вероятно, понимается слайд, не заключенный между стеклянными поверхностями.

когда измерение произведено с пустым слайдом в проекторе.

4.4.4 Равномерность яркости экрана

Любая неравномерность яркости экрана в среднем должна быть радиальной и симметричной относительно центра экрана; яркость изображения проецируемого открытого*** слайда должна равномерно уменьшаться от центра к краям изображения. Когда экран рассматривается под любым углом в пределах 25° от перпендикуляра к его поверхности и при нормальном расстоянии для данного оборудования, яркость любой точки внутри изображения открытого слайда должна быть не меньше, чем 75% от яркости в его центре. Экран, на который проецируется изображение, не должен демонстрировать пятен, «искр» и зерна более, чем демонстрируют нетекстурированные плоскость, матовая поверхность или экран фронтальной проекции.

4.4.5 Окружение

Окружение должно соответствовать описанному в п. 4.2.7

4.4.6 Посторонний свет и подсветка

Условия должны быть организованы так, чтобы оградить экран от постороннего света. Поверхности, ограждающие экран от постороннего света, должны быть матово-черными.

Посторонний свет и подсветка должны быть такими, чтобы (при тестировании слайда в соответствии с п. 5.2) яркость в центральном пятне изображения на экране не превышала 1% от максимальной яркости экрана в любой другой точке окружающего поля.

4.4.7 Разрешение

Разрешающая способность оптической системы должна быть такой, что (при тестировании слайда в соответствии с п. 5.3) все образцы с пространственной частотой до 40 пар линий на миллиметр должны быть различимы в каждой точке проектируемого изображения.

4.4.8 Дисторсия

Проекционная система не должна давать заметных пространственных и хроматических искажений в изображении.

4.5 Условия оценки изображений, демонстрируемых на цветных мониторах

4.5.1 Область применения

Чтобы гарантировать устойчивость оценки изображений, демонстрируемых на цветных мониторах, важно, чтобы условия просмотра были обоснованными и четко оговоренными. Следует отметить, однако, что спецификации, предлагаемые данным международным стандартом, касаются изображений, демонстрируемых независимо от каких-либо форм твердой копии. Условия для одновременного сравнения твердой копии с «мягкой» копией (даже когда для согласования цветов выполнено цветовое преобразование) не рассматриваются данным международным стандартом. Поэтому данные спецификации релевантны в первую очередь *последовательному* рассмотрению твердой и «мягкой» копий. Стандарт ISO 12646:2004 содержит детальные рекомендации для тех случаев, когда необходимо одновременное сравнение*.

4.5.2 Цветность

Цветность белого, отображаемого монитором, должна быть сходной с цветностью D65. Координаты цветности u'_{10}, v'_{10} должны лежать в радиусе 0,025 от $u'_{10} = 0,1979$ и $v'_{10} = 0,4695$ по UCS-диаграмме CIE 1976.

Примечание: когда просмотр проходит в условиях, описанных в п. 4.5, то первичный стимул адаптации зрения обеспечивает сам монитор. Цветность белого на мониторе не так важна в данной ситуации, хотя многие пользователи предпочитают, чтобы цветность белого была близка к D65. По некоторым данным, при низких уровнях яркости мониторов цветность, близкая к D65, обеспечивает наилучшее воспроизведение белого, и, кроме того, при современной технологии производства дисплеев такая цветность позволяет достигать наивысшего уровня яркости. Однако если изображение на мониторе должно непосредственно сравниваться с отпечатками или слайдами, то цветность белого должна быть близка к цветности белого твердой копии, с которой идет сравнение. Сказанное означает, что монитор, используемый в таких целях, должен иметь цветность белого, близкую к цветности источника D50. Такая цветность лежит в пределах допуска, прописанного в данном международном стандарте. Спецификация сравнения изображения на цветном мониторе с твердой копией детально описана в ISO 12646:2004.

4.5.3 Яркость монитора

Уровень яркости белого, отображаемого монитором, должен быть выше 75 cd/m^2 , но желательно, чтобы он был выше 100 cd/m^2 .

Примечание: при современной технологии производства дисплеев уровень яркости может зависеть от цветности белой точки монитора. При повышении коррелированной цветовой температуры может быть достигнут больший уровень яркости экрана. Для данного применения рекомендуется уровень яркости минимум 100 cd/m^2 , но при этом признано, что он трудно достижим на некоторых мониторах, особенно на старых или дешевых моделях, или же тогда, когда цветность белой точки установлена на D50.

Окружающее освещение

Когда измерение (освещенности. — *Прим. пер.*) выполнено косинускорректированным фотометром** от передней поверхности выключенного монитора, уровень окружающего освещения должен быть меньше, чем 64 lx , но лучше, если он будет меньше или равен 32 lx . Освещенность любой поверхности, находящейся между наблюдателем и монитором должна лежать в этих пределах. Коррелированная цветовая температура окружающего освещения должна быть ниже или равна цветовой температуре белой точки монитора.

Примечание: уровень окружающего освещения должен быть существенно ниже уровня яркости белой точки монитора, что хотя бы частично обеспечивает адаптацию наблюдателя по монитору, — но в первую очередь гарантирует то, что полный контраст монитора не окажется сильно усеченным за счет паразитного блеска. Именно из этих соображений, когда при данном уровне яркости монитора его белая точка установлена на D65, уровень окружающего освещения должен быть ниже, и, желательно, существенно ниже, чем 64 lx .

4.5.5 Условия окружения

Область, непосредственно окружающая изображение на экране и его кромку, должна быть нейтральной, предпочтительно темно-серой или черной, с минимальной подсветкой и в среднем с той же цветностью, что и белая точка монитора. Яркость кромки должна составлять 20% от яркости белой точки или ниже (желательно 3%).

Примечание: когда монитор используется для визуализации изображений, которым предстоит быть репродуцированными на твердом носителе, рекомендуется, чтобы светлота кромки, окружающей изображение на экране, зависела от варианта сравнения. В целом, для сравнения с отпечатками, которые, как правило, воспроизводятся с белой кромкой из незапечатанной поверхности, кромка изображения должна быть светлой в целях симуляции этой поверхности. Для сравнения же со слайдами она должна быть темной. Желательно, чтобы ширина кромки не превышала 1-2 см, даже если в твердой копии она шире.

4.5.6 Условия в помещении

Монитор должен быть расположен так, чтобы в поле зрения не было ярко окрашенных областей (в том числе на одежде) или чтобы рефлексы от них не попадали на экран. В идеале все стены, полы,

* В полиграфической практике необходимость одновременного сравнения изображения на экране монитора с твердой копией этого изображения возникает исключительно редко и при этом, как правило, не имеет под собой четкого производственного обоснования (см. А. Френкель, А. Шадрин. Колориметрическая настройка монитора. Теория и практика. — М.: «Август-Борг», 2005.). — *Прим. пер.*

** Косинускорректированный фотометр -- это фотометр с рассеивающей насадкой. — *прим. пер.*

мебель, находящиеся в поле зрения, должны быть серыми и без всяких эмблем, записок, картин, надписей или иных объектов, которые могут повлиять на восприятие изображения при просмотре.

4.5.7 Блеск

Все блестящие предметы должны быть удалены (из помещения. — *Прим. пер.*), поскольку они могут существенно понизить качество изображения. Монитор должен быть расположен так, чтобы неэкранированные лампы, окна и прочие источники освещения не попадали в поле зрения и не давали рефлексов на поверхность монитора.

5. Методы тестирования

5.1 Спектральные измерения

Для определения индекса цветопередачи осветителя (согласно п. 4.1.3), его цветности и индекса метамеризма (согласно п. 4.2.2) необходимо измерение спектрального распределения энергии этого осветителя. Измерения должны лежать в диапазоне от 300 до 730 нм для условий T1 и T2. Полоса пропускания измерительного инструмента (спектрорадиометра) должна быть 5 нм или ниже. Интервал выборки не должен быть выше полосы пропускания.

Как в любом процессе измерения, измерительный прибор должен регулярно калиброваться. Калибровка спектрорадиометра должна включать в себя оценку подсветки, линейности, точности по длине волны и точности по спектральному распределению энергии.

5.2 Освещенность и яркость

Все измерения освещенности и яркости должны выполняться фотометром со спектральной чувствительностью стандартного фотопического фотометрического наблюдателя $V(\lambda)$, область измерения должна иметь диаметр не более чем 1/20 кратчайшего линейного размера поверхности ос-

ветителя. Для измерений яркости фотометр должен быть косинускорректированным.

Для устройств проекционного просмотра внешний свет и подсветка должны быть оценены при помощи прозрачного теста, который чист, нейтрален и прозрачен везде, кроме непрозрачного центрального круглого пятна, создающего изображение диаметром 1/10 от наименьшего линейного размера проецируемого слайда. Измерение должно выполняться перпендикулярно пятну (в пределах 7°) и на расстоянии 35 см от экрана.

Примечание: измерение должно быть выполнено примерно по центру непрозрачного пятна, в области, не превышающей 30% от его диаметра.

Все измерения должны выполняться при том освещении в помещении, которое обычно имеет место при работе данного проекционного аппарата.

5.3 Оценка разрешения проекционных устройств

Должна использоваться тестовая мишень, содержащая квадратные образцы волнового разрешения с различной пространственной частотой и в двух взаимно перпендикулярных ориентациях. Диапазон частот: от 20 до 60 пар линий на миллиметр при обязательном присутствии образца с 40 парами линий на миллиметр. Темные полосы тестовых образцов должны иметь визуальную плотность на пропускание (согласно ISO 5-2 и ISO 5-3) по крайней мере на 2,0D выше, чем плотность прозрачного фона. Образцы с данной пространственной частотой можно считать твердо различимыми, если наборы линий спроектированного образца, ориентированные радиально от центра поля и тангенциально к кругу в центре, могут быть легко подсчитаны «с разумной мерой доверия». Концепция «разумной меры доверия» определяет некий средний уровень доверия, лежащий где-то посередине между полным доверием и полным недоверием. Оценка всех разрешений должна быть выполнена при постоянной фокусировке оптической системы. Допускается использование лупы слабого увеличения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (для общей информации)

Резюме по условиям просмотра ISO, описанным в данном международном стандарте

Таблица А.1 является сугубо информативной, поскольку она включена лишь для удобства и не содержит никаких новых спецификаций. В ней сведены воедино основные требования данного международного стандарта.

Таблица А.1 Резюме по условиям просмотра ISO						
Условие просмотра ISO	Эталонный источник и хроматический допуск ^a	Освещенность/ яркость	Индекс цветопередачи (по материалам CIE 13.3)	Индекс метамеризма (по материалам CIE 51)	Равномерность освещения (мин./макс.)	Окружение (отражение/ яркость/ освещенность)
<i>Экспертное сравнение</i>						
Отпечатки (P1)	CIE D50-осветитель (0,005)	2000 lx ± 500 lx (желательно ± 250 lx)	Общий индекс: ≥ 90 Специальные индексы для образцов с 1 по 8: ≥ 80	Визуально: С или лучше (желательно В или лучше) UV: <4	Для поверхностей до 1×1 м ≥ 0.75 Для поверхностей выше 1×1 м ≥ 0.6	<60% (нейтральное и матовое)
Прямой просмотр слайдов (T1)	CIE D50-осветитель (0,005)	1270 cd/m ² ± 320 cd/m ² (желательно ± 160 cd/m ²) ^b	Общий индекс: ≥ 90 Специальные индексы для образцов с 1 по 8: ≥ 80	Визуально: С или лучше (желательно В или лучше)	≥ 0.75	5%–10% уровня яркости (нейтральное и по 50 мм со всех сторон)
Потребительская оценка отпечатков (P2)	CIE D50-осветитель (0,005)	500 lx ± 125 lx	Общий индекс: ≥ 90 Специальные индексы для образцов с 1 по 8: ≥ 80	Визуально: С или лучше (желательно В или лучше) UV: <4	≥ 0.75	<60% (нейтральное и матовое)
Проекционный просмотр слайдов (T2)	CIE D50-осветитель (0,005)	1270 cd/m ² ± 320 cd/m ²	Общий индекс: ≥ 90 Специальные индексы для образцов с 1 по 8: ≥ 80	Визуально: С или лучше (желательно В или лучше)	≥ 0.75	5%–10% уровня яркости (нейтральное и по 50 мм со всех сторон)
Цветные мониторы	CIE D65-осветитель (0,025)	>75 cd/m ² (желательно >100 cd/m ²)	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Нейтральное и темно-серое или черное ^c
<p>^a Данный пункт определяет спектральное распределение энергии эталонного осветителя, за исключением цветных мониторов, где он определяет цветность белой точки монитора. Допуски по цветности для эталонного осветителя даны в круглых скобках. Они определены на поверхности просмотра согласно системе UCS u_{10}, v_{10} от 1976 г.</p> <p>^b Когда сравнивают слайд с отпечатком, отношение яркости слайд-осветителя к эквивалентной освещенности просмотрной поверхности должно быть 2 (± 0.2):1</p> <p>^c Освещение окружения для цветных мониторов должно быть меньше или равно 64 lx, но желательно, чтобы меньше или равно 32 lx.</p>						

ПРИЛОЖЕНИЕ В (для общей информации)

Экспериментальные данные, на основе которых для данного международного стандарта были выбраны индексы метамеризма и эталонный осветитель

В.1 Введение

Чтобы выбрать подходящий эталонный осветитель для данного международного стандарта, а также определить приемлемые и практичные допуски (отклонения от него. — *Прим. пер.*), была выполнена большая экспериментальная работа. Цель работы была тройной:

- выбрать эталонный осветитель, который более всего подойдет для спецификации условий просмотра, предназначенных для оценки твердых копий изображений в полиграфии и фотографии;

- определить степень совместимости выбранного эталонного осветителя с фактическими источниками освещения (вместе с остальными компонентами просмотрового оборудования);

- установить приемлемые допуски на эту степень.

Чтобы допуски не были необоснованно строгими, было экстенсивно изучено небольшое число фактических источников. В дальнейшем работа была расширена в целях проверки большего числа действующих просмотровых устройств, которые не сильно отклонялись от этих допусков (хотя ничего страшного не было бы в том, если бы многие из них и оказались за пределами допусков, поскольку большинство аппаратов уже работало в течение какого-то времени). По той же причине многие просмотровые аппараты должны быть обновлены или по крайней мере в них должны быть заменены источники света. Хочется надеяться (и ожидается), что в итоге так и произойдет.

В.2 Эталонный осветитель и допуски совместимости

В редакции данного международного стандарта от 1975 г. эталонный осветитель был определен как D50 и допуски совместимости были описаны пределом разрешенного отклонения цветности от D50 вместе с индексами цветопередачи согласно требованиям CIE 13.2. Однако за прошедшие годы многие (по разным причинам) высказались неодобрительно о данном стандарте. Многие слышали о большой визуальной вариативности цвета в просмотровых устройствах, изготовленных в соответствии со спецификацией 1975 г. Поэтому было решено несколько сузить допуск на цветность. Разные исследователи отметили, что носители, используемые в разных отраслях промышленности, подпадающих под данный международный стандарт, стали гораздо более метамеричны, нежели ранее. Индекс цветового соответствия (который просто измеряет отличия в цветовосприятии восьми манселловских образцов, освещенных тестируемым и эталонным источниками) показал, что разные аппараты, соответствовавшие той спецификации, не стали бы отображать эти метамеры одинаково. Кроме того, было показано, что для симуляции эталонного осветителя большинство устройств просмотра используют флуоресцентные трубки, которые не могут быть спектрально подобны D50. В итоге мы пришли к выводу, что необходим новый эталонный источник, в частности из-за ранее упомянутой проблемы метамеризма*.

Когда начался пересмотр данного стандарта, из США поступили предложения (хотя и не согласованные с национальным комитетом) по сужению допусков на цветность, замене эталонного источ-

* К сожалению, в мировой практике прочно укоренилось неакадемическое толкование термина «метамеризм». Сейчас под ним понимают ту или иную степень отличия в цвете между образцами, освещенными тестируемым источником, в то время как при освещении их источником эталонным образцы неотличимы друг от друга. Напомним, что классическое определение метамеризма звучит так: два стимула, имеющих разные SPD, являются метамерными, если вызывают одно и то же цветовое ощущение в данных условиях просмотра, то есть неотличимы друг от друга визуально. Поэтому индекс, оценивающий степень цветового отличия двух образцов, следовало бы называть индексом «дисметамеризма», или «индексом потери метамеризма». — *Прим. пер.*

ника на F8 (относительное спектральное распределение энергии которого определено CIE как «типичное» для флуоресцентных трубок с цветностью D50) и использованию т.н. «бэнд-метода»* для уменьшения степени метамеризма.

Объединенная рабочая группа ISO понимала, что эти предложения вполне оправданны. Однако договорились о том, что будет выполнена определенная экспериментальная работа по оценке этих предложений. Было отмечено, что «бэнд-метод» в свое время не был поддержан CIE, которая в 1981 г. опубликовала процедуру верификации адекватности эмуляторов дневного света (Публикация CIE №51), где позиционирован набор теоретических метамеров для каждого из трех эталонных осветителей: D55, D65 и D75, и детально описана процедура вычисления индекса метамеризма.

В.3 Индекс метамеризма

Метод CIE описывает восемь теоретических метамеров, то есть относительное спектральное распределение энергии восьми стимулов, которые соответствуют друг другу по цвету (цветовое отличие равно нулю) при данном осветителе и для данного наблюдателя. Пять из них — это метамеры видимого диапазона спектра, а оставшиеся три — это флуоресцентные образцы, метамеричность которых относится к ультрафиолету, излучаемому источником. Процедура требует измерения относительного спектрального распределения энергии тестируемого источника и вычисления XYZ-координат метамеров, возникших при тестируемом и эталонном источниках (нормированных согласно формуле В.1 для того, чтобы оценка не зависела от абсолютного уровня освещения).

$$S_n(\lambda) = \frac{100S(\lambda)}{\sum_{400}^{700} S(\lambda)\bar{y}_{10}(\lambda)\Delta(\lambda)}$$

где:

\bar{y}_{10} — это Y10-функция дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя (CIE 1964);

λ — длина волны;

S — излучение; индекс n означает, что значение нормировано.

Если спектральное распределение энергии тестируемого источника отлично от такового у эталонного источника, то метамеры будут терять соответствие и начнут нарастать цветовые отличия в каждой паре. Величина этих отличий будет зависеть от отличий в спектрах тестируемого и эталонного осветителей. CIE-процедура также требует,

чтобы отличия были усреднены, что необходимо для вычисления двух индексов: одного для видимой части спектра, второго для ультрафиолета. Ранжирование тестируемых источников проводится по специальной категорийной шкале с диапазоном от «А» (лучший) до «Е» (худший).

К сожалению, Публикация CIE №51 не позиционирует набор метамеров для D50. Для того чтобы объединенная целевая группа ISO (Joint Task Force) могла применить данный метод к D50, необходимые метамеры были рассчитаны Мак-Ками (McCamy). Он использовал те же эталонные данные, что приведены в Публикации CIE №51, и вычислил необходимые метамеры путем экстраполяции. Были определены результирующие метамеры для дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя CIE 1964 при D50-осветителе, которые приведены в таблицах 2 и 3. Ожидается, что они должным образом будут приняты CIE в качестве дополнительных данных к Публикации CIE №51. Подробности можно найти в «Color Research and Application, Volume 21, Number 3, pp 236-237, June 1996».

Примечание: спустя некоторое время после того как окончательный вариант данного международного стандарта был утвержден, CIE подготовила и опубликовала Дополнение 1 к Публикации CIE №51, в которое включила виртуальные метамеры для CIE D50-осветителя. Комбинация Публикации CIE №51 с Дополнением 1 идентифицируется CIE как Публикация 51.2-1999. Метамеры, включенные в Дополнение 1, идентичны тем, что опубликованы в «Color Research and Application» и включены в данный международный стандарт.

В.4 Экспериментальная работа

Первоначально предпринятая экспериментальная работа была разделена на три этапа. Цель первого — оценить возможные преимущества от использования F8 в качестве эталонного осветителя. Цель второго этапа — выяснить, смогут ли метамеры, вычисленные путем экстраполяции данных Публикации CIE №51, обеспечить убедительную корреляцию с различиями, ожидаемыми на практике для фактических метамеров. Цель третьего этапа — определить, насколько эффективен выбор стандартного колориметрического наблюдателя (метод, описанный в Публикации CIE №51 использует дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя от 1964 г., тогда как в обычной практике полиграфии и фотоиндустрии используется стандартный колориметрический наблюдатель от 1931 г.).

Для выполнения проверки из фактических образцов были вычислены два дополнительных набора метамеров. Для первого набора метамеров

* Что представляет собой «бэнд-метод» ни здесь, ни далее не объясняется. Можно только догадываться, что это метод узкополосного спектрального анализа энергии излучения источника. — Прим. пер.

эталоном служили спектральные коэффициенты отражения ANSI CGATS TR 001-1995 для 928 цветов, определенных ISO 12642. (Они устойчиво воспроизводятся, если печать идет в соответствии со SWOP-спецификацией.) Метамеры SWOP-патчей, которые воспроизводились на цветопробном принтере непрерывного тона (использующего специальный алгоритм соответствия по XYZ-координатам), были вычислены для cyan-, magenta- и yellow-красок. Для создания трех наборов метамерных соответствий была использована комбинация трех эталонных источников со стандартным колориметрическим наблюдателем (D50/CIE 1964, F8/CIE 1964 и D50/CIE 1931). Метамеры были вычислены так, что цветовое отличие не превышало 0,02 (ΔE_{ab}^*).

Эталоном для второго набора метамеров служили спектральные коэффициенты отражения восьми цветовых патчей, отпечатанных офсетом согласно ISO 12647-2 (бумага 1-го типа). Метамеры этих патчей были рассчитаны по специальному алгоритму соответствия с восьмью комбинациями cyan-, magenta- и yellow-кolorантов, принадлежащих устройствам, показанным в таблице В.1.

Шесть коммерческих флуоресцентных ламп (маркированных от «А» до «F»), которые номинально являлись симуляторами D50, были измерены и оценены с использованием всех трех наборов метамеров, описанных выше (наборы, созданные Мак-Ками; набор, основанный на SWOP-печати и набор, основанный на ISO 12647-2). Таблицы В.2 и В.3 приводят результаты этих расчетов. Уход цветности ламп от D50 был рассчитан с использованием равномерной шкалы цветностей (UCS CIE 1976) и включен в первую колонку каждой таблицы. Было предложено, чтобы к началу данного пересмотра (стандарта. — Прим. пер.) допуск был определен (девиации цветности фактических источников относительно D50. — Прим. пер.) как круг с центром в точке цветности D50 и радиусом 0,005. Отметим, что лампы «С» и «F» не отвечали рекомендациям по цветности.

Таблицы В.2 — В.5 содержат CIE-видимый диапазон индекса метамеризма (Ml_{VIS}), основанный на метамерах Мак-Ками (среднее цветовое отличие для пяти метамеров). Согласно описанию в Публикации CIE №51, была выполнена конверсия Ml_{VIS} в категориальную шкалу, где «С» — диапазон значений от 0,5 до 1,0 и «D» — диапазон значений от 1,0 до 2,0. Результаты свидетельствуют, что большинство ламп подпадают под категорию «С» (в данной спецификации предложена в качестве минимума), но две из них выпадают из нее.

Также в таблицах В.2 и В.3 показаны значения средней и максимальной ΔE_{ab}^* для каждого фактического набора данных. При сравнении индекса

метамеризма Ml_{VIS} с метамерными отличиями, полученными с разных устройств визуализации, можно заметить, что значения индекса лежат между средними и максимальными цветовыми отличиями. Следовательно, «искусственные» метамерные пары, использованные для вычисления индекса, могут рассматриваться как валидные индикаторы метамерных отличий, основанных на сравнении с отличиями, встречающимися в реальных системах визуализации.

Тестирование с метамерами, основанными на 928 SWOP-образцах, было расширено для того, чтобы получить два дополнительных набора метамерных соответствий для F8/CIE 1964 и D50/CIE 1931. Метамеры были вновь рассчитаны так, что цветовое отличие (ΔE_{ab}^*) не вышло за пределы 0,02. Таблицы В.4 и В.5 демонстрируют эти данные. (Следует отметить, что хотя Ml_{VIS} и категориальные данные показаны в каждой таблице, эти значения вычислены только для D50/CIE 1964).

Среднестатистическая ΔE_{ab}^* была подобна D50 и F8, взятым в качестве эталона (с дополнительным стандартным наблюдателем CIE от 1964 г.), причем между двумя наборами результатов не было выявлено никаких изменений в девиации данных. Неожиданным оказалось то, что для стандартного колориметрического наблюдателя CIE от 1931 г. величина значений в целом была больше.*

Однако относительное распределение между лампами, выявленное по 928 SWOP-образцам, было очень сходным независимо от того, какой осветитель или наблюдатель были взяты в качестве эталонных (см. таблицы В.3, В.4 и В.5). В тройке худших оказались лампы F>A>C, в то время как ранг D, B и E-ламп изменился мало. Этот ранг не изменился и тогда, когда использовались предложенные CIE D50-метамеры. По этой причине было решено, что мы будем продолжать использовать D50 в качестве эталонного источника в данном международном стандарте, дабы сохранить соответствие существующим изделиям и использовать CIE-метод с метамерами, предложенными Мак-Ками. Было признано, что экспериментальные данные (несмотря на то, что сами по себе они достаточно обширны) — это минимум возможных вариаций, с которым можно столкнуться на практике и большее количество данных всегда будет приветствоваться. Впоследствии были получены данные по восьми метамерам, основанным на восьми цветовых патчах. Эти данные подтвердились и визуально, поэтому CIE-метод (основанный на D50-осветителе) оказался вполне подходящим для применения его в данном международном стандарте.

Исходя из требований данного международного стандарта, приемлемыми оказались лишь

* Преимущества от использования в методике оценки освещения дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя CIE 1964 с углом наблюдения 10° представляются априори очевидными. Более того, весьма желательным было бы появление кривых сложения для 40° наблюдателя, что, вполне вероятно, еще повысило бы точность измерений. — Прим. пер.

три лампы. Осветитель «С» не подошел по цветности, «А» — по индексу метамеризма, а «F» — по обоим параметрам. Однако, вероятнее всего то, что первая из этих ламп вполне могла бы быть подходящей, если бы подходящей была конструкция самого просмотрового аппарата. Сочли, что описанный отбор сводит к минимуму отличия в устройствах, как того требуют многие пользователи, и, с другой стороны, ведет нас к утверждению данной спецификации. Нас поддержало еще и то, что данные о нескольких японских лампах, не протестированных на данном этапе работы, оказались совместимы с предложенными спецификациями.

Для окончательной ратификации предложений, сделанных в данной спецификации, был *in situ** измерен 61 просмотровый аппарат. Было обнаружено, что только 11% из них полностью отвечают критериям цветности, индекса цветопередачи и индекса метамеризма. Еще 17% удовлетворили последним двум требованиям, но слегка не подошли по цветности. 13% подошли по цветности и цветопередаче, но слегка отклонились по индексу метамеризма. 7% подошли по индексу метамеризма и цветности, но слегка подвели по цветопередаче. Оставшиеся 52% подвели по крайней мере по двум параметрам, но во многих случаях отклонения по ним были относительно небольшими.

Учитывая то, что график обслуживания этих аппаратов никому не известен, мы окончательно утвердились в правоте предложенной спецификации. Однако попытка удовлетворения требований промышленности** по уменьшению допуска на девиацию показателей просмотровых устройств лишь путем создания новой спецификации, включающей все аппараты, созданные в соответствии

со стандартом 1974 г., представляется бессмысленной. Сокращение допусков по цветности по сравнению с требованиями 1974 года и добавка индекса метамеризма может лишь частично удовлетворить требования промышленности. В порядке гипотезы: вполне вероятно, что у всех действующих устройств для приведения их в соответствие сегодняшней спецификации необходимы их чистка и замена ламп. Прочие могли бы быть приведены в соответствие путем подходящей модификации самих аппаратов (отражателей, диффузоров и т.п.). Но важнее всего быть уверенным в том, что действующие лампы имеют удовлетворительные свойства. Ясно также, что вендоры оборудования могли бы в будущем модифицировать свою продукцию, дабы привести ее в соответствие новой спецификации. Вопрос только в том, велик или мал разброс параметров у измеренных образцов ламп, взятых из партии. Однако у нас нет оснований полагать, что случайный выбор нерепрезентативен.

Таким образом, те пользователи, что желают усовершенствовать работу за счет уменьшения девиации между своими устройствами и прочими, могут попытаться модифицировать имеющиеся аппараты или же купить новые. И это должно стать разумным компромиссом между пользовательскими требованиями и возможностями производства (осветителей. — *Прим. пер.*), компромиссом, которому мы уделили столько внимания. Конечно, в следующем пересмотре мы можем счесть, что производство (просмотровых устройств. — *Прим. пер.*) улучшилось настолько, что можно сузить рамки спецификации, но как будет на самом деле, покажет только время.

Таблица В.1 — Системы визуализации, использованные для оценки метамеризма источников света

Процесс	Устройство
Электрофотографический (твердый тонер)	Canon CLC 800 Xerox DocuColor 40
Электрофотографический (жидкий тонер)	Indigo E-Print 1000
Струйная печать (непрерывная)	Scitex Iris
Струйная печать (автотипная)	HP Design Jet 750
Термоперенос (краскосублимация)	Tektronix Phaser 440
Галогенсеребряный	Fuji Pictography 3000
Фотомеханический	Fuji Color-Art

* *in situ* — прямо на месте (*лат.*)

** Имеется в виду полиграфическая отрасль промышленности. — *Прим. пер.*

Таблица В.2 — Соответствия для D50 и Стандартного колориметрического наблюдателя CIE от 1931 г.
8 систем визуализации, 8 патчей

Лампы (отличия по цветности)	CIE 51 M_{VIS}^a	Категории CIE 51	Метамерные отличия образцов ^b	
			Средняя ΔE_{ab}^*	Максимальная ΔE_{ab}^*
A (0,003)	1,15	D	0,50	1,45
B (0,005)	0,88	C	0,42	0,91
C (0,008)	0,97	C	0,59	1,33
D (0,001)	0,73	C	0,55	1,34
E (0,002)	0,89	C	0,48	1,20
F (0,007)	2,42	E	1,60	3,87
F8	0,63	C	0,29	0,87

^a Значения, относящиеся к дополнительному стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1964 г.
^b Значения, относящиеся к стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1931 г.

Таблица В.3 — Соответствия для D50 и Дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя CIE от 1964 г., 928 патчей

Лампы (отличия по цветности)	CIE 51 M_{VIS}^a	Категории CIE 51	Метамерные отличия образцов ^a	
			Средняя ΔE_{ab}^*	Максимальная ΔE_{ab}^*
A (0,003)	1,15	D	0,94	1,75
B (0,005)	0,88	C	0,72	1,66
C (0,008)	0,97	C	0,74	1,69
D (0,001)	0,73	C	0,65	1,81
E (0,002)	0,89	C	0,59	1,67
F (0,007)	2,42	E	1,20	3,06
F8	0,63	C	0,34	1,67

^a Значения, относящиеся к дополнительному стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1964 г.

Таблица В.4 — Соответствия для F8 и Дополнительного стандартного колориметрического наблюдателя CIE от 1964 г., 928 патчей

Лампы (отличия по цветности)	CIE 51 M_{VIS}^a	Категории CIE 51	Метамерные отличия образцов ^a	
			Средняя ΔE_{ab}^*	Максимальная ΔE_{ab}^*
A	1,15	D	0,97	1,73
B	0,88	C	0,79	1,66
C	0,97	C	0,87	2,10
D	0,73	C	0,60	1,81
E	0,89	C	0,58	1,67
F	2,42	E	1,21	2,83
D ₅₀			0,33	1,78

^a Значения, относящиеся к дополнительному стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1964 г.

Таблица В.5 — Соответствия для D50 и Стандартного колориметрического наблюдателя CIE от 1931 г., 928 патчей

Лампы (отличия по цветности)	CIE 51 M_{VIS} ^a	Категории CIE 51	Метамерные отличия образцов ^b	
			Средняя ΔE_{ab}^*	Максимальная ΔE_{ab}^*
A	1,15	D	1,19	2,91
B	0,88	C	0,84	1,88
C	0,97	C	0,94	2,02
D	0,73	C	0,76	2,26
E	0,89	C	0,81	2,58
F	2,42	E	1,38	3,03
F8	0,63	C	0,43	1,88

^a Значения, относящиеся к дополнительному стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1964 г.

^b Значения, относящиеся к стандартному колориметрическому наблюдателю CIE от 1931 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ С (Для общей информации)

Руководство по оценке и демонстрации фотографий

С.1 Введение

Особую важность имеет субъективное впечатление, вызываемое фотографиями, которые смотрят на конкурсах или оценивают на выставках. Следовательно, фотографии, предназначенные для этих целей, должны быть оптимизированы для специфических, заранее известных условий просмотра. Условия просмотра, детально описанные в данном международном стандарте, адекватны этим задачам, но по некоторым соображениям по ряду направлений, в частности по уровню освещения, были расширены допуски, что на первый взгляд может показаться недопустимым.

Для оценки и демонстрации предпочтителен уровень освещения, специфицированный для условий P1, T1 и T2. Высокий уровень освещения выбран для того, чтобы максимально использовать диапазон плотностей и цветовой охват выходного носителя, в особенности при оценке фоторабот. Отпечатки и слайды, оптимизированные для такого уровня освещения, при типичном домашнем освещении будут казаться немного темными, но фотографии специально затемняют изображения, предназначенные для конкурсов. Идея состоит в том, что впечатление усиливается при большом динамическом диапазоне, а это куда важнее, чем безупречный вид отпечатка при типичном домашнем освещении. Поэтому для оценки крайне желателен уровень освещения подобный тому, что прописан в условиях ISO P1, T1 и T2. Для демонстрации фотографий высокие уровни освещения могут оказаться непрактичными, и здесь скорее подойдут низкие уровни.

Другое соображение касается спектрального распределения энергии осветителя. Зрительная система человека великолепно адаптируется к коррелированной цветовой температуре источников освещения, приближенной к планковскому из-

лучателю в диапазоне между 2800K и 6500K. По всему протяжению этого локуса типичные фотоматериалы демонстрируют большие перцептивные сдвиги (perceptual shifts) из-за того, что фактические источники освещения не приближены к планковскому излучателю и сильно отличаются от него по коррелированной цветовой температуре. В особенности сказанное справедливо в отношении тех источников, что испускают острые спектральные пики. Флуоресцентные источники могут иметь точно такую же цветность, что и планковский излучатель, но фотоматериал будет восприниматься под тем и другим принципиально по-разному.

Целью индексов метамеризма и цветопередачи, предлагаемых данным международным стандартом, является сведение к минимуму вероятности возникновения отличий в восприятии из-за различий в спектральном распределении энергии источников. Рекомендации ISO по условиям просмотра придерживаются того, что метамеризм должен быть минимизирован, а цветопередача должна быть достоверной. К сожалению, многие мелкие фотографические организации не имеют доступа к осветительному оборудованию, которое отвечало бы таким строгим требованиям. Возникает вопрос: если отступления от данного международного стандарта продиктованы практическими мотивами, то в каком направлении следует расширить допуски при условии минимума потерь?

Опыт фотографического сообщества показал, что наименьшее воздействие на восприятие фотоизображений оказывает снижение коррелированной цветовой температуры. Свет ламп накаливания может быть отфильтрован и даст великолепное освещение с 5000K, но понадобятся дополнительные расходы на фильтры и более мощные источники, обеспечивающие необходимый уровень освещения. Флуоресцентные источники, выпол-

ненные в соответствии с требованиями данного стандарта по индексам метамеризма и цветопередачи, также очень дороги, и вдобавок свет этих ламп имеет тенденцию к рассеиванию. Поскольку лампы накаливания дают более направленный свет, они могут использоваться для минимизации поверхностных рефлексов, тем самым обеспечивая наилучший просмотр отпечатков с высоким динамическим диапазоном.

В результате всех этих рассуждений приходим к выводу, что для оценки фотоотпечатков предпочтительны умеренно направленные лампы накаливания или фильтрованные лампы накаливания с коррелированной цветовой температурой в диапазоне от 2800K до 5000K. Использование фильтрованных ламп накаливания сводит к минимуму метамеризм и отклонения в цветопередаче, а с различиями в коррелированной цветовой температуре справляется адаптация зрительной системы человека. Лампы накаливания и фильтрованные лампы накаливания также используются для проекции слайдов. Флуоресцентные источники, которые отвечают требованиям данного международного стандарта, предпочтительны для прямого рассматривания диапозитивов, при котором желателен рассеянный свет.

С.2 Рекомендации

Таблица С-1 сводит воедино рекомендации по условиям просмотра для оценки и демонстрации фотоснимков. Эти рекомендации предполагают, что сравнение будет производиться только на сходных носителях, при постоянном освещении, и что наблюдатели будут адаптированы к этому освещению. Если используется освещение с нестандартной коррелированной цветовой температурой, последняя должна оставаться постоянной на протяжении всего периода просмотра. Если необходимо сравнивать отпечатки со слайдами, то нужно стараться избегать ненормативного освещения настолько, насколько это возможно.

Любые сравнения, которые вовлекают в процесс различные коррелированные цветовой температуры и уровни освещения, должны быть только последовательными, а наблюдателям необходимо давать достаточное время для адаптации к освещению, прежде чем им будет позволено приступить к рассматриванию фотографий.

При просмотре слайдов коррелированная цветовой температура окружающего освещения должна быть ниже или равна коррелированной цветовой температуре просмотрового освещения.

Таблица С.1 — Рекомендации по условиям просмотра для оценки и демонстрации фотоснимков

Материал	Рекомендованные условия просмотра
<i>Оценка</i>	
Фотоотпечатки	Условия ISO P1 с геометрией просмотра 0°/45°; при этом коррелированная цветовой температура может быть снижена до 2800K, если используется лампа накаливания ^a
Слайды (прямой просмотр)	Условия ISO T1 (рассеянное освещение)
Слайды (проекционный просмотр)	Условия ISO T2; при этом коррелированная цветовой температура может быть снижена до 2800K, если используется лампа накаливания ^a
<i>Демонстрация</i>	
Фотоотпечатки	Условия ISO P1 с геометрией просмотра 0°/45°; при этом коррелированная цветовой температура может быть снижена до 2800K, если используется лампа накаливания, а уровень освещенности может быть снижен до 375 lx
Слайды (прямой просмотр)	Условия ISO T1 (рассеянное освещение); при этом коррелированная цветовой температура может быть снижена до 2800K, если используется лампа накаливания ^a , а уровень яркости может быть снижен до 240 cd/m ² или до 1000-кратной яркости уровня паразитного блеска (каким бы высоким он ни был) ^b
Слайды (проекционный просмотр)	Условия ISO T2 (рассеянное освещение); при этом коррелированная цветовой температура может быть снижена до 2800K, если используется лампа накаливания ^a , а уровень яркости может быть снижен до 40 cd/m ² или до 1000-кратной яркости уровня паразитного блеска (каким бы высоким он ни был) ^c
^a К источникам с коррелированной цветовой температурой, отличной от 5000K, неприменимы параметры индексов метамеризма и цветопередачи, описанные в данном международном стандарте. ^b Яркость паразитного блеска в ситуации типичного прямого просмотра слайдов должна быть близка к 0,0016-кратной освещенности поверхности осветителя посторонним светом. ^c Яркость паразитного блеска в ситуации типичного проекционного просмотра слайдов должна быть близка к 0,3-кратной освещенности проекционного экрана посторонним светом.	