



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

T.42

(07/2003)

СЕРИЯ Т: ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ СЛУЖБ

**Метод полутонного цветного представления
для факсимильной связи**

Рекомендация МСЭ-Т T.42

Рекомендация МСЭ-Т Т.42

Метод полутонового цветного представления для факсимильной связи

Резюме

Настоящая Рекомендация определяет метод представления данных о цвете для того, чтобы сделать возможной передачу полутонового цветного изображения в службах факсимильной связи, таких как факсимильная связь группы 4 и группы 3. В качестве основного цветового пространства выбрано пространство CIELAB, главным образом для применений с "твердой копией" (печатной). В качестве основного источника света и точки белого выбраны источники света Международной комиссии по освещению (CIE) D50 и его точка белого с полным диффузным отражением ($X_0 = 96,422$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 82,521$) соответственно. Выбранным диапазоном цветовой гаммы "по умолчанию" является $L^* = [0, 100]$, $a^* = [-85, 85]$, $b^* = [-75, 125]$. Точные выражения даются в терминах смещения (offset) и диапазона (range). Выбрано также пространство YCC, основанное на sYCC, в качестве основного цветового пространства, главным образом для применений с "мягкой копией" (с отображением на экране). Источником света и точкой белого являются источник света CIE D65 и его точка белого с полным диффузным отображением ($X_0 = 95,045$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 108,892$) соответственно. Выбранной цветовой гаммой является $Y = [0, 1]$, $C_b = [-0,5, 0,5]$, $C_r = [-0,5, 0,5]$. Точные выражения даются в терминах смещения и диапазона.

Главное отличие от предыдущей версии заключается в следующем:

- Добавление ITU-YCC.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Т.42 утверждена 14 июля 2003 года 16-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Предмет рассмотрения.....	1
2 Область применения.....	1
3 Библиографические ссылки	1
4 Определения терминов	1
5 Соглашения.....	2
6 Модель представления цвета	2
6.1 Обзор.....	2
6.2 Рекомендация по представлению цвета.....	2
7 Информация о воспроизведении цвета	5
Добавление I – Метод колориметрических вычислений на основе спектральных измерений...	6
Добавление II – Вычисление действительных значений CIELAB по значениям CIE XYZ	10
Добавление III – Вычисление действительных значений ITU-YCC по значениям CIE XYZ.....	10

Рекомендация МСЭ-Т Т.42

Метод полутонового цветного представления для факсимильной связи

1 Предмет рассмотрения

1.1 Настоящая Рекомендация определяет метод представления данных о полутоновом цвете для того, чтобы сделать возможной передачу данных полутонового цветного изображения в службах факсимильной связи, таких как факсимильная связь группы 4 и группы 3.

Ею целью является определение цветового пространства, эталонной точки белого, типа источника света, диапазона цветовой гаммы и информации о воспроизведении цвета при передаче данных о цвете.

1.2 Данная Рекомендация совместно с другими документами, такими как разделы из Рекомендаций МСЭ-Т Т.4 и Т.30, либо Т.563, Т.503 и Т.521, будет определять формат данных цветного изображения, который может использоваться в службах цветной факсимильной связи и в других телематических службах.

2 Область применения

2.1 Эта Рекомендация определяет метод представления данных о цвете, который дает возможность приемнику воспроизводить данные цветного изображения так, как указал передатчик. Устанавливаются основные значения для данных цветного изображения с "твердой копией" (печатной) и для данных цветного изображения с "мягкой копией" (с отображением на экране).

2.2 Предполагается, что при реализации службы с использованием этой Рекомендации все неосновные свойства являются предметами согласования.

3 Библиографические ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в этом тексте образуют положения настоящей Рекомендации. В момент публикации были действительны указанные издания. Все Рекомендации и другие источники подвергаются пересмотру, поэтому пользователям этой Рекомендации следует рассматривать возможность применения самых последних изданий перечисленных ниже Рекомендаций и других источников. Список текущих действующих Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка в этой Рекомендации на какой-либо документ, являющийся независимым документом, не дает ему статуса Рекомендации.

- CIE Publication No. 15.2 (1986), *Colorimetry*, Second edition.
- ISO 5-1 to 5-4 (1984-2001), *Photography – Density measurements*.
- ISO 13655:1996, *Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*.
- IEC 61966-2-1 (1999) Amd.1 Ed. 1.0 (2003), *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB*.4 Определения терминов

4 Определения терминов

Определения терминов из Рекомендации МСЭ-Т Т.411 применимы к настоящей Рекомендации.

Определения терминов из Публикации CIE № 15.2 применимы к настоящей Рекомендации.

Определения терминов из стандарта МЭК 61966-2-1, Поправка 1, издание 1.0, Приложение F применимы к настоящей Рекомендации.

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

- 4.1 CIE LAB:** Это означает цветовое пространство 1976 г. CIE $L^*a^*b^*$.
- 4.2 ITU-YCC:** Это означает sYCC из МЭК 61966-2-1, Поправка 1, издание 1.0, Приложение F.

5 Соглашения

Соглашения из Публикации CIE № 15.2 применимы к настоящей Рекомендации.

Соглашения из части МЭК 61966-2-1, Поправка 1, издание 1.0, Приложение F применимы к настоящей Рекомендации.

Соглашения из ИСО 13655 применимы к настоящей Рекомендации.

6 Модель представления цвета

6.1 Обзор

Для того чтобы точно и однозначно представлять данные о полутоновом цвете, необходимо независимое от оборудования цветовое пространство. Такое пространство цветного изображения должно кодировать диапазон данных изображения с "твердой копией" и диапазон данных изображения с "мягкой копией".

Примером использования этой модели является следующее представление: Передатчик сканирует исходное цветное изображение с использованием конкретного, независимого от оборудования, цветового пространства, которое может зависеть от источника света и/или фильтров конкретной сканирующей системы. Передатчик преобразует независимые от оборудования данные о цвете в передаваемое представление цвета. Передатчик затем кодирует эти данные с помощью кодирующего алгоритма, например, из Рекомендации МСЭ-Т Т.81 (JPEG). Приемник получает закодированные данные. Данные декодируются и преобразуются в цветовое пространство, которое не зависит от оборудования.

Для описания представления цвета необходимо указать точку белого, источник света и диапазон цветовой гаммы, которые используются в представлении передаваемых данных.

Для лучшего и/или более желательного воспроизведения цветов факультативно может быть указана какая-либо дополнительная информация.

6.2 Рекомендация по представлению цвета

6.2.1 Пространство CIE LAB

6.2.1.1 Спецификация цветового пространства

В этой Рекомендации пространство CIE LAB является основным значением, главным образом, для цветного изображения с "твердой копией" (печатной).

Преобразование данных спектральных измерений в CIE XYZ определено в ИСО 13655. (См. Добавление I.)

Преобразование цветового пространства CIE XYZ в действительные значения CIE LAB будет таким, какое определено в Публикации CIE № 15.2. (См. Добавление II.)

Точка белого и данные источника света, а также диапазон цветовой гаммы определяются в 6.2.1.2 и 6.2.1.3.

6.2.1.2 Точка белого и данные источника света

Источник света CIE D50 и его точка белого с полным диффузным отражением ($X_0 = 96,422$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 82,521$) являются основными значениями. Другие источники света и/или точки белого являются факультативными и должны согласовываться перед использованием. Факультативные значения остаются для дальнейшего изучения.

6.2.1.3 Диапазон цветовой гаммы

Основной диапазон цветовой гаммы выбран так, чтобы охватить объединение доступных цветовых гамм оборудования с "твердой копией", наблюдаемых при освещении D50. Этот диапазон определяется следующим образом (точное определение дается ниже):

$$L^* = [0, 100]$$

$$a^* = [-85, 85]$$

$$b^* = [-75, 125]$$

Диапазон цветовой гаммы выражается в виде OFFSET (СМЕЩЕНИЕ) в пространстве вязи и в виде RANGE (ДИАПАЗОН), за исключением минимального и максимального значений, которые явно указаны вышеприведенными определениями.

Вычисления от действительных значений $L^* a^* b^*$ к целым числам битов $n_L n_a n_b$, которые выражаются через $N_L N_a N_b$, производится следующим образом:

$$N_L = [(2^{n_L} - 1) / RANGE_L] \times L^* + OFFSET_L$$

$$N_a = [(2^{n_a} - 1) / RANGE_a] \times a^* + OFFSET_a$$

$$N_b = [(2^{n_b} - 1) / RANGE_b] \times b^* + OFFSET_b$$

Пары RANGE, OFFSET для основного диапазон L^* , a^* и b^* в случае, когда $N_L N_a N_b$ равны целым числам битов $n_L n_a n_b$, будут такими:

Переменная	Range	Offset
L^*	100,00	0
a^*	170,00	$2^{n_a - 1}$
b^*	200,00	$2^{n_b - 2} + 2^{n_b - 3}$

В случае восьмибитовых значений вычисления для основного диапазона будут следующими:

$$N_L = \text{округленно} [(255, / 100,) \times L^*]$$

$$N_a = \text{округленно} [(255, / 170,) \times a^* + 128,]$$

$$N_b = \text{округленно} [(255, / 200,) \times b^* + 96,]$$

В случае 12-битовых значений вычисления для основного диапазона будут следующими:

$$N_L = \text{округленно} [(4095, / 100,) \times L^*]$$

$$N_a = \text{округленно} [(4095, / 170,) \times a^* + 2048,]$$

$$N_b = \text{округленно} [(4095, / 200,) \times b^* + 1536,]$$

Другие значения диапазона цветовой гаммы являются факультативными и подлежат согласованию перед использованием.

Например, следующий факультативный диапазон:

$$L^* = [0, 100]$$

$$a^* = [-128, 127]$$

$$b^* = [-128, 127]$$

мог бы выражаться с использованием range и offset в случае восьмибитовых значений следующим образом:

$$N_L = \text{округленно} [(255, / 100,) \times L^*]$$

$$N_a = \text{округленно} [(255, / 255,) \times a^* + 128,]$$

$$N_b = \text{округленно} [(255, / 255,) \times b^* + 128,]$$

Заметим, что значения L^* более 100 не запрещаются, но обычно не воспроизводимы, так как они соответствуют цветам, которые могут создаваться флюоресценцией или зеркальным отражением в случае "твердой копии". В случае "мягкой копии" три стимулирующих значения X , Y , Z данных изображения должны получать градации при условии, что максимальное Y не должно превышать 100. При назначении градаций для монитора или изображения обычно может быть использован этот максимум. Значения L^* меньше 0 не имеют физического смысла.

Кроме того, значения a^* вне диапазона $[-500, 500]$ и значения b^* вне диапазона $[-200, 200]$ не воспроизводимы из трех стимулирующих значений X , Y , Z и не имеют смысла.

6.2.2 Пространство ITU-YCC

6.2.2.1 Спецификация цветового пространства

В данной Рекомендации пространство ITU-YCC является основным значением, главным образом, для данных цветного изображения с "мягкой копией" (с отображением на экране).

Преобразование из данных спектрального измерения в CIE XYZ определено в ИСО 13655. (См. Добавление I.)

Преобразование из цветового пространства CIE XYZ в действительные значения ITU-YCC будет таким, какое определено в МЭК 61966-2-1, Поправка 1, издание 1.0, Приложение F. (См. Добавление III.)

Точка белого и данные источника света, а также диапазон цветовой гаммы определяются в 6.2.2.2 и 6.2.2.3.

6.2.2.2 Точка белого и данные источника света

Источник света CIE D65 и его точка белого с полным диффузным отражением ($X_0 = 95,045$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 108,892$) являются основными значениями. Другие источники света и/или точки белого не разрешаются для ITU-YCC.

6.2.2.3 Диапазон цветовой гаммы

Основной диапазон цветовой гаммы определяется следующим образом (точное определение дается ниже):

$$Y = [0, 1]$$

$$Cb = [-0,5, 0,5]$$

$$Cr = [-0,5, 0,5]$$

Диапазон цветовой гаммы выражается в виде OFFSET в пространстве связи и в виде RANGE, за исключением минимального и максимального значений, которые явно указаны вышеприведенными определениями.

Вычисления от действительных значений $YCbCr$ к целым числам битов $n_Y n_{Cb} n_{Cr}$, которые выражаются через $N_Y N_{Cb} N_{Cr}$, производится следующим образом:

$$N_Y = [(2^{n_Y} - 1) / RANGE_Y] \times Y + OFFSET_Y$$

$$N_{Cb} = [(2^{n_{Cb}} - 1) / RANGE_{Cb}] \times Cb + OFFSET_{Cb}$$

$$N_{Cr} = [(2^{n_{Cr}} - 1) / RANGE_{Cr}] \times Cr + OFFSET_{Cr}$$

Пары RANGE, OFFSET для основного диапазона Y , Cb и Cr в случае, когда $N_Y N_{Cb} N_{Cr}$ равны целым числам битов $n_Y n_{Cb} n_{Cr}$, будут такими:

Переменная	Range	Offset
Y	1,00	0
Cb	1,00	$2^{n_{Cb} - 1}$
Cr	1,00	$2^{n_{Cr} - 1}$

В случае восьмибитовых значений вычисления для основного диапазона будут следующими:

$$N_Y = \text{округленно} [(255,1,) \times Y]$$

$$N_{Cb} = \text{округленно} [(255,1,) \times Cb + 128,]$$

$$N_{Cr} = \text{округленно} [(255,1,) \times Cr + 128,]$$

Другие значения диапазона цветовой гаммы являются факультативными и подлежат согласованию перед использованием.

Например, следующий факультативный диапазон:

$$Y = [0, 1,0]$$

$$Cb = [-1,0, 1,0]$$

$$Cr = [-1,0, 1,0]$$

мог бы выражаться с использованием range и offset в случае 10-битовых значений следующим образом:

$$N_Y = \text{округленно} [(1023,1,) \times Y]$$

$$N_{Cb} = \text{округленно} [(1023,2,) \times Cb + 512,]$$

$$N_{Cr} = \text{округленно} [(1023,2,) \times Cr + 512,]$$

7 Информация о воспроизведении цвета

Информация о воспроизведении цвета может обеспечиваться факультативно, в дополнение к абсолютным значениям (значениям CIELAB или значениям ITU-YCC) для данных цветного изображения. Эта информация может использоваться для лучшего и/или более желательного воспроизведения цвета. Эта информация описана в таблице 1. Информация о воспроизведении цвета является не основным свойством.

Таблица 1/Т.42 – Перечень информации о воспроизведении цвета

№	От приемника к передатчику	От передатчика к приемнику	Типы данных
1	Метод Белый (Бумага белая для "твердой копии", дисплей белый для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Белый	CIELAB или ITU-YCC
2	Метод Черный (Бирюзовый + пурпурный + желтый или + черный красители для "твердой копии", дисплей черный для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Черный	CIELAB или ITU-YCC
3	Метод Бирюзовый (Бирюзовый краситель для "твердой копии", зеленый + синий люминофоры для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Бирюзовый	CIELAB или ITU-YCC
4	Метод Пурпурный (Пурпурный краситель для "твердой копии", синий + красный люминофоры для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Пурпурный	CIELAB или ITU-YCC
5	Метод Желтый (Желтый краситель для "твердой копии", красный + зеленый люминофоры для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Желтый	CIELAB или ITU-YCC
6	Метод Красный (Пурпурный + желтый красители для "твердой копии", красный люминофор для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Красный	CIELAB или ITU-YCC

Таблица 1/Т.42 – Перечень информации о воспроизведении цвета

№	От приемника к передатчику	От передатчика к приемнику	Типы данных
7	Метод Зеленый (Желтый + бирюзовый красители для "твердой копии", зеленый люминофор для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Зеленый	CIELAB или ITU-YCC
8	Метод Синий (Бирюзовый + пурпурный красители для "твердой копии", синий люминофор для "мягкой копии")	Оригинал (примечание) Синий	CIELAB или ITU-YCC
ПРИМЕЧАНИЕ. – Считается, что оригинал не ограничивается только цветовой гаммой вводного устройства, но иногда соответствует цветовой гамме данных исходного изображения.			

Добавление I

Метод колориметрических вычислений на основе спектральных измерений

Ниже приводится краткий конспект материала, представленного в ИСО 13655, *Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*.

Данные должны измеряться от, по крайней мере, 400 нм до, по крайней мере, 700 нм включительно, с интервалами не более чем 20 нм. Эталон для спектральных данных должен базироваться на вычисленных данных с интервалами 10 нм, у которых спектральная функция является треугольником с шириной полосы 10 нм на уровне половины по мощности. Измерения будут делаться с шаблоном, смонтированным в задний слой, как определено в ИСО 5, часть 4, подраздел 4.7 Геометрия измерения отражающей способности будет 45/0 или 0/45, как определено в ИСО 5, часть 4. Разрешающая способность измерения должна равняться приблизительно 0,01% от полностью диффузного отражателя.

Стимулирующие значения эталонного белого при освещенности D50 будут определяться как $X_0 = 96,422$; $Y_0 = 100,000$ и $Z_0 = 82.521$. Спектральные веса при источнике света D50 и наблюдателе 2° приведены в таблице I.1.

Стимулирующие значения эталонного белого при освещении D65 будут определяться как $X_0 = 95,045$; $Y_0 = 100,000$ и $Z_0 = 108.892$. Спектральные веса при источнике D65 и наблюдателе 2° приведены в таблице I.2.

Эти веса, W_x , W_y и W_z , будут использоваться для определения трех стимулирующих значений следующим образом:

$$X = \sum_{\lambda} (R(\lambda)W_x(\lambda)),$$

где суммирование производится по диапазону λ от 360 до 780 нм. Здесь R – значение отражающей способности в виде функции от длины волны (λ).

**Таблица I.1/Т.42 – Спектральные веса (W) при источнике света D50
и наблюдателе 2° для вычисления трех стимулирующих значений
на интервалах 10 нм**

Длина волны (нм)	W(X)	W(Y)	W(Z)
360	0,000	0,000	0,001
370	0,001	0,000	0,005
380	0,003	0,000	0,013
390	0,012	0,000	0,057
400	0,060	0,002	0,285
410	0,234	0,006	1,113
420	0,775	0,023	3,723
430	1,610	0,066	7,862
440	2,453	0,162	12,309
450	2,777	0,313	14,647
460	2,500	0,514	14,346
470	1,717	0,798	11,299
480	0,861	1,239	7,309
490	0,283	1,839	4,128
500	0,040	2,948	2,466
510	0,088	4,632	1,447
520	0,593	6,587	0,736
530	1,590	8,308	0,401
540	2,799	9,197	0,196
550	4,207	9,650	0,085
560	5,657	9,471	0,037
570	7,132	8,902	0,020
580	8,540	8,112	0,015
590	9,255	6,829	0,010
600	9,835	5,838	0,007
610	9,469	4,753	0,004
620	8,009	3,573	0,002
630	5,926	2,443	0,001
640	4,171	1,629	0,000
650	2,609	0,984	0,000
660	1,541	0,570	0,000
670	0,855	0,313	0,000
680	0,434	0,158	0,000
690	0,194	0,070	0,000
700	0,097	0,035	0,000
710	0,050	0,018	0,000
720	0,022	0,008	0,000

**Таблица I.1/Т.42 – Спектральные веса (W) при источнике света D50
и наблюдателе 2° для вычисления трех стимулирующих значений
на интервалах 10 нм**

Длина волны (нм)	W(X)	W(Y)	W(Z)
730	0,012	0,004	0,000
740	0,006	0,002	0,000
750	0,002	0,001	0,000
760	0,001	0,000	0,000
770	0,001	0,000	0,000
780	0,000	0,000	0,000
Всего	X = 96,421	Y = 99,997	Z = 82,524

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эта таблица взята из ASTM E308 – 1985. Суммы рассматриваются как проверочные суммы спектральных весов, а не как нормативы для трех стимулирующих значений точки белого.

**Таблица I.2/Т.42 – Спектральные веса (W) при источнике света D65
и наблюдателе 2° для вычисления трех стимулирующих значений
на интервалах 10 нм**

Длина волны (нм)	W(X)	W(Y)	W(Z)
360	0,000	0,000	0,000
370	0,000	0,000	0,001
380	0,001	0,000	0,003
390	0,002	0,000	0,010
400	0,011	0,000	0,053
410	0,038	0,001	0,180
420	0,119	0,004	0,571
430	0,233	0,010	1,136
440	0,346	0,023	1,733
450	0,372	0,042	1,962
460	0,324	0,067	1,861
470	0,212	0,099	1,399
480	0,105	0,152	0,892
490	0,033	0,214	0,479
500	0,005	0,334	0,281
510	0,009	0,513	0,161
520	0,063	0,704	0,078
530	0,169	0,878	0,043
540	0,287	0,943	0,020
550	0,427	0,980	0,009
560	0,563	0,942	0,004
570	0,695	0,868	0,002
580	0,831	0,789	0,001

**Таблица I.2/T.42 – Спектральные веса (W) при источнике света D65
и наблюдателе 2° для вычисления трех стимулирующих значений
на интервалах 10 нм**

Длина волны (нм)	W(X)	W(Y)	W(Z)
590	0,861	0,635	0,001
600	0,905	0,537	0,001
610	0,850	0,426	0,000
620	0,709	0,316	0,000
630	0,506	0,209	0,000
640	0,355	0,139	0,000
650	0,215	0,081	0,000
660	0,125	0,046	0,000
670	0,068	0,025	0,000
680	0,035	0,013	0,000
690	0,015	0,005	0,000
700	0,008	0,003	0,000
710	0,004	0,001	0,000
720	0,002	0,001	0,000
730	0,001	0,000	0,000
740	0,000	0,000	0,000
750	0,000	0,000	0,000
760	0,000	0,000	0,000
770	0,000	0,000	0,000
780	0,000	0,000	0,000
Всего	95,020	100,000	108,822

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эта таблица взята из ASTM E308 – 1985. Суммы рассматриваются как проверочные суммы спектральных весов, а не как нормативы для трех стимулирующих значений точки белого.

Добавление II

Вычисление действительных значений CIELAB по значениям CIE XYZ

Действительные значения CIELAB вычисляются по трем стимулирующим значениям X, Y, Z, где X, Y и Z представляют три стимулирующих значения, измеренные с помощью процедуры из Добавления I. X_n, Y_n и Z_n являются тремя стимулирующими значениями для эталонного белого.

Используя эти значения, вычисляем:

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad \text{при } Y/Y_n > 0,008856$$

$$L^* = 903,3 Y/Y_n \quad \text{при } Y/Y_n \leq 0,008856$$

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

Кроме того, если любое отношение X/X_n, Y/Y_n или Z/Z_n будет равно или меньше 0,008856, то оно заменяется в указанной формуле на 7,7867F + 16/116, где F – это X/X_n, Y/Y_n или Z/Z_n в случае, который может быть.

Добавление III

Вычисление действительных значений ITU-YCC по значениям CIE XYZ

Действительные значения ITU-YCC вычисляются по трем стимулирующим значениям X, Y, Z, где X, Y и Z представляют три стимулирующих значения, измеренные с помощью процедуры из Добавления I.

Значения XYZ из CIE 1931 могут быть преобразованы в нелинейные значения sRGB следующим образом:

$$\begin{bmatrix} R_{sRGB} \\ G_{sRGB} \\ B_{sRGB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,2406 & -1,5372 & -0,4986 \\ -0,9689 & 1,8758 & 0,0415 \\ 0,0557 & -0,2040 & 1,0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (\text{III-1})$$

Для случая кодирования N битов/канал рекомендуется заменять коэффициенты матрицы в выражении III-1 инвертированными коэффициентами из матрицы выражения III-2 с достаточной точностью десятичных цифр.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,4124 & 0,3576 & 0,1805 \\ 0,2126 & 0,7152 & 0,0722 \\ 0,0193 & 0,1192 & 0,9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{sRGB} \\ G_{sRGB} \\ B_{sRGB} \end{bmatrix} \quad (\text{III-2})$$

Например, следующая матрица с 6-ю десятичными цифрами имеет достаточную точность в случае 16 битов/канал.

$$\begin{bmatrix} R_{sRGB} \\ G_{sRGB} \\ B_{sRGB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,2406255 & -1,5372080 & -0,4986286 \\ -0,9689307 & 1,8757561 & 0,0415175 \\ 0,0557101 & -0,2040211 & 1,0569559 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (\text{III-3})$$

В процессе кодирования YCC отрицательные три стимулирующих значения sRGB и три стимулирующих значения sRGB, превышающие 1,0, сохраняются.

Если $R_{sRGB}, G_{sRGB}, B_{sRGB} \leq 0,003\ 130\ 8$

$$\begin{aligned} R'_{sRGB} &= -1,055 \times (-R_{sRGB})^{(1,0/2,4)} + 0,055 \\ G'_{sRGB} &= -1,055 \times (-G_{sRGB})^{(1,0/2,4)} + 0,055 \\ B'_{sRGB} &= -1,055 \times (-B_{sRGB})^{(1,0/2,4)} + 0,055 \end{aligned} \quad (\text{III-4})$$

Если $-0,003\ 130\ 8 \leq R_{sRGB}, G_{sRGB}, B_{sRGB} \leq 0,003\ 1308$,

$$\begin{aligned} R'_{sRGB} &= 12,92 \times R_{sRGB} \\ G'_{sRGB} &= 12,92 \times G_{sRGB} \\ B'_{sRGB} &= 12,92 \times B_{sRGB} \end{aligned} \quad (\text{III-5})$$

Если $R_{sRGB}, G_{sRGB}, B_{sRGB} > 0,003\ 130\ 8$,

$$\begin{aligned} R'_{sRGB} &= 1,055 \times (-R_{sRGB})^{(1,0/2,4)} - 0,055 \\ G'_{sRGB} &= 1,055 \times (-G_{sRGB})^{(1,0/2,4)} - 0,055 \\ B'_{sRGB} &= 1,055 \times (-B_{sRGB})^{(1,0/2,4)} - 0,055 \end{aligned} \quad (\text{III-6})$$

Взаимоотношение между нелинейным sR'G'B' и YCC определяется следующим образом:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299\ 0 & 0,587\ 0 & 0,114\ 0 \\ -0,168\ 7 & -0,331\ 3 & 0,500\ 0 \\ 0,500\ 0 & -0,418\ 7 & -0,081\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R'_{sRGB} \\ G'_{sRGB} \\ B'_{sRGB} \end{bmatrix} \quad (\text{III-7})$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Коэффициенты в выражении III-7 взяты из Рек. МСЭ-R ВТ.601-5. Эта Рек. МСЭ-R ВТ.601-5 определяет Y для YCC с точностью три десятичных разряда.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи

25837