



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
998—
2025

ИСТОЧНИКИ СВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ

Метод определения индексов цветопередачи TLCI и TLMF

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью Торгово-Производственная Компания «Вартон» (ООО ТПК «Вартон») при участии рабочей группы в составе Н.А. Бадулиной, Е.А. Козлова, А.Д. Комолова, С.Г. Никифорова, А.И. Чуканова

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 332 «Светотехнические изделия, освещение искусственное»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 апреля 2025 г. № 6-пнст

4 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии не несет ответственности за патентную чистоту настоящего стандарта. Патентообладатель может заявить о своих правах и направить в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии аргументированное предложение о внесении в настоящий стандарт поправки для указания информации о наличии в стандарте объектов патентного права и патентообладателя

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 121354 Москва, ул. Дорогобужская, д. 14, стр. 6, ООО ТПК «Вартон» и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Обозначения и сокращения	2
5 Метод расчета индексов цветопередачи	3
5.1 Общее описание метода расчета	3
5.2 Требования к проведению измерений	4
5.3 Определение спектрального распределения эталонного источника света	4
5.4 Определение спектрального распределения света, отраженного от цветowych образцов	5
5.5 Моделирование виртуальной камеры	5
5.6 Вывод на виртуальный дисплей	6
5.7 Расчет цветowych различий	6
5.8 Расчет значений индексов цветопередачи	8
6 Интерпретация значений индексов цветопередачи	9
Приложение А (обязательное) Табличные данные	10
Приложение Б (справочное) Пример расчета индекса цветопередачи Q_a	20
Библиография	24

Введение

Настоящий стандарт устанавливает метод определения индексов цветопередачи TLCI и TLMF, используемых при оценке колориметрических свойств источников света и осветительных приборов при их применении в сфере телевидения и телевидения.

Устанавливаемый в настоящем стандарте метод учитывает основные нормативные положения технического документа (см. [1]).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСТОЧНИКИ СВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ

Метод определения индексов цветопередачи TLCI и TLMF

Electric light sources, lighting devices.
TLCI and TLMF color rendering index determination method

Срок действия — с 2025—07—01
до 2028—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на электрические источники света и осветительные приборы (далее — источники света) и устанавливает метод определения индексов цветопередачи TLCI и TLMF.

Настоящий стандарт применяют при оценке пригодности источников света для достижения целей освещения при осуществлении трансляции на телевидении (телевещании) с учетом особенностей передачи цвета при съемке камерой и воспроизведении телевизионным дисплеем.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 23198 Источники света электрические. Методы измерений спектральных и цветовых характеристик

ГОСТ Р МЭК 60050-845 Освещение. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р МЭК 60050-845, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 индекс цветопередачи TLCI Q_a : Мера соответствия цвета объекта при освещении оцениваемым источником света и при передаче изображения его цвета посредством стандартного технического процесса телевидения и при освещении эталонным источником света и при передаче изображения посредством того же технического процесса.

Примечание — За эталонный источник в зависимости от коррелированной цветовой температуры (КЦТ) оцениваемого источника принимают или дневной свет, или свет планковского источника, или их комбинацию. При этом КЦТ эталонного источника совпадает с КЦТ оцениваемого источника.

3.2 индекс цветопередачи TLMF Q_a : Мера соответствия цвета объекта при освещении оцениваемым источником света и при передаче изображения его цвета посредством стандартного технического процесса телевидения и при освещении другим источником света и при передаче изображения посредством того же технического процесса.

Примечание — Обозначение Q_a индексов цветопередачи TLMF и TLCI совпадает, так как оба индекса являются одной и той же мерой соответствия источников для достижения целей при трансляциях телевидения, но в случае расчета TLCI оцениваемый источник сравнивают с эталонным, а при расчете TLMF — с другим реальным источником, соответствию которому анализируют. С чем именно проводят сравнение, понятно из контекста задачи, и подтверждается тем, какая аббревиатура использована в описании индекса — TLMF или TLCI.

3.3 спектральное распределение (спектр) P_λ : Определяющая характер распределения энергии по длинам волн зависимость энергетической характеристики излучения источника от длины волны.

Примечание — Спектральное распределение является обобщенным понятием и с точностью до размерности и коэффициента нормирования соответствует спектральным распределениям следующих энергетических характеристик (энергетических величин) по ГОСТ 23198:

- спектральной плотности энергетической яркости;
- спектральной плотности энергетической освещенности;
- спектральной плотности силы излучения;
- спектральной плотности потока излучения.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения и сокращения:

КЦТ — коррелированная цветовая температура, К;

T — требуемая цветовая температура;

TLCI — индекс цветопередачи источников света, используемых при трансляциях телевидения (при определении соответствия оцениваемого источника света эталонному);

TLMF — индекс цветопередачи источников света, используемых при трансляциях телевидения (при определении соответствия оцениваемого источника света другому);

λ — длина волны, нм;

t, r — подстрочные индексы для обозначения оцениваемого (T — test) и эталонного (R — reference) источников;

P_λ — спектральное распределение;

$P_{\lambda, t}$ — спектральное распределение оцениваемого источника;

$P_{\lambda, r}$ — спектральное распределение эталонного источника;

$P_{\lambda, D5000}$ — спектральное распределение дневного света при КЦТ, равном 5000 К;

$P_{\lambda, B3400}$ — спектральное распределение планковского источника при КЦТ, равном 3400 К;

S_0, S_1 и S_2 — главные компоненты спектра дневного света;

S_λ — коэффициент отражения образца на длине волны λ ;

x_D, y_D — координаты цветности;

$\bar{r}_\lambda, \bar{g}_\lambda$ и $\bar{b}_\lambda$ — чувствительности датчиков эталонной камеры;

R_C, G_C, B_C — линейные сигналы датчиков камеры;

R_M, G_M, B_M — сигналы датчиков камеры после преобразования матрицей M ;

R'_C, G'_C, B'_C — сигналы датчиков камеры после гамма-коррекции;

R'_D, G'_D, B'_D — сигналы, генерируемые датчиками камеры;

X, Y, Z — координаты цвета в пространстве CIEXYZ;

L^*, a^*, b^* — координаты цвета в пространстве CIELAB;

L, C, H — координаты цвета в пространстве CIEDE2000;

ΔE^* — цветовое различие по формуле CIEDE2000;

Q_a — индекс цветопередачи.

5 Метод расчета индексов цветопередачи

5.1 Общее описание метода расчета

5.1.1 Определение индексов цветопередачи TLCI и TLMF выполняют аналитическим методом. Общая последовательность действий при определении индексов цветопередачи приведена на рисунке 1.

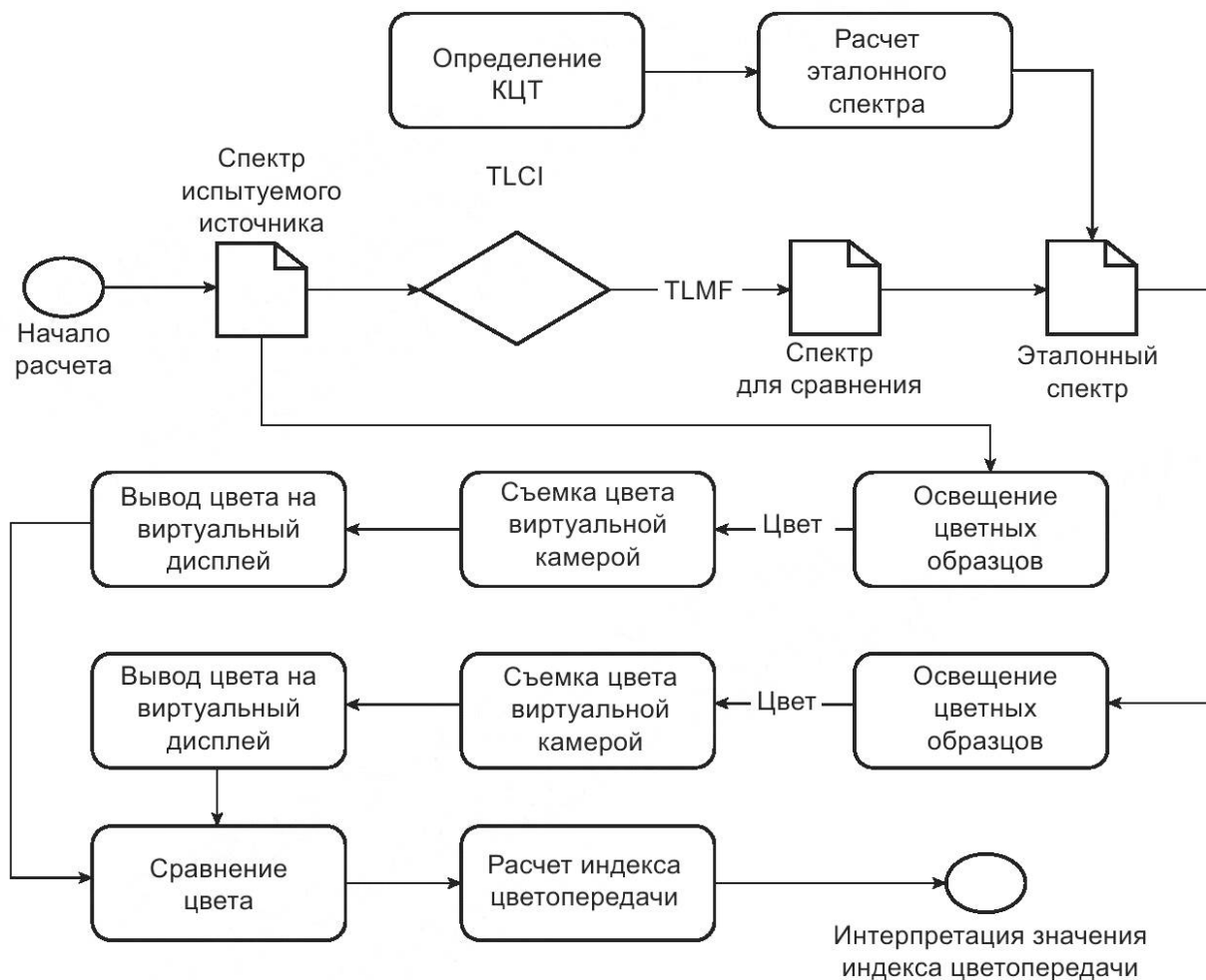


Рисунок 1 — Общая последовательность действий при расчете индексов цветопередачи TLCI и TLMF

5.1.2 Для оцениваемого источника определяют спектральное распределение и рассчитывают КЦТ. Расчет КЦТ проводят по ГОСТ 23198.

5.1.3 По результатам расчета КЦТ определяют спектральное распределение эталонного источника. Для расчета индекса цветопередачи TLCI спектральное распределение эталонного источника определяют с помощью стандартизованных процедур, используя координаты цветности на кривой черного тела и КЦТ, равную КЦТ оцениваемого источника.

Для расчета индекса цветопередачи TLMF в качестве эталонного используют спектр источника, соответствию которому анализируют.

5.1.4 Затем моделируют освещение набора эталонных образцов цвета эталонным и оцениваемым источниками и рассчитывают спектры отраженного света.

5.1.5 Для дальнейших расчетов используют виртуальную камеру, определяемую стандартизованными значениями кривых чувствительности датчиков. Спектры отраженного от образцов света преобразуют в сигналы отклика виртуальной камеры R_C , G_C и B_C .

5.1.6 Полученные значения сигналов отправляют на виртуальный дисплей и рассчитывают выводимые им координаты цвета X , Y , Z , с учетом влияния нелинейности, цветности набора первичных цветов и точки баланса белого цвета.

5.1.7 Координаты цвета на виртуальном дисплее анализируют для измерения цветовых различий каждого цветового образца при изменении освещения с эталонного источника на оцениваемый источник, после чего для всего набора образцов формируют единое значение индекса Q_a .

5.1.8 Кодирование передачи не учитывают.

5.1.9 Все промежуточные математические вычисления проводят с точностью до 15 знаков после запятой.

5.2 Требования к проведению измерений

5.2.1 Измерение спектрального распределения проводят по ГОСТ 23198 в спектральном диапазоне от 380 до 760 нм с шагом по длине волны не более 5 нм, включающем значения 380, от 385 до 760 нм. При измерении с шагом, при котором невозможно измерение спектральной плотности энергетической величины при всех необходимых длинах волн, в недостающих точках допускается линейная интерполяция значений.

5.2.2 Рекомендуемые способы измерения спектрального распределения:

- в направлении фотометрической оси;
- в направлении наибольшего значения силы света;
- в направлении, указанном в технической документации производителя;
- с использованием гониоспектрорадиометра (определение пространственно-усредненных значений);
- с применением фотометрического шара (определение пространственно-усредненных значений для источников света, не являющихся узконаправленными).

5.2.3 В результатах определения индексов цветопередачи приводят условия измерения спектрального распределения.

5.3 Определение спектрального распределения эталонного источника света

5.3.1 При расчете индекса цветопередачи TLCI источника света с КЦТ ниже 3400 К за эталонный источник принимают планковский источник и его спектральное распределение P_λ рассчитывают исходя из упрощенной версии закона Планка по формуле

$$P_\lambda = 100 \left(\frac{560}{\lambda} \right)^5 \frac{\exp \left(\frac{1,435 \cdot 10^7}{560T} \right) - 1}{\exp \left(\frac{1,435 \cdot 10^7}{\lambda T} \right) - 1}, \quad (1)$$

где λ — длина волны, нм;

T — требуемая цветовая температура, К.

5.3.2 Нормирование спектрального распределения проводят так, чтобы его значение при длине волны 560 нм равнялось 100.

5.3.3 Если КЦТ оцениваемого источника выше 5000 К, за эталонный источник принимают дневной свет. Для расчета спектрального распределения дневного света сначала определяют координаты цветности эталонного источника CIE 1931 для КЦТ T следующим образом:

для $T < 7000$ К

$$x_D = -4,6070 \left(\frac{10^3}{T} \right)^3 + 2,9678 \left(\frac{10^3}{T} \right)^2 + 0,09911 \left(\frac{10^3}{T} \right) + 0,244063; \quad (2)$$

для $T \geq 7000$ К

$$x_D = -2,0064 \left(\frac{10^3}{T} \right)^3 + 1,9018 \left(\frac{10^3}{T} \right)^2 + 0,24748 \left(\frac{10^3}{T} \right) + 0,237040. \quad (3)$$

При этом для всех значений T значение y_D определяют следующим образом:

$$y_D = -3,000x_D^2 + 2,870x_D - 0,275. \quad (4)$$

5.3.4 Спектральное распределение дневного света определяют по формуле

$$P_{\lambda,D} = S_{0\lambda} + M_1 S_{1\lambda} + M_2 S_{2\lambda}, \quad (5)$$

где S_0 , S_1 и S_2 — главные компоненты спектра дневного света, приведенные в таблице А.1;
 M_1 и M_2 — коэффициенты, рассчитываемые по следующим формулам:

$$M_1 = \frac{-1,77861x_D + 5,90757y_D - 1,34674}{0,25539x_D - 0,73217y_D + 0,02387}, \quad (6)$$

$$M_2 = \frac{-31,44464x_D + 30,06400y_D + 0,03638}{0,25539x_D - 0,73217y_D + 0,02387}. \quad (7)$$

Полученное спектральное распределение нормализуют таким образом, чтобы его значение при длине волны 560 нм было равно 100.

5.3.5 Если КЦТ оцениваемого источника находится в диапазоне от 3400 К до 5000 К включительно, то за эталонный источник принимают линейную интерполяцию спектральных распределений планковского источника при температуре 3400 К и дневного света при температуре 5000 К, рассчитываемую по следующей формуле:

$$P_{\lambda,r} = \frac{P_{\lambda,D5000}(T - 3400) + P_{\lambda,B3400}(5000 - T)}{5000 - 3400}, \quad (8)$$

где $P_{\lambda,B3400}$ и $P_{\lambda,D5000}$ — спектральные распределения планковского и дневного источников света при температурах 3400 К и 5000 К соответственно.

5.3.6 При расчете индекса цветопередачи TLMF спектром эталонного источника является тот спектр источника, с которым сравнивают оцениваемый источник света.

5.4 Определение спектрального распределения света, отраженного от цветowych образцов

5.4.1 Для целей настоящего стандарта в качестве цветowych образцов используют палитру из 18 цветных и шести серых образцов цвета. Зависимости коэффициента отражения от длины волны цветowych образцов приведены в таблицах А.2—А.4.

5.4.2 Для расчета спектрального распределения L_λ света, отраженного от цветowego образца и попадающего на камеру, данные спектральных распределений $P_{r,\lambda}$ и $P_{t,\lambda}$ при длинах волн в диапазоне от 380 до 760 нм с шагом 5 нм подвергают свертке с данными зависимости коэффициента отражения от длины волны S_λ , приведенными в таблицах А.2—А.4.

5.5 Моделирование виртуальной камеры

5.5.1 Светочувствительные датчики камеры для каждого из образцов палитры, освещаемых эталонным и оцениваемым источниками, генерируют сигналы, которые рассчитывают по следующим формулам:

$$R_C = \sum_{\lambda=380}^{760} P_\lambda S_\lambda \bar{r}_\lambda k_R, \quad (9)$$

$$C_C = \sum_{\lambda=380}^{760} P_\lambda S_\lambda \bar{g}_\lambda k_G, \quad (10)$$

$$B_C = \sum_{\lambda=380}^{760} P_\lambda S_\lambda \bar{b}_\lambda k_B, \quad (11)$$

где $\bar{r}_\lambda$, $\bar{g}_\lambda$ и $\bar{b}_\lambda$ — чувствительности датчиков, приведенные в таблице А.5;

k_R , k_G , k_B — нормировочные коэффициенты, подобранные таким образом, чтобы для белого образца 19 по таблице А.4 выполнялось условие $R_C = G_C = B_C = 1$.

Сложение в формулах (9) — (11) проводят с шагом 5 нм.

5.5.2 Системой линейных уравнений моделируют производимую камерой интерполяцию цвета:

$$R_M = 1,182R_C - 0,209G_C + 0,027B_C, \quad (12)$$

$$G_M = 0,107R_C + 0,890G_C + 0,003B_C, \quad (13)$$

$$B_M = 0,040R_C - 0,134G_C + 1,094B_C. \quad (14)$$

5.5.3 Далее системой линейных уравнений моделируют уменьшение насыщенности цвета до 90 %:

$$R_B = 0,93R_M + 0,03G_M + 0,03B_M, \quad (15)$$

$$G_B = 0,03R_M + 0,93G_M + 0,03B_M, \quad (16)$$

$$B_B = 0,03R_M + 0,03G_M + 0,93B_M. \quad (17)$$

5.5.4 Характерную для стандартной камеры гамма-коррекцию учитывают следующим преобразованием:

$$R'_C = \begin{cases} 4,5R_B & R_B < 0,018; \\ 1,099R_B^{0,45} - 0,099 & R_B \geq 0,018; \end{cases} \quad (18)$$

$$G'_C = \begin{cases} 4,5G_B & G_B < 0,018; \\ 1,099G_B^{0,45} - 0,099 & G_B \geq 0,018; \end{cases} \quad (19)$$

$$B'_C = \begin{cases} 4,5B_B & B_B < 0,018; \\ 1,099B_B^{0,45} - 0,099 & B_B \geq 0,018. \end{cases} \quad (20)$$

5.6 Вывод на виртуальный дисплей

5.6.1 Под выводом на виртуальный дисплей понимают расчет координат цвета с учетом влияния нелинейности, цветности набора первичных цветов и точки баланса белого виртуального дисплея.

5.6.2 Нелинейность виртуального дисплея характеризует использование степенной функции следующих параметров с показателем степени 2,4:

$$R_D = R_C'^{2,4}, \quad (21)$$

$$G_D = G_C'^{2,4}, \quad (22)$$

$$B_D = B_C'^{2,4}. \quad (23)$$

5.6.3 Цветность набора основных цветов и точку баланса белого цвета определяют коэффициенты системы линейных уравнений, позволяющих получить значения координат цвета X_t , Y_t , Z_t и X_r , Y_r , Z_r для оцениваемого и эталонного источников по следующим формулам (нижние индексы X , Y и Z опущены):

$$X = 0,412391R_D + 0,357584G_D + 0,180481B_D, \quad (24)$$

$$Y = 0,212639R_D + 0,715169G_D + 0,072192B_D, \quad (25)$$

$$Z = 0,019331R_D + 0,119195G_D + 0,950532B_D. \quad (26)$$

5.7 Расчет цветовых различий

5.7.1 Для расчета цветовых различий ΔE^* образцов при освещении эталонным и оцениваемым источниками используют формулу цветового различия CIEDE2000 (см. [2]).

5.7.2 В последующих математических формулах подстрочные индексы отнесены:

r — к показателям при эталонном освещении;

t — к показателям при освещении оцениваемым источником света;

i — к значению для отдельного цветового образца;

a — к усредненному значению для всех образцов.

5.7.3 Для образцов цвета под оцениваемым и эталонным источниками освещения $L_{t,i}^*$ и $L_{r,i}^*$ рассчитывают координаты цвета в стандартном цветовом пространстве CIELAB по следующим формулам:

$$L_{t,i}^* = 116f(Y_{t,i}/Y_W) - 16, \quad (27)$$

$$L_{r,i}^* = 116f(Y_{r,i}/Y_W) - 16, \quad (28)$$

где $f(Y_{t,i}/Y_W)$ — стандартная функция:

$$f(Y_{t,i}/Y_W) = \begin{cases} \frac{1}{3} \left(\frac{116}{24} \right)^2 \cdot \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right) + \frac{16}{116}, & \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right) < \left(\frac{24}{116} \right)^3 \\ \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right)^{1/3}, & \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right) \geq \left(\frac{24}{116} \right)^3 \end{cases}, \quad (29)$$

$$f(Y_{r,i}/Y_W) = \begin{cases} \frac{1}{3} \left(\frac{116}{24} \right)^2 \cdot \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right) + \frac{16}{116}, & \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right) < \left(\frac{24}{116} \right)^3, \\ \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right)^{1/3}, & \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right) \geq \left(\frac{24}{116} \right)^3. \end{cases} \quad (30)$$

Координаты цвета $a_{t,i}^*$, $a_{r,i}^*$, $b_{t,i}^*$, $b_{r,i}^*$ рассчитывают по следующим формулам:

$$a_{t,i}^* = 500 \left(f \left(\frac{X_{t,i}}{X_W} \right) - f \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right) \right), \quad (31)$$

$$a_{r,i}^* = 500 \left(f \left(\frac{X_{r,i}}{X_W} \right) - f \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right) \right), \quad (32)$$

$$b_{t,i}^* = 200 \left(f \left(\frac{Y_{t,i}}{Y_W} \right) - f \left(\frac{Z_{t,i}}{Z_W} \right) \right), \quad (33)$$

$$b_{r,i}^* = 200 \left(f \left(\frac{Y_{r,i}}{Y_W} \right) - f \left(\frac{Z_{r,i}}{Z_W} \right) \right), \quad (34)$$

где $X_W = 0,950489$, $Y_W = 1$, $Z_W = 1,088840$ — значения координат цвета точки белого дисплея D65.

5.7.4 Для каждого образца рассчитывают промежуточные значения $C_{t,i}^*$, $C_{r,i}^*$, $\overline{C}_i^*$, g_i , $a'_{t,i}$, $a'_{r,i}$, $C'_{t,i}$, $a'_{r,i}$, $h'_{t,i}$, $h'_{r,i}$, $\overline{L}_i'$, $\overline{C}_i'$, $\overline{h}_i'$, $\Delta h_i'$ по следующим формулам:

$$C_{t,i}^* = \sqrt{a_{t,i}^{*2} + b_{t,i}^{*2}}, \quad (35)$$

$$C_{r,i}^* = \sqrt{a_{r,i}^{*2} + b_{r,i}^{*2}}, \quad (36)$$

$$\overline{C}_i^* = (C_{t,i}^* + C_{r,i}^*) / 2, \quad (37)$$

$$g_i = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\overline{C}_i^{*7}}{\overline{C}_i^{*7} + 25^7}} \right), \quad (38)$$

$$a'_{t,i} = (1 + g_i) a_{t,i}^*, \quad (39)$$

$$a'_{r,i} = (1 + g_i) a_{r,i}^*, \quad (40)$$

$$C'_{t,i} = \sqrt{a_{t,i}'^2 + b_{t,i}^{*2}}, \quad (41)$$

$$C'_{r,i} = \sqrt{a_{r,i}'^2 + b_{r,i}^{*2}}, \quad (42)$$

$$h'_{t,i} = \arctan(b_{t,i}^* / a'_{t,i}), \quad (43)$$

$$h'_{r,i} = \arctan(b_{r,i}^* / a'_{r,i}). \quad (44)$$

Примечание — Величину h измеряют в угловых градусах; при расчетах необходимо правильно учитывать знаки a^* и b^* , чтобы определить значение угла в диапазоне от 0° до 360° .

$$\overline{L}_i' = (L_{t,i}^* + L_{r,i}^*) / 2, \quad (45)$$

$$\overline{C}_i' = (C'_{t,i} + C'_{r,i}) / 2, \quad (46)$$

$$\overline{h}_i' = (h'_{t,i} + h'_{r,i}) / 2, \quad (47)$$

$$\Delta h_i' = h'_{t,i} - h'_{r,i}. \quad (48)$$

Примечание — Δh измеряют в угловых градусах; ее значение должно быть в диапазоне от -180° до $+180^\circ$. Если разница вне этого диапазона, из большего из двух углов вычитают 180° и повторно рассчитывают значения по формулам (47), (48).

5.7.5 Промежуточные значения $S_{L,i}$, $S_{C,i}$, t_i , $S_{H,i}$, $r_{C,i}$, $\Delta\theta_i$, $r_{t,i}$ рассчитывают по следующим формулам:

$$S_{L,i} = 1 + \frac{0,015 \left(\bar{L}'_i - 50 \right)^2}{\sqrt{20 + \left(\bar{L}'_i - 50 \right)^2}}; \quad (49)$$

$$S_{C,i} = 1 + 0,045 \bar{C}'_i; \quad (50)$$

$$t_i = 1 - 0,17 \cos(\bar{h}'_i - 30^\circ) + 0,24 \cos(2\bar{h}'_i) + 0,32 \cos(3\bar{h}'_i + 6^\circ) - 0,2 \cos(4\bar{h}'_i - 63^\circ); \quad (51)$$

$$S_{H,i} = 1 + 0,015 \bar{C}'_i t_i; \quad (52)$$

$$r_{C,i} = 2 \sqrt{\frac{\bar{C}'_i^7}{\bar{C}'_i^7 + 25^7}}; \quad (53)$$

$$\Delta\theta_i = 30 \exp \left(- \left(\frac{\bar{h}'_i - 275^\circ}{25} \right)^2 \right); \quad (54)$$

$$r_{t,i} = -r_{C,i} \sin(2\Delta\theta_i). \quad (55)$$

5.7.6 Далее рассчитывают значения разниц L , C и H по следующим формулам:

$$\Delta L_i = \frac{(L_{t,i}^* - L_{r,i}^*)}{k_L S_{L,i}}; \quad (56)$$

$$\Delta C_i = \frac{(C_{t,i}' - C_{r,i}')}{k_C S_{C,i}}; \quad (57)$$

$$\Delta H_i = \frac{2 \sin \left(\frac{\Delta h'_i}{2} \right) \sqrt{C_{t,i}' C_{r,i}'}}{k_H S_{H,i}}, \quad (58)$$

где коэффициенты k определяют светлоту, цветность и оттенок соответственно.

При расчете индексов цветопередачи TLCI и TLMF все коэффициенты k принимают равными единице.

5.7.7 Итоговое значение разности цветности ΔE_i^* рассчитывают по формуле

$$\Delta E_i^* = \sqrt{\Delta L_i^2 + \Delta C_i^2 + \Delta H_i^2 + r_{t,i} \Delta C_i \Delta H_i}. \quad (59)$$

5.8 Расчет значений индексов цветопередачи

5.8.1 Индекс цветопередачи TLCI Q_a рассчитывают по формуле

$$Q_a = \frac{100}{1 + \left(\frac{\Delta E_a^*}{k} \right)^p}, \quad (60)$$

где $k = 3,16$; $p = 2,4$.

Цветовое различие ΔE_a^* рассчитывают по формуле

$$\Delta E_a^* = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta E_i^*)^4 \right)^{1/4}. \quad (61)$$

При этом цвета, которые на камере или дисплее будут иметь отрицательные значения R , G и B , из расчетов исключают.

При расчете индекса цветопередачи TLCI Q_a используют первые 18 цветных образцов.

5.8.2 Расчет индекса цветопередачи TLMF Q_a проводят аналогичным образом, за исключением:

- иного выбора эталонного источника (в соответствии с 6.2);
- дополнения 18 цветных образцов шестью серыми образцами, зависимости коэффициента отражения от длины волны которых приведены в таблице А.4.

5.8.3 Пример расчета индексов цветопередачи TLCI и TLMF приведен в приложении Б.

6 Интерпретация значений индексов цветопередачи

6.1 Индекс TLCI используют для сравнения спектральных свойств источника света с эталонным источником такой же КЦТ.

6.2 Индекс TLMF используют для сравнения свойств одного источника света с другим, выбранным в качестве эталона.

6.3 Индекс цветопередачи TLCI Q_a , равный 50, соответствует стандартной люминесцентной лампе дневного света и является пороговым, разделяющим источники на пригодные и непригодные для использования в телевещании.

6.4 Степень пригодности источника для телепродукции с постобработкой необходимо оценивать по следующей шкале с пересекающимися диапазонами:

$Q_a < 35$ — не стоит пробовать;

$25 < Q_a < 50$ — трудно получить достоверными какие-либо цвета;

$40 < Q_a < 60$ — сложно исправить большую часть цветов;

$55 < Q_a < 80$ — некоторые цвета могут быть точными;

$70 < Q_a < 95$ — легко получить точными большинство цветов;

$90 < Q_a < 100$ — идеально.

6.5 Степень пригодности источника для онлайн-трансляции следует оценивать по следующей шкале с пересекающимися диапазонами:

$Q_a < 20$ — недопустимо;

$15 < Q_a < 35$ — не соответствует;

$30 < Q_a < 55$ — посредственно;

$45 < Q_a < 85$ — приемлемо;

$75 < Q_a < 100$ — наиболее соответствует.

Приложение А
(обязательное)

Табличные данные

Главные компоненты спектра дневного света приведены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 — Главные компоненты спектра дневного света

λ , нм	S_0	S_1	S_2	λ , нм	S_0	S_1	S_2
380	63,40	38,50	3,00	535	107,05	5,15	-0,75
385	64,60	36,75	2,10	540	105,30	4,20	-0,50
390	65,80	35,00	1,20	545	104,85	3,05	-0,40
395	80,30	39,20	0,05	550	104,40	1,90	-0,30
400	94,80	43,40	-1,10	555	102,20	0,95	-0,15
405	99,80	44,85	-0,80	560	100,00	0,00	0,00
410	104,80	46,30	-0,50	565	98,00	-0,80	0,10
415	105,35	45,10	-0,60	570	96,00	-1,60	0,20
420	105,90	43,90	-0,70	575	95,55	-2,55	0,35
425	101,35	40,50	-0,95	580	95,10	-3,50	0,50
430	96,80	37,10	-1,20	585	92,10	-3,50	1,30
435	105,35	36,90	-1,90	590	89,10	-3,50	2,10
440	113,90	36,70	-2,60	595	89,80	-4,65	2,65
445	119,75	36,30	-2,75	600	90,50	-5,80	3,20
450	125,60	35,90	-2,90	605	90,40	-6,50	3,65
455	125,55	34,25	-2,85	610	90,30	-7,20	4,10
460	125,50	32,60	-2,80	615	89,35	-7,90	4,40
465	123,40	30,25	-2,70	620	88,40	-8,60	4,70
470	121,30	27,90	-2,60	625	86,20	-9,05	4,90
475	121,30	26,10	-2,60	630	84,00	-9,50	5,10
480	121,30	24,30	-2,60	635	84,55	-10,20	5,90
485	117,40	22,20	-2,20	640	85,10	-10,90	6,70
490	113,50	20,10	-1,80	645	83,50	-10,80	7,00
495	113,30	18,15	-1,65	650	81,90	-10,70	7,30
500	113,10	16,20	-1,50	655	82,25	-11,35	7,95
505	111,95	14,70	-1,40	660	82,60	-12,00	8,60
510	110,80	13,20	-1,30	665	83,75	-13,00	9,20
515	108,65	10,90	-1,25	670	84,90	-14,00	9,80
520	106,50	8,60	-1,20	675	83,10	-13,80	10,00
525	107,65	7,35	-1,10	680	81,30	-13,60	10,20
530	108,80	6,10	-1,00	685	76,60	-12,80	9,25

Окончание таблицы А.1

λ , нм	S_0	S_1	S_2	λ , нм	S_0	S_1	S_2
690	71,90	-12,00	8,30	730	71,70	-11,60	7,60
695	73,10	-12,65	8,95	735	74,35	-11,90	7,80
700	74,30	-13,30	9,60	740	77,00	-12,20	8,00
705	75,35	-13,10	9,05	745	71,10	-11,20	7,35
710	76,40	-12,90	8,50	750	65,20	-10,20	6,70
715	69,85	-11,75	7,75	755	56,45	-9,00	5,95
720	63,30	-10,60	7,00	760	47,70	-7,80	5,20
725	67,50	-11,10	7,30				

Значения зависимости коэффициентов отражения образцов цвета с номерами от одного до 18 (цвета темной кожи, светлой кожи, голубого неба, листвы, голубовато-зеленый цвет, оранжевый, пурпурно-синий, умеренный красный, фиолетовый, желто-зеленый, оранжево-желтый, голубой, зеленый, красный, желтый, пурпурный, голубой) от длины волны приведены в таблицах А.2, А.3.

Таблица А.2 — Коэффициенты отражения S_λ образцов цвета 1—9

λ , нм	S_λ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
380	0,054	0,092	0,105	0,050	0,101	0,108	0,052	0,094	0,088
385	0,057	0,109	0,127	0,052	0,127	0,132	0,054	0,113	0,102
390	0,063	0,134	0,164	0,052	0,170	0,168	0,052	0,141	0,121
395	0,066	0,161	0,213	0,050	0,233	0,213	0,050	0,186	0,136
400	0,075	0,186	0,271	0,052	0,310	0,260	0,052	0,235	0,151
405	0,078	0,200	0,314	0,052	0,373	0,292	0,052	0,275	0,153
410	0,078	0,205	0,333	0,052	0,409	0,308	0,052	0,297	0,151
415	0,076	0,206	0,344	0,053	0,424	0,317	0,051	0,316	0,144
420	0,074	0,207	0,345	0,051	0,432	0,320	0,050	0,317	0,142
425	0,070	0,209	0,344	0,053	0,437	0,328	0,050	0,333	0,141
430	0,066	0,211	0,346	0,053	0,437	0,336	0,052	0,346	0,139
435	0,064	0,213	0,346	0,053	0,438	0,342	0,050	0,355	0,135
440	0,062	0,216	0,347	0,055	0,437	0,352	0,051	0,368	0,136
445	0,060	0,221	0,343	0,058	0,432	0,360	0,051	0,378	0,135
450	0,059	0,227	0,337	0,059	0,428	0,371	0,052	0,381	0,133
455	0,060	0,237	0,333	0,061	0,423	0,386	0,051	0,377	0,132
460	0,058	0,246	0,327	0,060	0,417	0,405	0,051	0,368	0,129
465	0,060	0,259	0,324	0,063	0,412	0,433	0,053	0,356	0,130
470	0,060	0,273	0,319	0,063	0,405	0,465	0,053	0,340	0,129
475	0,062	0,285	0,306	0,067	0,395	0,497	0,054	0,322	0,127
480	0,058	0,294	0,290	0,065	0,380	0,528	0,055	0,296	0,121

Продолжение таблицы А.2

λ , нм	S_{λ}								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
485	0,063	0,304	0,288	0,067	0,373	0,557	0,056	0,269	0,118
490	0,063	0,305	0,280	0,069	0,364	0,576	0,055	0,241	0,109
495	0,067	0,309	0,274	0,072	0,355	0,591	0,058	0,220	0,105
500	0,068	0,314	0,265	0,077	0,342	0,586	0,061	0,197	0,105
505	0,070	0,323	0,258	0,088	0,333	0,591	0,063	0,182	0,104
510	0,072	0,334	0,250	0,105	0,316	0,586	0,068	0,166	0,101
515	0,077	0,340	0,240	0,132	0,296	0,582	0,077	0,151	0,100
520	0,079	0,332	0,229	0,159	0,267	0,567	0,086	0,138	0,094
525	0,081	0,316	0,220	0,182	0,245	0,559	0,098	0,127	0,091
530	0,081	0,300	0,212	0,195	0,227	0,545	0,120	0,120	0,089
535	0,083	0,292	0,207	0,199	0,212	0,533	0,145	0,115	0,092
540	0,083	0,290	0,203	0,191	0,206	0,512	0,175	0,108	0,095
545	0,084	0,295	0,198	0,180	0,203	0,492	0,206	0,104	0,097
550	0,084	0,300	0,193	0,167	0,203	0,472	0,236	0,101	0,104
555	0,088	0,302	0,191	0,156	0,204	0,445	0,270	0,095	0,109
560	0,093	0,297	0,187	0,144	0,196	0,429	0,302	0,090	0,111
565	0,098	0,295	0,181	0,133	0,190	0,402	0,341	0,084	0,113
570	0,104	0,304	0,174	0,131	0,190	0,380	0,375	0,082	0,116
575	0,111	0,328	0,170	0,130	0,194	0,355	0,410	0,081	0,134
580	0,121	0,365	0,167	0,129	0,201	0,332	0,440	0,081	0,167
585	0,127	0,409	0,162	0,123	0,210	0,309	0,467	0,081	0,223
590	0,133	0,450	0,158	0,118	0,216	0,284	0,488	0,081	0,291
595	0,140	0,488	0,161	0,114	0,225	0,262	0,509	0,083	0,362
600	0,144	0,520	0,156	0,110	0,228	0,247	0,518	0,083	0,426
605	0,149	0,540	0,152	0,102	0,232	0,233	0,532	0,080	0,474
610	0,151	0,556	0,150	0,101	0,238	0,224	0,540	0,079	0,511
615	0,154	0,566	0,145	0,103	0,240	0,217	0,551	0,080	0,537
620	0,160	0,574	0,142	0,104	0,236	0,212	0,557	0,081	0,551
625	0,164	0,582	0,137	0,105	0,236	0,209	0,562	0,081	0,562
630	0,170	0,593	0,133	0,105	0,240	0,207	0,568	0,084	0,565
635	0,175	0,602	0,132	0,106	0,248	0,205	0,575	0,089	0,570
640	0,179	0,607	0,126	0,102	0,261	0,200	0,581	0,092	0,575
645	0,184	0,625	0,127	0,102	0,289	0,198	0,584	0,096	0,574
650	0,193	0,631	0,121	0,101	0,322	0,199	0,585	0,103	0,579

Окончание таблицы А.2

λ , нм	S_λ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
655	0,203	0,639	0,118	0,101	0,362	0,197	0,590	0,107	0,577
660	0,213	0,655	0,115	0,101	0,407	0,199	0,601	0,112	0,579
665	0,220	0,661	0,115	0,101	0,446	0,203	0,596	0,111	0,577
670	0,236	0,687	0,112	0,107	0,488	0,210	0,600	0,112	0,580
675	0,241	0,693	0,110	0,115	0,512	0,216	0,596	0,109	0,581
680	0,248	0,711	0,110	0,132	0,546	0,218	0,604	0,104	0,579
685	0,257	0,722	0,109	0,152	0,546	0,226	0,603	0,102	0,581
690	0,269	0,737	0,108	0,185	0,555	0,232	0,606	0,099	0,581
695	0,280	0,757	0,108	0,233	0,563	0,236	0,607	0,099	0,583
700	0,289	0,768	0,106	0,283	0,564	0,238	0,608	0,100	0,581
705	0,300	0,786	0,105	0,339	0,575	0,242	0,615	0,100	0,581
710	0,314	0,798	0,105	0,383	0,578	0,242	0,617	0,103	0,580
715	0,337	0,815	0,106	0,419	0,586	0,239	0,621	0,106	0,586
720	0,346	0,822	0,106	0,444	0,590	0,232	0,622	0,109	0,585
725	0,361	0,823	0,105	0,445	0,589	0,227	0,619	0,113	0,584
730	0,382	0,835	0,107	0,465	0,601	0,229	0,625	0,122	0,589
735	0,404	0,845	0,105	0,473	0,604	0,230	0,628	0,127	0,587
740	0,425	0,855	0,106	0,477	0,606	0,237	0,630	0,138	0,590
745	0,439	0,848	0,105	0,480	0,605	0,248	0,627	0,153	0,582
750	0,464	0,862	0,108	0,489	0,614	0,256	0,635	0,173	0,589
755	0,476	0,861	0,107	0,492	0,616	0,269	0,639	0,193	0,592
760	0,490	0,868	0,110	0,498	0,617	0,274	0,640	0,215	0,590

Таблица А.3 — Коэффициенты отражения S_λ образцов цвета 10—18

λ , нм	S_λ								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
380	0,083	0,045	0,049	0,068	0,045	0,043	0,047	0,106	0,085
385	0,100	0,048	0,052	0,084	0,048	0,045	0,047	0,129	0,102
390	0,125	0,050	0,054	0,104	0,054	0,046	0,048	0,168	0,130
395	0,154	0,050	0,055	0,127	0,054	0,045	0,047	0,229	0,163
400	0,183	0,054	0,054	0,156	0,057	0,047	0,050	0,297	0,201
405	0,198	0,053	0,057	0,178	0,059	0,046	0,052	0,346	0,228
410	0,206	0,053	0,057	0,194	0,060	0,048	0,052	0,367	0,247
415	0,207	0,055	0,059	0,209	0,060	0,046	0,051	0,372	0,254
420	0,207	0,053	0,057	0,221	0,060	0,046	0,051	0,377	0,262

Продолжение таблицы А.3

λ , нм	S_{λ}								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
425	0,201	0,057	0,057	0,234	0,062	0,046	0,053	0,373	0,278
430	0,194	0,059	0,059	0,250	0,054	0,048	0,053	0,362	0,282
435	0,184	0,059	0,057	0,264	0,064	0,044	0,053	0,351	0,300
440	0,175	0,062	0,058	0,287	0,069	0,046	0,057	0,340	0,319
445	0,163	0,065	0,060	0,308	0,070	0,047	0,056	0,323	0,332
450	0,154	0,070	0,061	0,318	0,075	0,047	0,058	0,306	0,348
455	0,142	0,075	0,061	0,323	0,079	0,047	0,060	0,293	0,363
460	0,129	0,081	0,062	0,317	0,083	0,046	0,062	0,276	0,382
465	0,120	0,092	0,067	0,303	0,090	0,046	0,067	0,259	0,401
470	0,109	0,102	0,072	0,276	0,099	0,044	0,076	0,250	0,419
475	0,102	0,116	0,081	0,255	0,109	0,044	0,090	0,234	0,431
480	0,095	0,136	0,088	0,225	0,120	0,040	0,109	0,220	0,438
485	0,090	0,158	0,098	0,193	0,132	0,042	0,142	0,206	0,441
490	0,081	0,185	0,106	0,160	0,144	0,039	0,183	0,190	0,438
495	0,077	0,225	0,112	0,139	0,158	0,040	0,228	0,179	0,429
500	0,070	0,274	0,120	0,117	0,175	0,040	0,274	0,169	0,415
505	0,067	0,328	0,130	0,104	0,196	0,039	0,319	0,163	0,404
510	0,065	0,390	0,143	0,087	0,231	0,040	0,360	0,152	0,381
515	0,063	0,446	0,163	0,077	0,272	0,040	0,405	0,140	0,358
520	0,059	0,485	0,188	0,066	0,307	0,038	0,443	0,126	0,339
525	0,058	0,511	0,218	0,060	0,338	0,038	0,475	0,113	0,316
530	0,056	0,529	0,256	0,056	0,352	0,039	0,510	0,104	0,288
535	0,053	0,538	0,304	0,053	0,357	0,038	0,544	0,098	0,262
540	0,052	0,539	0,351	0,050	0,353	0,040	0,571	0,098	0,236
545	0,052	0,535	0,399	0,047	0,341	0,040	0,594	0,102	0,210
550	0,051	0,526	0,442	0,045	0,323	0,041	0,612	0,104	0,186
555	0,053	0,521	0,476	0,042	0,305	0,042	0,630	0,103	0,162
560	0,055	0,511	0,505	0,043	0,286	0,044	0,646	0,104	0,142
565	0,056	0,500	0,532	0,040	0,265	0,046	0,656	0,103	0,129
570	0,054	0,484	0,544	0,040	0,244	0,047	0,668	0,106	0,116
575	0,052	0,467	0,561	0,038	0,224	0,054	0,677	0,118	0,105
580	0,053	0,450	0,579	0,038	0,203	0,064	0,691	0,140	0,099
585	0,049	0,435	0,539	0,037	0,180	0,081	0,696	0,170	0,092
590	0,051	0,412	0,597	0,036	0,161	0,112	0,701	0,212	0,088

Окончание таблицы А.3

λ , нм	S_{λ}								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
595	0,055	0,395	0,604	0,037	0,144	0,156	0,702	0,257	0,086
600	0,058	0,377	0,617	0,038	0,124	0,216	0,729	0,313	0,081
605	0,063	0,363	0,617	0,036	0,108	0,283	0,701	0,354	0,077
610	0,073	0,352	0,618	0,037	0,098	0,358	0,704	0,403	0,078
615	0,087	0,346	0,624	0,037	0,089	0,434	0,707	0,457	0,076
620	0,103	0,339	0,625	0,037	0,084	0,499	0,708	0,501	0,076
625	0,120	0,337	0,630	0,039	0,080	0,549	0,713	0,546	0,076
630	0,137	0,337	0,647	0,039	0,076	0,585	0,721	0,587	0,076
635	0,149	0,331	0,635	0,042	0,075	0,607	0,716	0,612	0,076
640	0,161	0,326	0,638	0,040	0,071	0,624	0,717	0,637	0,076
645	0,175	0,322	0,642	0,042	0,071	0,633	0,718	0,655	0,077
650	0,188	0,323	0,649	0,044	0,070	0,650	0,726	0,677	0,078
655	0,197	0,320	0,650	0,045	0,067	0,652	0,729	0,684	0,077
660	0,208	0,325	0,649	0,047	0,067	0,652	0,730	0,693	0,081
665	0,218	0,327	0,650	0,048	0,067	0,656	0,728	0,695	0,080
670	0,229	0,334	0,677	0,050	0,068	0,661	0,747	0,714	0,081
675	0,241	0,340	0,657	0,048	0,070	0,666	0,739	0,710	0,079
680	0,249	0,347	0,653	0,046	0,070	0,664	0,737	0,720	0,079
685	0,262	0,355	0,659	0,050	0,074	0,671	0,743	0,715	0,079
690	0,272	0,362	0,658	0,048	0,076	0,671	0,740	0,714	0,077
695	0,284	0,369	0,662	0,051	0,079	0,677	0,756	0,739	0,076
700	0,292	0,373	0,661	0,049	0,080	0,673	0,742	0,719	0,075
705	0,304	0,376	0,666	0,052	0,082	0,678	0,749	0,726	0,074
710	0,312	0,375	0,668	0,054	0,086	0,680	0,751	0,728	0,074
715	0,325	0,379	0,672	0,057	0,085	0,689	0,753	0,733	0,076
720	0,329	0,372	0,671	0,060	0,083	0,688	0,754	0,737	0,077
725	0,333	0,365	0,667	0,065	0,081	0,685	0,750	0,732	0,081
730	0,343	0,367	0,677	0,069	0,081	0,691	0,760	0,743	0,084
735	0,346	0,375	0,678	0,076	0,081	0,694	0,762	0,742	0,090
740	0,350	0,379	0,682	0,087	0,083	0,696	0,769	0,748	0,098
745	0,350	0,388	0,678	0,102	0,086	0,692	0,762	0,741	0,111
750	0,359	0,403	0,686	0,123	0,091	0,698	0,774	0,753	0,130
755	0,360	0,415	0,693	0,147	0,094	0,704	0,776	0,754	0,151
760	0,362	0,430	0,690	0,174	0,098	0,700	0,779	0,761	0,179

Значения зависимости коэффициентов отражения нейтральных образцов от 19 до 24 (белый — 90,01 %, нейтральный серый — 59,1 %, нейтральный серый — 36,2 %, нейтральный серый — 19,77 %, нейтральный серый — 9 %, черный — 3,13 %) от длины волны приведены в таблице А.4.

Т а б л и ц а А.4 — Коэффициенты отражения S_λ серых образцов 19—24

λ , нм	S_λ					
	19	20	21	22	23	24
380	0,126	0,084	0,051	0,0277	0,0126	0,00439
385	0,169	0,113	0,068	0,0372	0,0169	0,00589
390	0,212	0,141	0,085	0,0465	0,0212	0,00737
395	0,264	0,176	0,106	0,0580	0,0264	0,00919
400	0,318	0,211	0,128	0,0698	0,0318	0,01105
405	0,491	0,327	0,198	0,1079	0,0491	0,01708
410	0,664	0,442	0,267	0,1457	0,0664	0,02308
415	0,757	0,504	0,305	0,1663	0,0757	0,02635
420	0,851	0,567	0,342	0,1869	0,0851	0,02961
425	0,868	0,578	0,349	0,1907	0,0868	0,03020
430	0,887	0,590	0,357	0,1947	0,0886	0,03084
435	0,888	0,591	0,357	0,1949	0,0887	0,03087
440	0,890	0,592	0,358	0,1954	0,0889	0,03094
445	0,893	0,594	0,359	0,1960	0,0893	0,03105
450	0,895	0,595	0,360	0,1965	0,0895	0,03112
455	0,896	0,596	0,360	0,1967	0,0896	0,03115
460	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
465	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
470	0,902	0,600	0,363	0,1980	0,0902	0,03136
475	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
480	0,897	0,597	0,361	0,1969	0,0897	0,03119
485	0,904	0,602	0,364	0,1985	0,0904	0,03143
490	0,901	0,599	0,362	0,1978	0,0901	0,03133
495	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
500	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
505	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
510	0,897	0,597	0,361	0,1969	0,0897	0,03119
515	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
520	0,902	0,600	0,363	0,1980	0,0902	0,03136
525	0,902	0,600	0,363	0,1980	0,0902	0,03136
530	0,901	0,599	0,362	0,1978	0,0901	0,03133
535	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129

Продолжение таблицы А.4

λ , нм	S_{λ}					
	19	20	21	22	23	24
540	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
545	0,896	0,596	0,360	0,1967	0,0896	0,03115
550	0,893	0,594	0,359	0,1960	0,0893	0,03105
555	0,895	0,595	0,360	0,1965	0,0895	0,03112
560	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
565	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
570	0,902	0,600	0,363	0,1980	0,0902	0,03136
575	0,904	0,602	0,364	0,1985	0,0904	0,03143
580	0,905	0,602	0,364	0,1987	0,0905	0,03147
585	0,906	0,603	0,364	0,1989	0,0906	0,03150
590	0,907	0,604	0,365	0,1991	0,0907	0,03154
595	0,905	0,602	0,364	0,1987	0,0905	0,03147
600	0,903	0,601	0,363	0,1982	0,0903	0,03140
605	0,904	0,602	0,364	0,1985	0,0904	0,03143
610	0,905	0,602	0,364	0,1987	0,0905	0,03147
615	0,907	0,604	0,365	0,1991	0,0907	0,03154
620	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
625	0,897	0,597	0,361	0,1969	0,0897	0,03119
630	0,896	0,596	0,360	0,1967	0,0896	0,03115
635	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
640	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
645	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
650	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
655	0,901	0,599	0,362	0,1978	0,0901	0,03133
660	0,904	0,602	0,364	0,1985	0,0904	0,03143
665	0,904	0,602	0,364	0,1985	0,0904	0,03143
670	0,905	0,602	0,364	0,1987	0,0905	0,03147
675	0,902	0,600	0,363	0,1980	0,0902	0,03136
680	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
685	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
690	0,900	0,599	0,362	0,1976	0,0900	0,03129
695	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
700	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
705	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122

Окончание таблицы А.4

λ , нм	S_λ					
	19	20	21	22	23	24
710	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
715	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
720	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
725	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
730	0,901	0,599	0,362	0,1978	0,0901	0,03133
735	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
740	0,896	0,596	0,360	0,1967	0,0896	0,03115
745	0,895	0,595	0,360	0,1965	0,0895	0,03112
750	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122
755	0,899	0,598	0,361	0,1974	0,0899	0,03126
760	0,898	0,597	0,361	0,1971	0,0898	0,03122

Значения стандартных кривых чувствительности датчиков камеры $\bar{r}_\lambda$, $\bar{g}_\lambda$, $\bar{b}_\lambda$ приведены в таблице А.5.

Т а б л и ц а А.5 — Значения стандартных кривых чувствительности датчиков камеры $\bar{r}_\lambda$, $\bar{g}_\lambda$, $\bar{b}_\lambda$

λ , нм	$\bar{r}_\lambda$	$\bar{g}_\lambda$	$\bar{b}_\lambda$	λ , нм	$\bar{r}_\lambda$	$\bar{g}_\lambda$	$\bar{b}_\lambda$
380	0,000000	0,000000	0,000000	480	0,000970	0,004488	0,066582
385	0,000000	0,000000	0,000215	485	0,000890	0,006175	0,053601
390	0,000000	0,000000	0,000649	490	0,000890	0,010664	0,036619
395	0,000000	0,000000	0,001397	495	0,000890	0,021297	0,022597
400	0,000000	0,000000	0,003902	500	0,000930	0,036343	0,012366
405	0,000000	0,000000	0,007905	505	0,001040	0,046681	0,008274
410	0,000450	0,000110	0,014223	510	0,001120	0,054634	0,006138
415	0,001000	0,000211	0,021958	515	0,001340	0,059594	0,004461
420	0,001230	0,000321	0,029294	520	0,001490	0,062114	0,003254
425	0,001300	0,000482	0,036253	525	0,001710	0,063761	0,002455
430	0,001300	0,000562	0,042739	530	0,001790	0,065066	0,001996
435	0,001190	0,000633	0,048916	535	0,001670	0,066341	0,001707
440	0,001120	0,000753	0,055513	540	0,001410	0,067426	0,001407
445	0,001040	0,000934	0,061881	545	0,001150	0,068018	0,001228
450	0,000930	0,001175	0,068628	550	0,001120	0,068109	0,000998
455	0,000860	0,001386	0,073179	555	0,001190	0,066994	0,000928
460	0,000820	0,001777	0,075694	560	0,001710	0,063530	0,000779
465	0,000820	0,002239	0,077461	565	0,005920	0,054222	0,000599
470	0,000890	0,002902	0,078010	570	0,015630	0,041319	0,000489
475	0,000890	0,003555	0,074377	575	0,032310	0,025210	0,000369

Окончание таблицы А.5

λ , нм	$\bar{r}_\lambda$	$\bar{g}_\lambda$	$\bar{b}_\lambda$	λ , нм	$\bar{r}_\lambda$	$\bar{g}_\lambda$	$\bar{b}_\lambda$
580	0,054310	0,013264	0,000329	675	0,009710	0,000000	0,000000
585	0,067330	0,007350	0,000260	680	0,007740	0,000000	0,000000
590	0,072830	0,004418	0,000190	685	0,005880	0,000000	0,000000
595	0,073060	0,002611	0,000110	690	0,004350	0,000000	0,000000
600	0,071650	0,001707	0,000070	695	0,002900	0,000000	0,000000
605	0,068640	0,001084	0,000000	700	0,002000	0,000000	0,000000
610	0,063800	0,000482	0,000000	705	0,001340	0,000000	0,000000
615	0,059260	0,000030	0,000000	710	0,000950	0,000000	0,000000
620	0,054600	0,000011	0,000000	715	0,000710	0,000000	0,000000
625	0,049390	0,000008	0,000000	720	0,000530	0,000000	0,000000
630	0,044370	0,000006	0,000000	725	0,000440	0,000000	0,000000
635	0,039570	0,000003	0,000000	730	0,000310	0,000000	0,000000
640	0,034540	0,000000	0,000000	735	0,000190	0,000000	0,000000
645	0,029440	0,000000	0,000000	740	0,000060	0,000000	0,000000
650	0,025030	0,000000	0,000000	745	0,000000	0,000000	0,000000
655	0,021030	0,000000	0,000000	750	0,000000	0,000000	0,000000
660	0,017900	0,000000	0,000000	755	0,000000	0,000000	0,000000
665	0,014960	0,000000	0,000000	760	0,000000	0,000000	0,000000
670	0,012170	0,000000	0,000000				

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета индекса цветопередачи Q_a

Примеры спектральных распределений $P_{\lambda,t}$ оцениваемого источника для расчета TLCI и TLMF и эталонного спектра $P_{\lambda,r}$ для расчета TLMF приведены в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 — Примеры спектральных распределений оцениваемого источника $P_{\lambda,t}$ для расчета TLCI и TLMF и эталонного источника $P_{\lambda,r}$ для расчета TLMF

λ , нм	$P_{\lambda,t}$	$P_{\lambda,r}$	λ , нм	$P_{\lambda,t}$	$P_{\lambda,r}$	λ , нм	$P_{\lambda,t}$	$P_{\lambda,r}$
380	0,3539	0,3275	510	53,4717	40,3075	640	62,0808	21,873
385	0,2417	0,2474	515	58,1771	46,0317	645	56,8173	19,4318
390	0,2964	0,3292	520	61,7251	51,1847	650	51,1756	17,2468
395	0,2952	0,3863	525	64,048	54,8921	655	46,1211	15,2748
400	0,2461	0,6978	530	64,5694	56,7348	660	40,6329	13,3819
405	0,2761	1,441	535	65,5014	58,8665	665	36,0718	11,7512
410	0,3825	3,1119	540	64,5047	59,4454	670	31,7782	10,3779
415	0,6699	6,3742	545	64,0194	59,4575	675	27,9971	9,0799
420	1,4417	12,3141	550	62,7779	59,7568	680	24,3029	7,941
425	2,9725	20,7838	555	62,594	59,6272	685	21,1357	6,8434
430	6,1989	33,6669	560	62,7882	59,1602	690	18,1275	6,0454
435	12,7046	48,8033	565	63,4129	58,2136	695	15,9155	5,2257
440	24,7167	67,1949	570	65,3773	56,9481	700	13,3902	4,5663
445	46,7435	86,5995	575	68,2112	55,7842	705	11,7103	4,0021
450	82,0639	100	580	71,1207	53,7433	710	9,8781	3,4616
455	100	89,1176	585	75,3011	52,5159	715	8,5384	3,0197
460	83,609	64,7972	590	78,6505	50,0574	720	7,3165	2,6457
465	64,8561	45,1246	595	81,8324	47,4678	725	6,2273	2,2477
470	51,9816	32,1011	600	83,4291	44,8365	730	5,302	1,9753
475	39,2438	23,3944	605	84,5795	41,9122	735	4,5694	1,7011
480	32,1228	18,2319	610	84,5076	39,0001	740	3,9377	1,5167
485	30,8726	16,6736	615	82,9518	35,9786	745	3,3207	1,2815
490	32,3784	17,6421	620	80,0877	32,9094	750	2,8299	1,1271
495	36,3949	21,3537	625	77,033	30,1027	755	2,4621	0,9899
500	41,6871	26,5919	630	72,4726	27,0914	760	2,1029	0,8914
505	48,0352	33,464	635	67,4484	24,3823			

Спектральное распределение планковского источника при КЦТ, равной 3400 К, дневного света при КЦТ, равной 5000 К, и эталонного спектра для расчета TLCI источника с КЦТ, равной 4039 К, приведены в таблице Б.2.

Т а б л и ц а Б.2 — Спектральное распределение планковского источника $P_{\lambda, B3400}$ при КЦТ, равной 3400 К, дневного света $P_{\lambda, D5000}$ при КЦТ, равной 5000 К, и эталонного спектрального распределения $P_{\lambda, r}$ для расчета TLCI источника при КЦТ, равной 3400 К

λ , нм	$P_{\lambda, B3400}$	$P_{\lambda, D5000}$	$P_{\lambda, r}$	λ , нм	$P_{\lambda, B3400}$	$P_{\lambda, D5000}$	$P_{\lambda, r}$
380	19,559	24,2219	21,4216	600	117,0973	97,6738	109,3383
385	21,1644	26,9369	23,4703	605	119,0685	98,4618	110,8369
390	22,8363	29,6518	25,5588	610	120,9991	99,2498	112,3111
395	24,5729	39,3634	30,4812	615	122,8883	99,1356	113,4
400	26,3724	49,0751	35,4413	620	124,7353	99,0214	114,4635
405	28,2325	52,6646	37,9922	625	126,5395	97,3611	114,8838
410	30,1509	56,2542	40,5782	630	128,3002	95,7009	115,278
415	32,1251	58,0231	42,4704	635	130,0169	97,2608	116,932
420	34,1525	59,792	44,3945	640	131,6891	98,8207	118,5594
425	36,2302	58,707	45,2089	645	133,3166	97,2207	118,8976
430	38,3553	57,6221	46,0517	650	134,8989	95,6206	119,2087
435	40,5248	66,1373	50,7561	655	136,4359	96,8761	120,6332
440	42,7357	74,6525	55,4853	660	137,9274	98,1315	122,0304
445	44,9847	80,8682	59,3188	665	139,3732	100,5351	123,8588
450	47,2686	87,0839	63,1733	670	140,7733	102,9388	125,6598
455	49,5843	88,7751	65,2396	675	142,1277	100,9995	125,6985
460	51,9283	90,4664	67,3228	680	143,4364	99,0602	125,7098
465	54,2975	90,8563	68,9014	685	144,6996	93,1936	124,1249
470	56,6886	91,2463	70,4931	690	145,9174	87,327	122,5127
475	59,0982	93,1268	72,6914	695	147,09	89,4324	124,058
480	61,5232	95,0074	74,8989	700	148,2177	91,5378	125,5762
485	63,9604	93,4406	75,7366	705	149,3006	92,1874	126,486
490	66,4065	91,8739	76,5798	710	150,3392	92,8369	127,3692
495	68,8585	93,7634	78,8071	715	151,3337	84,8243	124,7657
500	71,3134	95,6528	81,0361	720	152,2846	76,8117	122,136
505	73,7682	96,1048	82,6908	725	153,1923	81,6385	124,6092
510	76,22	96,5567	84,3437	730	154,0571	86,4654	127,0568
515	78,6659	96,827	85,9206	735	154,8797	89,4984	128,7623
520	81,1033	97,0974	87,4924	740	155,6604	92,5315	130,4428
575	83,5296	99,5881	89,9444	745	156,3998	85,3604	128,0222
580	85,9422	102,0789	92,3882	750	157,0985	78,1893	125,5772
585	88,3386	101,4084	93,5595	755	157,7569	67,9245	121,8722
590	90,7165	100,738	94,7197	760	158,3756	57,6597	118,1434
595	93,0737	101,5242	96,4494				

Значения промежуточных расчетных параметров для первого образца цвета приведены в таблице Б.3.

Т а б л и ц а Б.3 — Значения промежуточных расчетных параметров для первого образца

Обозначение параметра	Значение параметра	Обозначение параметра	Значение параметра
$R_{c,t}$	0,165710163	Z_t	0,038691437
$R_{c,r}$	0,174225264	Z_r	0,041134436
$G_{c,t}$	0,095064235	L_t^*	30,36269823
$G_{c,r}$	0,094682625	L_r^*	30,94804924
$B_{c,t}$	0,068177474	a_t^*	9,545583164
$B_{c,r}$	0,070845086	a_r^*	11,0529639
$R_{m,t}$	0,17784178	b_t^*	14,18298615
$R_{m,r}$	0,188058411	b_r^*	13,8364704
$G_{m,t}$	0,102542689	C_t^*	17,09605961
$G_{m,r}$	0,103122175	C_r^*	17,7092045
$B_{m,t}$	0,068475955	C^*	17,40263206
$B_{m,r}$	0,071786063	G	0,364549281
$R_{b,t}$	0,170523415	a_t'	13,02541865
$R_{b,r}$	0,18014157	a_r'	15,08231395
$G_{b,t}$	0,102754233	C_t'	19,25665151
$G_{b,r}$	0,103698957	C_r'	20,4676356
$B_{b,t}$	0,072094172	h_t'	47,43615017
$B_{b,r}$	0,075496456	h_r'	42,53317895
$R_{c',t}$	0,396793127	L'	30,65537374
$R_{c',r}$	0,409187486	C'	19,86214355
$G_{c',t}$	0,295736756	h'	44,98466456
$G_{c',r}$	0,297365793	$\Delta h'$	4,902971
$B_{c',t}$	0,237552456	S_L	1,282712892
$B_{c',r}$	0,244609092	S_C	1,89379646
$R_{d,t}$	0,108781223	T	0,677991651
$R_{d,r}$	0,117115297	S_H	1,201995512
$G_{d,t}$	0,053724543	r_C	0,81616194
$G_{d,r}$	0,054437531	$d\theta$	5,17052E-36
$B_{d,t}$	0,031755786	r_T	-1,47305E-37
$B_{d,r}$	0,034067027	ΔL	-0,456338286
X_t	0,06980275	ΔC	-0,639447862
X_r	0,073911736	ΔH	1,412946025
Y_t	0,063845772	ΔE^*	1,61664921
Y_r	0,066294681		

Значения промежуточных параметров для остальных образцов рассчитывают аналогичным образом.

Итоговые рассчитанные параметры:

Q_a (TLCI) = 85,3258, при этом $\Delta E_a^* = 1,5175$;

Q_a (TLMF) = 42,2329, при этом $\Delta E_a^* = 3,6005$.

Расчет проведен с помощью программного обеспечения [3].

Библиография

- [1] EBU Tech 3355 Технический документ Европейского вещательного союза «Метод оценки колориметрических свойств светильников» (Method for the assessment of the colorimetric properties of luminaires)
- [2] ISO/CIE 11664-6:2022(E) Колориметрия. Часть 6. Формулы цветоразности CIEDE2000 (Colorimetry — Part 6: CIEDE2000 Colour-Difference Formula)
- [3] Калькулятор TLCI и TLMF Программное обеспечение для определения значений индексов TLCI и TLMF в формате электронных таблиц XLSX / ООО ТПК «Вартон», 2024, <https://varton.ru/services/calc-tlci/tlci-tlmf.xlsx>

УДК 628.9.041:006.3:006.354

ОКС 29.140

Ключевые слова: индекс цветопередачи, источники света, осветительные приборы, освещение, свет, телевидение, телевидение, цветопередача

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 24.04.2025. Подписано в печать 29.04.2025. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,64.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru