
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО
24502—
2012

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Требования к яркости и контрастности цветных
источников света для людей различных возрастных
категорий

ISO 24502:2010

Ergonomics — Accessible design — Specification of age-related luminance contrast
for coloured light
(IDT)

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2014

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика, психология труда и инженерная психология»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1286-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 24502:2010 «Эргономика. Проектирование для обеспечения доступности. Требования к яркости и контрастности цветных источников света для людей различных возрастных категорий» (ISO 24502:2010 «Ergonomics — Accessible design — Specification of age-related luminance contrast for coloured light»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартиформ, 2014

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 | 2 |
| 4 Расчет связанного с возрастом яркостного контраста | 3 |
| 5 Использование связанного с возрастом яркостного контраста | 6 |
| Приложение А (справочное) Пример вычисления и применения связанного с возрастом яркостного контраста | 7 |
| Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации | 9 |
| Приложение ДБ (справочное) Фотолическая спектральная световая эффективность стандартного наблюдателя МКО | 10 |
| Библиография | 11 |

Введение

При разработке знаков и дисплеев необходимо учитывать зрительные возможности пожилых людей, что связано с увеличением доли пожилых людей во многих странах. Это позволит повысить социальную активность пожилых людей, а также их комфорт и безопасность в повседневной жизни. В настоящем стандарте установлен метод вычисления яркостного контраста цветовосприятия в соответствии с возрастом, который может быть использован для оценки и проектирования знаков и дисплеев, что позволяет обеспечить четкость их восприятия пожилыми людьми. Метод используют для вычисления яркостного контраста для людей 10—79 лет с учетом связанной с возрастом фотопической спектральной световой эффективности глаза.

В настоящем стандарте применены принципы проектирования с учетом требований по обеспечению доступности, установленных в ISO/IEC Руководство 71 [1] и ISO/TR 22411 [3].

Применяемый в настоящем стандарте международный стандарт разработан Техническим комитетом ИСО/ТС 159 «Эргономика».

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Требования к яркости и контрастности цветных источников света для людей различных возрастных категорий

Ergonomics. Design. Specification of age-related luminance contrast for coloured light

Дата введения — 2013—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к яркости и контрастности источников света различных цветов, видимых человеком, связанных с возрастными изменениями спектральной световой эффективности глаза.

Настоящий стандарт устанавливает основной метод вычисления связанного с возрастом яркостного контраста, который может быть использован при проектировании источников света, визуальных знаков и дисплеев. Настоящий стандарт также может быть применен к самосветящемуся или отраженному свету визуальных знаков и дисплеев, наблюдаемому в условиях умеренной яркости (дневное, фотопическое зрение), спектральная плотность энергетической яркости которого известна или может быть измерена. Настоящий стандарт не применим к свету, наблюдаемому в условиях сумерек (сумеречное, мезопическое зрение) или темноты (ночное, скотопическое зрение).

Настоящий стандарт устанавливает требования к яркостному контрасту для людей в возрасте от 10 до 79 лет, глаза которых не подвергались лечению (в т. ч. хирургическому), которое могло бы оказать влияние на функцию их спектральной световой эффективности.

Настоящий стандарт не применим к визуальным знакам и дисплеям, с которыми взаимодействуют люди с нарушениями восприятия цвета, спектральная световая эффективность которых отличается от нормальной. Настоящий стандарт не применим также к людям с ослабленным зрением.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 3864-1:2011 Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Часть 1. Принципы проектирования для знаков и маркировки безопасности (ISO 3864-1:2011, Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings)

ИСО 3864-4:2011 Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Часть 4. Колориметрические и фотометрические свойства материалов для знаков безопасности (ISO 3864-4:2011, Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials)

ИСО 9241-302:2008 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 302. Терминология для электронных видеодисплеев (ISO 9241-302:2008, Ergonomics of human-system interaction — Part 302: Terminology for electronic visual displays)

ИСО 9241-303:2008 Эргономика взаимодействия человек—система. Часть 303. Требования к электронным видеодисплеям (ISO 9241-303:2008, Ergonomics of human-system interaction — Part 303: Requirements for electronic visual displays)

ISO 23539 Фотометрия. Система физической фотометрии МКО (ISO 23539, Photometry — The CIE system of physical photometry)

CIE 15.2:1986 Колориметрия (CIE 15.2:1986, Colorimetry)

CIE 17.4:1987 Международный светотехнический словарь (CIE 17.4:1987, International Lighting Vocabulary)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 относительная световая эффективность излучения (luminous efficiency): Отношение потока излучения, оцененного по $V(\lambda)$, к соответствующему потоку излучения.

[CIE 17.4:1987]

3.2 относительная спектральная световая эффективность (монохроматического излучения с длиной волны λ), $V(\lambda)$ для фотопического зрения; $V'(\lambda)$ для скотопического зрения (spectral luminous efficiency): Отношение двух потоков излучения с длинами волн λ_m и λ соответственно, вызывающих в точно определенных фотометрических условиях зрительные ощущения одинаковой силы. Длина волны λ_m выбирается так, чтобы максимальное значение этого отношения равнялось единице.

Примечание 1 — Адаптированное определение по CIE 17.4:1987.

Примечание 2 — Значения спектральной световой эффективности при фотопическом зрении приведены в ИСО 23539.

3.3 поток излучения (мощность излучения) (radiant flux): Мощность, излучаемая, передаваемая или принимаемая в виде излучения.

Примечание — Поток излучения выражают в ваттах (Вт).

[CIE 17.4:1987]

3.4 связанная с возрастом фотопическая спектральная световая эффективность, $V_a(\lambda)$ (age-related photopic spectral luminous efficiency): Спектральная световая эффективность как функция возраста a .

3.5 яркостный контраст (luminance contrast): Соотношение между высшей L_H и низшей L_L яркостями, представляющее собой характеристику обнаружения, выражаемое либо как контрастная модуляция C_m , либо как контрастное отношение CR

$$C_m = \frac{L_H - L_L}{L_H + L_L}, \quad (1)$$

$$CR = \frac{L_H}{L_L}. \quad (2)$$

Примечание 1 — Контрастное отношение CR часто используют при высокой яркости. Рядом с порогом обнаружения яркости, в некоторых случаях используют формулу Вебера:

$$C_w = \frac{L_H - L_L}{L_L}. \quad (3)$$

Примечание 2 — Для некоторых дисплеев для выражения яркости может быть использована габаритная яркость, т. е. пиксели дискретны.

[ИСО 9241-302:2008]

Примечание 3 — В настоящем стандарте использовано отношение (2). Формулы (1) и (3) также могут быть использованы при вычислениях связанного с возрастом яркостного контраста.

3.6 связанный с возрастом яркостный контраст, $C_a(\lambda)$ (age-related luminance contrast): Яркостный контраст как функция возраста a .

Примечание — См. формулу (4).

3.7 **дневное (фотопическое) зрение** (photopic vision): Зрение нормального глаза при его адаптации к уровню яркости не ниже нескольких кандел с квадратного метра.

[CIE 17.4:1987]

3.8 **стандартный фотометрический наблюдатель МКО¹⁾** (CIE standard photometric observer): Идеальный наблюдатель, имеющий кривую относительной спектральной чувствительности, соответствующую функции $V(\lambda)$ для дневного зрения или $V'(\lambda)$ для ночного зрения, которая подчиняется закону суммирования, предполагаемому в определении светового потока.

[CIE 17.4:1987]

4 Расчет связанного с возрастом яркостного контраста

Выражение для связанного с возрастом яркостного контраста C_a выведено из формулы для яркостного контраста, в которой значение яркости учитывает связанные с возрастом изменения спектральной световой эффективности (см. таблицу 1). Формулу (4) следует применять, когда связанный с возрастом яркостный контраст вычисляют для источника света P_1 и источника света P_2 со спектральными плотностями энергетической яркости $L_{e,\lambda,1}$ и $L_{e,\lambda,2}$ соответственно.

$$C_a = \frac{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_a(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,2} V_a(\lambda) \Delta\lambda}, \quad (4)$$

$$\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_a(\lambda) \Delta\lambda > \sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,2} V_a(\lambda) \Delta\lambda,$$

где C_a — связанный с возрастом яркостный контраст для возраста a ;

$L_{e,\lambda,1}$ — спектральная плотность энергетической яркости источника света P_1 , в Вт·м⁻²·ср⁻¹·нм⁻¹;

$L_{e,\lambda,2}$ — спектральная плотность энергетической яркости источника света P_2 , в Вт·м⁻²·ср⁻¹·нм⁻¹;

$V_a(\lambda)$ — фотопическая спектральная световая эффективность, соответствующая возрасту a в годах (значения в таблице 1 приведены для интервалов в десять лет);

$\Delta\lambda$ — шаг длины волны в 5 нм.

Примечание 1 — Возраст a выражают в годах, но его относят к соответствующему десятилетию (например, 10—19 лет, 20—29 лет), как показано в таблице 1. Например, C_{20} и $V_{20}(\lambda)$ означают связанный с возрастом яркостный контраст и связанную с возрастом фотопическую спектральную световую эффективность, усредненные для диапазона возраста 20—29 лет.

Примечание 2 — Значения $L_{e,\lambda,1}$ и $L_{e,\lambda,2}$, также как и $V_a(\lambda)$, табулированы в диапазоне 380—780 нм с шагом 5 нм (см. таблицу 1). По этой причине $\Delta\lambda$ в формуле (4) равна 5 нм. Для более точных вычислений применяют интерполяцию с шагом 1 нм. Существует несколько методов интерполяции, рекомендованных МКО в зависимости от спектрального состава света (см. CIE 15).

Примечание 3 — В соответствии с трактовкой МКО величина $\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_a(\lambda) \Delta\lambda$ аналогична яркости, при которой определяют стандартную световую эффективность $V(\lambda)$ и максимальную световую эффективность K_{tm} (683 лм/Вт).

Примечание 4 — Если используют определение яркости, принятое МКО, то для устранения влияния шага длины волны используют интегральную формулу. Для практических целей, как правило, достаточно суммирования произведений спектральной яркости на спектральную световую эффективность с шагом 5 нм.

Примечание 5 — В уравнении (4) учтено одно из определений яркостного контраста с использованием выражения $\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_a(\lambda) \Delta\lambda$ как компонента яркости. Другие определения, такие как контраст Михельсона (ИСО 9241-302), также могут быть применены для вычисления связанного с возрастом яркостного контраста.

Примечание 6 — Связанные с возрастом изменения $V_a(\lambda)$ и его влияние на визуальную эффективность источника света описаны в ISO/TR 22411.

¹⁾ МКО — Международная комиссия по освещению.

Таблица 1 — Связанная с возрастом фотохимическая спектральная световая эффективность¹⁾

| Длина волны, нм | Фотохимическая световая эффективность | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 10—19 лет | 20—29 лет | 30—39 лет | 40—49 лет | 50—59 лет | 60—69 лет | 70—79 лет |
| 380 | 0,002 723 | 0,001 567 | 0,000 861 0 | 0,000 493 2 | 0,000 275 4 | 0,000 154 9 | 0,000 088 10 |
| 385 | 0,004 295 | 0,002 523 | 0,001 435 | 0,000 843 3 | 0,000 485 3 | 0,000 281 8 | 0,000 164 4 |
| 390 | 0,006 730 | 0,004 055 | 0,002 382 | 0,001 439 | 0,000 859 0 | 0,000 512 9 | 0,000 306 9 |
| 395 | 0,010 12 | 0,006 237 | 0,003 784 | 0,002 371 | 0,001 455 | 0,000 891 3 | 0,000 547 0 |
| 400 | 0,015 12 | 0,009 546 | 0,006 026 | 0,003 804 | 0,002 401 | 0,001 516 | 0,000 956 9 |
| 405 | 0,021 59 | 0,014 00 | 0,009 076 | 0,005 885 | 0,003 816 | 0,002 474 | 0,001 604 |
| 410 | 0,029 43 | 0,019 59 | 0,013 03 | 0,008 67 | 0,005 772 | 0,003 841 | 0,002 556 |
| 415 | 0,038 33 | 0,026 16 | 0,017 85 | 0,012 18 | 0,008 313 | 0,005 673 | 0,003 872 |
| 420 | 0,047 67 | 0,033 33 | 0,023 31 | 0,016 30 | 0,011 40 | 0,007 97 | 0,005 574 |
| 425 | 0,056 62 | 0,040 54 | 0,029 02 | 0,020 78 | 0,014 88 | 0,010 65 | 0,007 627 |
| 430 | 0,064 23 | 0,047 05 | 0,034 46 | 0,025 24 | 0,018 49 | 0,013 54 | 0,009 920 |
| 435 | 0,070 56 | 0,052 83 | 0,039 56 | 0,029 62 | 0,022 18 | 0,016 61 | 0,012 43 |
| 440 | 0,076 09 | 0,058 19 | 0,044 51 | 0,034 04 | 0,026 03 | 0,019 91 | 0,015 23 |
| 445 | 0,080 55 | 0,062 87 | 0,049 08 | 0,038 31 | 0,029 90 | 0,023 34 | 0,018 22 |
| 450 | 0,084 91 | 0,067 59 | 0,053 81 | 0,042 83 | 0,034 10 | 0,027 14 | 0,021 61 |
| 455 | 0,090 40 | 0,073 33 | 0,059 48 | 0,048 25 | 0,039 14 | 0,031 75 | 0,025 75 |
| 460 | 0,097 20 | 0,080 28 | 0,066 30 | 0,054 76 | 0,045 23 | 0,037 35 | 0,030 85 |
| 465 | 0,105 5 | 0,088 69 | 0,074 52 | 0,062 62 | 0,052 62 | 0,044 21 | 0,037 15 |
| 470 | 0,115 8 | 0,098 95 | 0,084 52 | 0,072 20 | 0,061 67 | 0,052 68 | 0,045 00 |
| 475 | 0,128 6 | 0,111 6 | 0,096 81 | 0,084 00 | 0,072 88 | 0,063 23 | 0,054 86 |
| 480 | 0,144 4 | 0,127 1 | 0,112 0 | 0,098 60 | 0,086 83 | 0,076 46 | 0,067 34 |
| 485 | 0,164 0 | 0,146 4 | 0,130 8 | 0,116 8 | 0,104 3 | 0,093 15 | 0,083 19 |
| 490 | 0,191 0 | 0,172 9 | 0,156 5 | 0,141 6 | 0,128 1 | 0,116 0 | 0,104 9 |
| 495 | 0,231 6 | 0,212 3 | 0,194 5 | 0,178 2 | 0,163 3 | 0,149 6 | 0,137 1 |
| 500 | 0,292 3 | 0,271 0 | 0,251 2 | 0,232 9 | 0,215 9 | 0,200 2 | 0,185 6 |
| 505 | 0,383 9 | 0,359 8 | 0,337 2 | 0,316 0 | 0,296 2 | 0,277 6 | 0,260 2 |
| 510 | 0,501 1 | 0,474 4 | 0,449 1 | 0,425 1 | 0,402 5 | 0,381 0 | 0,360 7 |
| 515 | 0,620 6 | 0,593 0 | 0,566 6 | 0,541 4 | 0,517 3 | 0,494 3 | 0,472 3 |
| 520 | 0,729 3 | 0,702 8 | 0,677 2 | 0,652 6 | 0,628 9 | 0,606 0 | 0,584 0 |
| 525 | 0,813 3 | 0,789 8 | 0,766 9 | 0,744 7 | 0,723 2 | 0,702 2 | 0,681 9 |
| 530 | 0,876 3 | 0,856 8 | 0,837 8 | 0,819 2 | 0,801 0 | 0,783 1 | 0,765 7 |
| 535 | 0,929 0 | 0,913 9 | 0,899 0 | 0,884 4 | 0,870 0 | 0,855 8 | 0,841 9 |
| 540 | 0,968 9 | 0,958 2 | 0,947 6 | 0,937 1 | 0,926 8 | 0,916 5 | 0,906 4 |
| 545 | 0,994 2 | 0,987 6 | 0,981 1 | 0,974 6 | 0,968 2 | 0,961 8 | 0,955 5 |
| 550 | 1,003 6 | 1,000 7 | 0,997 8 | 0,994 9 | 0,992 0 | 0,989 1 | 0,986 3 |
| 555 | 1,000 0 | 1,000 0 | 1,000 0 | 1,000 0 | 1,000 0 | 1,000 0 | 1,000 0 |
| 560 | 0,986 6 | 0,988 7 | 0,990 8 | 0,992 9 | 0,995 0 | 0,997 1 | 0,999 2 |
| 565 | 0,963 8 | 0,967 1 | 0,970 4 | 0,973 7 | 0,977 1 | 0,980 4 | 0,983 8 |
| 570 | 0,932 2 | 0,935 9 | 0,939 6 | 0,943 3 | 0,947 1 | 0,950 8 | 0,954 6 |
| 575 | 0,892 3 | 0,895 7 | 0,899 1 | 0,902 5 | 0,905 9 | 0,909 4 | 0,912 8 |
| 580 | 0,820 2 | 0,828 3 | 0,836 4 | 0,844 7 | 0,853 0 | 0,861 4 | 0,869 8 |
| 585 | 0,750 6 | 0,762 4 | 0,774 3 | 0,786 5 | 0,798 8 | 0,811 3 | 0,824 0 |
| 590 | 0,683 8 | 0,698 4 | 0,713 2 | 0,728 5 | 0,744 0 | 0,7599 | 0,7761 |
| 595 | 0,620 1 | 0,636 7 | 0,653 7 | 0,671 2 | 0,689 2 | 0,707 7 | 0,726 6 |

1) Данные для стандартного наблюдателя МКО приведены в приложении ДБ.

Окончание таблицы 1

| Длина волны, нм | Фотолическая световая эффективность | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 10—19 лет | 20—29 лет | 30—39 лет | 40—49 лет | 50—59 лет | 60—69 лет | 70—79 лет |
| 600 | 0,559 7 | 0,577 7 | 0,596 2 | 0,615 3 | 0,635 0 | 0,655 4 | 0,676 4 |
| 605 | 0,500 1 | 0,518 7 | 0,538 0 | 0,557 9 | 0,578 7 | 0,600 2 | 0,622 4 |
| 610 | 0,439 9 | 0,458 4 | 0,477 6 | 0,497 7 | 0,518 61 | 0,540 4 | 0,563 1 |
| 615 | 0,380 9 | 0,398 6 | 0,417 3 | 0,436 7 | 0,457 1 | 0,478 5 | 0,500 8 |
| 620 | 0,324 6 | 0,341 2 | 0,358 6 | 0,377 0 | 0,396 3 | 0,416 5 | 0,437 8 |
| 625 | 0,272 3 | 0,287 4 | 0,303 3 | 0,320 1 | 0,337 84 | 0,356 6 | 0,376 3 |
| 630 | 0,224 8 | 0,238 2 | 0,252 4 | 0,267 4 | 0,283 3 | 0,300 1 | 0,318 0 |
| 635 | 0,182 8 | 0,194 3 | 0,206 6 | 0,219 7 | 0,233 6 | 0,284 0 | 0,264 1 |
| 640 | 0,146 2 | 0,156 0 | 0,166 5 | 0,177 6 | 0,189 5 | 0,202 1 | 0,215 7 |
| 645 | 0,115 2 | 0,123 3 | 0,131 9 | 0,141 2 | 0,151 1 | 0,161 8 | 0,173 1 |
| 650 | 0,089 28 | 0,095 85 | 0,102 9 | 0,110 4 | 0,118 6 | 0,127 3 | 0,136 6 |
| 655 | 0,068 39 | 0,073 62 | 0,079 25 | 0,085 31 | 0,091 83 | 0,098 85 | 0,106 4 |
| 660 | 0,051 96 | 0,056 08 | 0,060 52 | 0,065 31 | 0,070 48 | 0,076 06 | 0,082 08 |
| 665 | 0,039 16 | 0,042 36 | 0,045 82 | 0,049 56 | 0,053 61 | 0,057 98 | 0,062 72 |
| 670 | 0,029 27 | 0,031 73 | 0,034 39 | 0,037 28 | 0,040 41 | 0,043 80 | 0,047 47 |
| 675 | 0,021 70 | 0,023 56 | 0,025 59 | 0,027 79 | 0,030 18 | 0,032 78 | 0,035 60 |
| 680 | 0,015 95 | 0,017 36 | 0,018 88 | 0,020 54 | 0,022 34 | 0,024 30 | 0,026 44 |
| 685 | 0,011 64 | 0,012 68 | 0,013 81 | 0,015 04 | 0,016 39 | 0,017 85 | 0,019 45 |
| 690 | 0,008 417 | 0,009 180 | 0,010 01 | 0,010 92 | 0,011 91 | 0,012 99 | 0,014 17 |
| 695 | 0,006 039 | 0,006 593 | 0,007 199 | 0,007 861 | 0,008 583 | 0,009 371 | 0,010 23 |
| 700 | 0,004 297 | 0,004 696 | 0,005 131 | 0,005 607 | 0,006 127 | 0,006 696 | 0,007 317 |
| 705 | 0,003 036 | 0,003 319 | 0,003 628 | 0,003 967 | 0,004 338 | 0,004 750 | 0,005 192 |
| 710 | 0,002 144 | 0,002 346 | 0,002 565 | 0,002 807 | 0,003 072 | 0,003 370 | 0,003 684 |
| 715 | 0,001 515 | 0,001 658 | 0,001 813 | 0,001 986 | 0,002 175 | 0,002 390 | 0,002 614 |
| 720 | 0,001 070 | 0,001 172 | 0,001 282 | 0,001 405 | 0,001 540 | 0,001 696 | 0,001 855 |
| 725 | 0,000 755 9 | 0,000 828 0 | 0,000 906 4 | 0,000 994 4 | 0,001 090 | 0,001 203 | 0,001 316 |
| 730 | 0,000 533 9 | 0,000 585 2 | 0,000 640 9 | 0,000 703 6 | 0,000 771 9 | 0,000 853 3 | 0,000 933 7 |
| 735 | 0,000 377 2 | 0,000 413 6 | 0,000 453 1 | 0,000 497 9 | 0,000 546 5 | 0,000 605 4 | 0,000 662 5 |
| 740 | 0,000 266 4 | 0,000 292 3 | 0,000 320 3 | 0,000 352 3 | 0,000 386 9 | 0,000 429 4 | 0,000 470 1 |
| 745 | 0,000 188 2 | 0,000 206 6 | 0,000 226 5 | 0,000 249 3 | 0,000 274 0 | 0,000 304 6 | 0,000 333 5 |
| 750 | 0,000 133 0 | 0,000 146 0 | 0,000 160 1 | 0,000 176 4 | 0,000 194 0 | 0,000 216 1 | 0,000 236 7 |
| 755 | 0,000 093 92 | 0,000 103 2 | 0,000 113 2 | 0,000 124 8 | 0,000 137 3 | 0,000 153 3 | 0,000 167 9 |
| 760 | 0,000 066 34 | 0,000 072 93 | 0,000 080 04 | 0,000 088 30 | 0,000 097 23 | 0,000 108 8 | 0,000 119 1 |
| 765 | 0,000 046 86 | 0,000 051 55 | 0,000 056 59 | 0,000 062 47 | 0,000 068 84 | 0,000 077 15 | 0,000 084 54 |
| 770 | 0,000 033 11 | 0,000 036 43 | 0,000 040 01 | 0,000 044 20 | 0,000 048 74 | 0,000 054 73 | 0,000 059 98 |
| 775 | 0,000 023 39 | 0,000 025 75 | 0,000 028 29 | 0,000 031 28 | 0,000 034 51 | 0,000 038 83 | 0,000 042 56 |
| 780 | 0,000 016 52 | 0,000 018 20 | 0,000 020 00 | 0,000 022 13 | 0,000 024 43 | 0,000 027 54 | 0,000 030 20 |
| Примечание — Данные приведены по [2]. | | | | | | | |

5 Использование связанного с возрастом яркостного контраста

5.1 Связанный с возрастом яркостный контраст должен быть использован как эквивалентное значение яркостного контраста при оценке видимости, зрительной производительности и внешнего вида знаков и дисплеев. Количественная оценка яркостного контраста зависит от условий использования и должна быть выполнена с учетом следующих факторов:

- пространственной и временной конфигурации источников света.

Примечание 1 — Для оценки значений контраста используют графики временной и пространственной зависимости контрастной чувствительности глаза;

- визуальных условий.

Примечание 2 — Среди факторов, определяющих визуальные условия, уровень яркости света оказывает наибольшее влияние на восприятие контраста;

- задач на визуальное восприятие.

Примечание 3 — Оценка значения контраста зависит от выполняемых задач, например, обнаружения объектов, считывания букв или оценки визуальных впечатлений, например оценки четкости текста.

5.2 В некоторых областях применения, например в области электронных видеодисплеев и графических символов (знаков безопасности), требуются особые значения яркостного контраста (ИСО 9241-303, 5.5.2; ИСО 3864-1 и ИСО 3864-4). Связанный с возрастом яркостный контраст должен соответствовать этим значениям.

Приложение А (справочное)

Пример вычисления и применения связанного с возрастом яркостного контраста

А.1 Назначение примера

В приложении приведен пример вычисления связанного с возрастом яркостного контраста, показывающий, что у людей различного возраста существует разное восприятие контраста. Также приведены дополнительные примеры по проектированию источников света с учетом связанной с возрастом фотооптической спектральной световой эффективности.

А.2 Пример вычисления

В соответствии с методом, описанным в разделе 4, может быть вычислен связанный с возрастом яркостный контраст определенного визуального знака, показанного на рисунке А.1 а), для человека 20 лет и человека 70 лет. Данные спектральной плотности энергетической яркости знака и его заднего фона приведены на рисунке А.1 б). Применяя значение спектральной световой эффективности человека 20 лет $V_{20}(\lambda)$, приведенное в таблице 1, с помощью формулы (4), связанный с возрастом яркостный контраст для человека 20 лет (C_{20}) для знака, изображенного на рисунке А.1, вычисляются следующим образом:

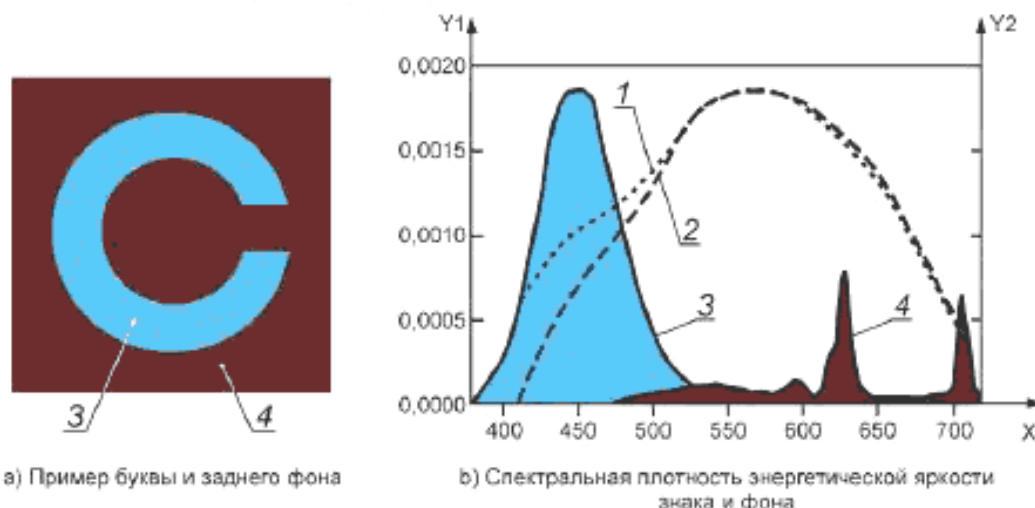
$$C_{20} = \frac{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_{20}(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,2} V_{20}(\lambda) \Delta\lambda} = \frac{0,0031}{0,0015} = 2,07.$$

Связанный с возрастом яркостный контраст для человека 70 лет, $V_{70}(\lambda)$, с использованием той же формулы вычисляются следующим образом:

$$C_{70} = \frac{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,1} V_{70}(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} L_{e,\lambda,2} V_{70}(\lambda) \Delta\lambda} = \frac{0,0018}{0,0016} = 1,13.$$

Связанный с возрастом яркостный контраст знака, показанного на рисунке А.1 а) (например, буквы синего цвета на темно-коричневом фоне), составляет 2,07 для человека 20 лет и 1,13 для человека 70 лет. Следовательно, видимость знака для пожилых людей гораздо ниже. Если яркостный контраст для пожилых людей должен быть таким же, как и для более молодых ($C_{\text{д}}$ = 2,07), то энергетическая яркость должна быть повышена на 1,83.

Примечание — Определение предельных значений яркостного контраста зависит от требований проекта.



а) Пример буквы и заднего фона

б) Спектральная плотность энергетической яркости знака и фона

X — длина волны, нм; Y1 — спектральная плотность энергетической яркости, Вт·м⁻²·ср⁻¹·нм⁻¹;
Y2 — световая эффективность

1 — $V_{20}(\lambda)$; 2 — $V_{70}(\lambda)$; 3 — синяя буква;
4 — темно-коричневый фон

Рисунок А.1 — Пример буквы и фона, используемый для вычисления связанного с возрастом яркостного контраста

A.3 Пример проектирования источников света с использованием связанного с возрастом яркостного контраста

Ниже приведены примеры использования связанного с возрастом яркостного контраста при проектировании улучшенных источников света.

Оценка зрительной эффективности новой лампы для пожилых людей.

Сравнение яркостного контраста эталонной лампы и новой лампы проводят в двух одинаково оборудованных комнатах, одну из которых освещают с помощью эталонной лампы, а другую — с помощью исследуемой лампы. Это позволяет получить количественную оценку зрительной эффективности новой лампы для пожилых людей.

Проектирование источника света с целью улучшения его видимости пожилыми людьми.

Подходящий источник света можно спроектировать на основе вычисления связанного с возрастом яркостного контраста так, чтобы при недостаточной яркостной контрастности ее можно было увеличить и сделать источник света более видимым для пожилых людей.

A.4 Применение связанной с возрастом функции фотопической спектральной световой эффективности

Функцию фотопической спектральной световой эффективности $V_p(\lambda)$ измеряют с помощью метода фликкер-фотометрии. Она может быть использована для оценки источника света с точки зрения задач, имеющих отношение к пространственной и временной дифференциации. Значение функции отличается от функции фотопической спектральной световой эффективности, измеренной с помощью метода прямого измерения яркости (светлоты), и используют для оценки источника света с точки зрения задач на зрительное восприятие, имеющих отношение к обнаружению или видимой яркости цветного источника света.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|--|----------------------|---|
| ИСО 3864-1:2011 | — | * |
| ИСО 3864-4:2011 | — | * |
| ИСО 9241-302:2008 | — | * |
| ИСО 9241-303:2008 | — | * |
| ИСО 23539:2005 | — | * |
| СIE 15.2:1986 | — | * |
| СIE 17.4:1987 | — | * |
| * Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. | | |

Приложение ДБ
(справочное)

Фотопическая спектральная световая эффективность стандартного наблюдателя МКО

Таблица ДБ.1

| Длина волны, нм | Фотопическая спектральная световая эффективность стандартного наблюдателя МКО | Длина волны, нм | Фотопическая спектральная световая эффективность стандартного наблюдателя МКО |
|-----------------|---|-----------------|---|
| 380 | 0,00003900000000 | 580 | 0,87000000000000 |
| 385 | 0,00006400000000 | 585 | 0,81630000000000 |
| 390 | 0,00012000000000 | 590 | 0,75700000000000 |
| 395 | 0,00021700000000 | 595 | 0,69490000000000 |
| 400 | 0,00039600000000 | 600 | 0,63100000000000 |
| 405 | 0,00064000000000 | 605 | 0,56680000000000 |
| 410 | 0,00121000000000 | 610 | 0,50300000000000 |
| 415 | 0,00218000000000 | 615 | 0,44120000000000 |
| 420 | 0,00400000000000 | 620 | 0,38100000000000 |
| 425 | 0,00730000000000 | 625 | 0,32100000000000 |
| 430 | 0,01160000000000 | 630 | 0,26500000000000 |
| 435 | 0,01684000000000 | 635 | 0,21700000000000 |
| 440 | 0,02300000000000 | 640 | 0,17500000000000 |
| 445 | 0,02980000000000 | 645 | 0,13820000000000 |
| 450 | 0,03800000000000 | 650 | 0,10700000000000 |
| 455 | 0,04800000000000 | 655 | 0,08160000000000 |
| 460 | 0,06000000000000 | 660 | 0,06100000000000 |
| 465 | 0,07390000000000 | 665 | 0,04458000000000 |
| 470 | 0,09098000000000 | 670 | 0,03200000000000 |
| 475 | 0,11260000000000 | 675 | 0,02320000000000 |
| 480 | 0,13902000000000 | 680 | 0,01700000000000 |
| 485 | 0,16930000000000 | 685 | 0,01192000000000 |
| 490 | 0,20802000000000 | 690 | 0,00821000000000 |
| 495 | 0,25860000000000 | 695 | 0,00572300000000 |
| 500 | 0,32300000000000 | 700 | 0,00410200000000 |
| 505 | 0,40730000000000 | 705 | 0,00292900000000 |
| 510 | 0,50300000000000 | 710 | 0,00209100000000 |
| 515 | 0,60820000000000 | 715 | 0,00148400000000 |
| 520 | 0,71000000000000 | 720 | 0,00104700000000 |
| 525 | 0,79320000000000 | 725 | 0,00074000000000 |
| 530 | 0,86200000000000 | 730 | 0,00052000000000 |
| 535 | 0,91485010000000 | 735 | 0,00036110000000 |
| 540 | 0,95400000000000 | 740 | 0,00024920000000 |
| 545 | 0,98030000000000 | 745 | 0,00017190000000 |
| 550 | 0,99495010000000 | 750 | 0,00012000000000 |
| 555 | 1,00000000000000 | 755 | 0,00008480000000 |
| 560 | 0,99500000000000 | 760 | 0,00006000000000 |
| 565 | 0,97860000000000 | 765 | 0,00004240000000 |
| 570 | 0,95200000000000 | 770 | 0,00003000000000 |
| 575 | 0,91540000000000 | 775 | 0,00002120000000 |
| | | 780 | 0,00001499000000 |

Библиография

- [1] ISO/IEC Guide 71:2001, Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities
- [2] SAGAWA, K., TAKAHASHI, Y. Spectral luminous efficiency as a function of age. J. Opt. Soc. Am., A18, 2001, pp. 2659—2667
- [3] ISO/TR 22411:2008, Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities

Ключевые слова: эргономика, световая эффективность излучения, поток излучения, яркость, контрастность, дневное зрение, яркостный контраст, источник света

Редактор *И.В. Меньших*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 14.02.2014. Подписано в печать 25.03.2014. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,30. Тираж 82 экз. Зак. 546.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru