ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы текстильные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ

Часть J03

Метод расчета цветовых различий

Издание официальное

БЗ 2—2000/16

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Центром стандартизации, метрологии, экспертизы и сертификации в легкой, текстильной и смежных отраслях промышленности «Легпромстандарт» (Центр «Легпромстандарт») Госстандарта России и Открытым акционерным обществом Научно-производственным комплексом «ЦНИИШерсть» (ОАО НПК «ЦНИИШерсть»)

ВНЕСЕН Госстандартом России, Техническим комитетом по стандартизации ТК 412 «Текстиль»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 29 декабря 1999 г. № 845-ст

3 Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст международного стандарта ИСО 105-J03—1995 «Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть J03. Метод расчета цветовых различий», включая изменение № 1—1996 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Определения 1
3 Сущность метода 2
3.1 Расчет колориметрических характеристик в системе CIELab 2
3.2 Расчет значений цветовых различий в системе CIELab 3
3.3 Расчет значений цветовых различий в системе CMC 3
4 Отчет об испытаниях 4
Приложение А Комментарий 5
Приложение Б Данные для репрезентативных оценок 6
Приложение В Листинг компьютерной программы для расчета цветовых различий 7

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы текстильные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ

Часть J03

Метод расчета цветовых различий

Textiles. Tests for colour fastness. Part J03. Calculation of colour differences

Дата введения 2001—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на текстильные материалы и устанавливает метод расчета цветового различия двух проб из одного и того же материала, измеренных в одних и тех же условиях. Полученное числовое значение общего цветового различия ΔE_{CMC} (l:c) количественно определяет степень несоответствия проб по цвету. Данный метод позволяет установить максимальное значение (допуск), которое зависит лишь от требуемой точности определения цветового равенства в данном конкретном случае, а не от того, с каким именно цветом имеют дело, или от характера цветовых различий.

Метод также позволяет определить отношение различия в светлоте к насыщенности и цветовому тону.

Примечание — В приложении А приведены руководящие указания по толкованию результатов. В приложении Б представлены данные испытаний пробы, предназначенные для проверки компьютерных программ. В приложении В приведен листинг программы для расчета цветовых различий.

2 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями[1]:

а) светлота: Компонент цвета, который оценивается допуском по светлоте ($\Delta L^*/lS_L$). Обозначается ΔL_{CMC}. Если L_{CMC} является положительной, то тестируемая проба светлее исходной пробы. Если ΔL_{CMC} отрицательна — то тестируемая проба темнее исходной;

б) насыщенность: Компонент цвета, который оценивается допуском по насыщенности цвета ($\Delta C^*_{ab}/cS_c$). Обозначается ΔC_{CMC}. Если ΔC_{CMC} является положительной, то тестируемая проба имеет более насыщенный цвет, чем исходная проба. Если ΔC_{CMC} — отрицательна, то тестируемая проба имеет менее насыщенный цвет, чем исходная проба;

в) цветовой тон: Компонент цвета, который оценивается допуском по цветовому тону ($\Delta H^*_{ab}/S_c$). Обозначается ΔH_{CMC}. Если ΔH_{CMC} является положительной, то различие цветового тона пробы соответствует на диаграмме CIELab области значений a^*, b^*, образуемой при движении против часовой стрелки от образца сравнения. Если ΔH_{CMC} является отрицательной, то различие цветовой тестируемой пробы соответствует на диаграмме CIELab области значений a^*, b^*, образуемой при движении по часовой стрелке от образца сравнения;

г) цвет (окраска)#: Визуально воспринимаемая характеристика светового излучения. Характеризуется тремя компонентами (стимулами): светлотой, насыщенностью и цветовым тоном;

д) цветовое различие#: Наблюдаемое интегральное изменение в цвете (окраске) безотносительно отдельных компонент цвета.

[1] Термины, не выделенные в стандарте ИСО 105-J01—95, помечены символом «#».

Издание официальное

3 Сущность метода

Цветовое пространство CIE[1] 1976 $L^*a^*b^*$ (CIELab) было модифицировано в целях повышения его визуальной равноконтрастности при расчете цветового различия двумя образцами (пробами). Модификации CIELab позволяет получить с помощью уравнения CMC числовое значение ΔE_{CMC}, которое описывает цветовое различие между тестируемой и исходной (контрольной) пробами текстильного материала в примерно равноконтрастном цветовом пространстве. Это позволяет применять единый цифровой допуск («предельный допуск» или «пределы приемки/браковки результатов») при вынесении суждения о приемлемости полученной точности цветового равенства; при этом допуск не зависит от цвета исходной пробы. Полуоси эллипсоида (lS_L, cS_L и S_H), используемые для определения ΔE_{CMC}, дают возможность оценки трех отдельных компонентов цветового различия (светлоты, насыщенности и цветового тона) способом, приемлемым для многих областей применения.

Уравнение для определения ΔE_{CMC} определяет границу эллипсоидальной области (с осями в направлениях светлоты, насыщенности и цветового тона), центрированной вокруг локуса цвета исходной пробы. Согласованный предел допустимых значений ΔE_{CMC} определяет объем в цветовом пространстве, в пределах которого все пробы будут отличаться по цвету в пределах допуска.

Общее цветовое различие формируется тремя компонентами (стимулами): светлотой, насыщенностью и цветовым тоном, каждый из которых вносит вклад в визуально наблюдаемое различие между исходной и тестируемой пробой.

Ниже приводится методика расчета колориметрических характеристик в различных колориметрических системах.

3.1 Расчет колориметрических характеристик в системе CIELab

Значения L^*, a^*, b^*, C^*_{ab} и h_{ab} в системе CIELab рассчитывают по координатам цвета X, Y, Z для тестируемой пробы и исходной (контрольной) пробы следующим образом:

$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$, ... если $Y/Y_n > 0{,}008856$

или

$L^* = 903{,}3\ (Y/Y_n)$, ... если $Y/Y_n \le 0{,}008856$;
$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$;
$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$,
где $f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3}$, ... если $X/X_n > 0{,}008856$

или

$f(X/X_n) = 7{,}787\ (X/X_n) + 16/116$, ... если $X/X_n \le 0{,}008856$;
$f(Y/Y_n) = (Y/Y_n)^{1/3}$, ... если $Y/Y_n > 0{,}008856$

или

$f(Y/Y_n) = 7{,}787(Y/Y_n) + 16/116$, ... если $Y/Y_n \le 0{,}008856$;
$f(Z/Z_n) = (Z/Z_n)^{1/3}$, ... если $Z/Z_n > 0{,}008856$

или

$f(Z/Z_n) = 7{,}787(Z/Z_n) + 16/116$, ... если $Z/Z_n \le 0{,}008856$;
$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$;

$h_{ab} = \text{arctg}\ (b^*/a^*)$, угол (от 0° до 360°), определяющий положение вектора цвета на плоскости a^*b^*, причем положительная полуось a^* находится под углом 0°, а положительная полуось b^* — под углом 90°.

В этих уравнениях X_n, Y_n и Z_n — координаты цвета для сочетания «источник света/наблюдатель», при котором рассчитывают цветовые различия CMC(l:c). Предпочтительным сочетанием «источник света/наблюдатель» является $D_{65}/10°$. В таблице 1 приведены значения для этого и пяти других сочетаний.

[1] CIE — International Commission on Illumination: Международная комиссия по освещению (МКО), Австрия. В тексте стандарта аббревиатура CIE используется применительно к колориметрической системе CIE (МКО).

Таблица 1 — Координаты цвета для различных сочетаний «источник света/наблюдатель»

Сочетание «источник света/наблюдатель»	Координаты цвета		
	X_n	Y_n	Z_n
$D_{65}/10°$	94,811	100,000	107,304
$D_{65}/2°$	95,047	100,000	108,883
C/10°	97,285	100,000	116,145
C/2°	98,074	100,000	118,232
A/10°	111,146	100,000	35,200
A/2°	109,850	100,000	35,585

3.2 Расчет значений цветовых различий в системе CIELab

Рассчитывают значения цветовых различий ΔL^*, Δa^*, Δb^*, ΔC^*_{ab}, ΔE^*_{ab}, ΔE^*_{ab} в системе CIELab по следующим формулам, в которых подстрочные индексы R и S соответственно определяют значения для исходной (контрольной) и тестируемой пробы

$$\Delta L^* = L^*_S - L^*_R;$$
$$\Delta a^* = a^*_S - a^*_R;$$
$$\Delta b^* = b^*_S - b^*_R;$$
$$\Delta C^*_{ab} = C^*_{ab,S} - C^*_{ab,R};$$
$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2};$$
$$\Delta H^*_{ab} = pq[(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*_{ab})^2]^{1/2};$$

где $p = 1$, если $m \geq 0$
или $p = -1$, если $m < 0$
и
$q = 1$, если $|m| \leq 180$
или $q = -1$, если $|m| > 180$,
где $m = h_{ab,S} - h_{ab,R}$, а | ... — знак модуля.

Или эквивалентно:

$$\Delta H^*_{ab} = t[2(C^*_{ab,S}C^*_{ab,R} - a^*_S a^*_R - b^*_S b^*_R)]^{1/2},$$

где $t = 1$, если $a^*_S b^*_R \leq a^*_R b^*_S$
или $t = -1$, если $a^*_S b^*_R > a^*_R b^*_S$.

3.3 Расчет значений цветовых различий в системе CMC

Значения цветовых различий ΔE_{CMC} в системе CMC рассчитывают по следующей формуле

$$\Delta E_{CMC}(l{:}c) = [(\Delta L^*/lS_L)^2 + (\Delta C^*_{ab}/cS_C)^2 + (\Delta H^*_{ab}/{}^*S_H)^2]^{1/2}.$$

Рассчитывают полуоси эллипсоида по значениям L^*_R, C^*_{ab} и $h_{ab,R}$ для контрольной пробы следующим образом:

$$S_L = 0{,}040975L^*_R/(1 + 0{,}01765\ L^*_R), \text{ если } L^*_R \geq 16$$

или $S_L = 0{,}0511$, если $L^*_R < 16$;

$$S_C = [0{,}0638C^*_{ab,R}/(1 + 0{,}0131C^*_{ab,R})] + 0{,}638;$$
$$S_H = (FT + 1 - F)S_C,$$

где $F = \{(C^*_{ab,R})^4/[(C^*_{ab,R})^4 + 1900]\}^{1/2}$;

$T = 0{,}36 + |0{,}4\cos(35 + h_{ab,R})|$, если $h_{ab,R} \leq 164°$ или $h_{ab,R} \geq 345°$
$T = 0{,}56 + |0{,}2\cos(168 + h_{ab,R})|$, если $164° < h_{ab,R} < 345°$.

Примечание — Значение l обычно устанавливают равным 2,0. Значение C должно быть равным 1,0. Это позволяет зафиксировать положение трех полуосей для лучшей корреляции с результатами визуальной оценки текстильных материалов. Если характеристики поверхности пробы значительно отличаются от характеристик текстильного материала с гладкой поверхностью, то могут потребоваться другие значения l.

4 Отчет об испытаниях

Отчет должен включать следующую информацию:

а) обозначение настоящего стандарта;

б) характеристики тестируемых и исходных (контрольных) проб сравнения;

в) описание спектрофотометра или колориметра, включая тип оптической геометрии CIE, для которой были получены вводимые для расчета данные;

г) значение (значения) ΔE_{CMC} для тестируемой пробы (проб);

д) значения l и c [например, CMC (2:1)];

е) сочетание «источник света/наблюдатель», использованное в вычислениях (например, $D_{65}/10^{\circ}$);

ж) критерий приемки, применяемый при вынесении решения о приемке/отбраковке результатов (см. приложение А) (при необходимости);

и) различия по цветовым характеристикам компоненты цветового различия ΔL_{CMC}, ΔC_{CMC}, ΔH_{CMC} (при необходимости);

к) значения L^*, a^*, b^*, C^*_{ab} и h_{ab} в системе CIELab для исходной (контрольной) пробы и тестируемой пробы (проб) и связанные с ними значения ΔL^*, Δa^*, Δb^*, ΔC^*_{ab}, ΔE^*_{ab}, ΔH^*_{ab} (при необходимости);

л) дату составления отчета.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Комментарий

А.1 При решении вопроса о точности цветового равенства для конкретного применения настоящего метода пользователю необходимо определить допуск, удовлетворяющий требованиям всех заинтересованных сторон.

Значение показателя ΔE_{CMC}, рассчитанное для тестируемой и контрольной проб, сравнивается с этим допуском, что позволяет определить, существует ли равенство цвета тестируемой пробы и цвета контрольной пробы. Тестируемые пробы после сравнения их с контрольными, можно подразделить на две категории:

- приемлемые пробы (подлежат приемке), для которых значения ΔE_{CMC} меньше или равны согласованному допуску,
- неприемлемые (бракуемые) пробы, для которых значения ΔE_{CMC} превышают согласованный допуск.

Выражение $\Delta E_{CMC} = 1{,}0$ дает границу эллипсоидальной области цветового пространства (с осями в направлениях светлоты, насыщенности и цветового тона), в центре которой расположен цвет контрольной пробы. Длины эллипсоидальных полуосей определяются значениями lS_L, cS_C и S_H. При умножении этих значений на согласованный допуск приемки получается объем цветового пространства, в пределах которого все тестируемые пробы будут иметь цвет, хорошо согласующийся с цветом контрольной пробы.

А.2 В некоторых случаях приемлемые пробы необходимо сгруппировать таким образом, чтобы в каждой из групп находились пробы, близкие по цвету, что позволит, например, использовать соответствующие материалы для изготовления одного изделия. В таких случаях необходимо определить внутри эллипсоида малые субобъемы со своим допуском, например, методом «555» для сортировки по прямоугольным зонам (блокам). Размеры каждого малого субобъема можно найти, определив количество групп с учетом масштаба на трех полуосях цветового пространства CMC и затем разделив общий объем эллипсоида приемлемых образцов на количество таких малых субобъемов. На рисунке А.1 этот способ проиллюстрирован на примере метода «555».

А.3 Хотя концепция определения общего цветового различия ΔE_{CMC} применима для ахроматических образцов, метод секционирования этой величины не корректен в случаях, когда $C^*_{ab,R} \leq 4{,}0$, за исключением различий по светлоте.

При $C^*_{ab,R} \leq 4{,}0$ инструментально определенные различия по насыщенности и цветовому тону часто не согласуются с результатами визуальной оценки. Тем не менее допускается применять отдельные компоненты цветовых различий для определения размера отдельных сортировочных блоков в целях сортировки образцов по цвету.

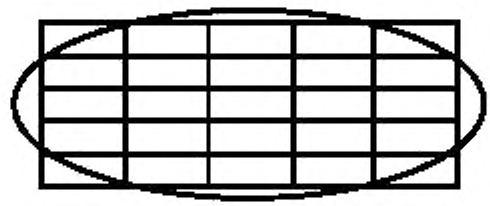

Рисунок А.1 — Сортировочные блоки по методу «555» внутри эллипсоида приемлемых цветов (сечение по двум осям)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Данные для репрезентативных оценок

Для проверки компьютерных программ, позволяющих определить значения ΔE_{CMC} по формуле CMC, в таблице Б.1 приведены некоторые данные репрезентативных испытаний. Данные приведены для источника света D_{65} и десятиградусного наблюдателя, используя X_n = 94,811, Y_n = 100, 00 и Z_n = 107,304 (значения из таблицы 1). В качестве шести парных цветов сравнения выбраны красный, синий, желтый, зеленый, серый и еще один красный. Соотношение *l*:*c* принималось равным 2:1.

Таблица Б.1 — Данные испытаний для формулы CMC (2:1) (D_{65}/10°)

Номер пары	Координаты цвета			Значения CIELab			ΔE_{CMC}
	X	*Y*	*Z*	*L**	*a**	*b**	
1	69,556	70,797	67,146	87,39	5,32	7,19	
	68,614	69,698	65,942	86,85	5,59	7,29	0,42
2	53,180	57,467	66,036	80,44	—3,35	—3,84	
	54,385	58,760	67,111	81,16	—3,35	—3,52	0,45
3	63,089	67,667	23,126	85,84	—2,45	55,67	
	61,950	66,366	22,565	85,18	—2,26	55,52	0,27
4	23,178	28,245	21,074	60,11	—15,42	14,97	
	21,896	27,060	20,137	59,03	—16,64	14,86	0,97
5	12,938	13,590	16,071	43,64	0,35	—3,39	
	12,168	12,737	15,221	42,36	0,64	—3,68	0,81
6	14,640	11,100	11,060	39,75	27,95	2,35	
	14,520	11,190	12,220	39,90	26,57	—0,57	2,33

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Листинг компьютерной программы для расчета цветовых различий

Для расчета цветовых различий можно использовать программу, написанную на языке BASIC. Специфические формы программы могут потребовать ее модификации для использования в некоторых компьютерных системах.

```
10 ' CMC (L:C) COLOUR DIFFERENCE FORMULA
20 ' ########################################
30 ' Input data and print results
40 ' ########################################
50 INPUT " Input CMC (l:c) weighting factors '1', 'c' " ; L, C
60 INPUT " Input X, Y, Z of reference " ; X(1), X(2), X(3)
65 LPRINT " X, Y, Z of reference " ; X(1), X(2), X(3) : GOSUB 160 : LI = CL : A1 = CA : B1 = CB
70 INPUT " X, Y, Z of specimen" ; X(1), X(2), X(3)
75 LPRINT "X, Y, Z of specimen " ; X(1), X(2), X(3)
80 GOSUB 230
90 LPRINT " L*, a*, b*, Hue angle of reference " ; L1, A1, B1, H1
100 LPRINT " L*, a*, b*, Hue angle of specimen " ; L2, A2, B2, H2
110 LPRINT " DL/1S1 DC/cSc DH/Sh ("; L; " : "C")
120 LPRINT DL; DC; DH; DE : LPRINT : GOTO 60
130 ' ########################################
140 ' Calculate L*, a*, b* values (d65/10)
150 ' ########################################
160 X (1) = X (1) / 94. 811 : X (2) = X (2) / 100 : X (3) / 107.304
170 FOR I =1 TO 3:IF X (1) < 8.856001E — 0.3 THEN FX (1) = 7.787* X (1) + 16 / 116 ELSE FX (1) =
= X (1) ^ (1/3)
180 NEXT
190 CL = 116* FX (2) — 16: CA = 500* (FX (1) — FX (2)) : CB = 200* (FX (2) — FX (3)) : RETURN
200 ' ########################################
210 ' Calculate CMC colour difference
220 ' ########################################
230 DL = L2 — L1 : C1 = SQR (B1* B1 + A1* A1) : C2 = SQR (B2* B2 + A2* A2) : DC = C2 — C1
240 S1 = DL*DL + (A2 — A1)* (A2 — A1) + (B2 — B1)* (B2 — B1)
250 DH = 0:AA = S1 — DL* DL — DC* DC : IF AA < 0 THEN 260 ELSE DH = SQR (AA)
260 IF (A2*B2) = 0 THEN 280 ELSE H2 = 180 — SGH (B2)* 90 — ATN (A2/B2)* 57.3
270 GOTO 300
280 BB2 = SGN (ABS (B2)):AA2 = SGH (A2 + B2)
290 H2 = 90* (BB2—AA2+1)
300 IF (A1* B1) = 0 THEN 320 ELSE H1 = 180 — SGH (B1)* 90 — ATN (A1/B1)* 57.3
310 GOTO 340
320 BB1 = SGH (ABS(B1)) : AA1 = SGH (A1 + B1)
330 H1 = 90* (BB1 — AA1 + 1)
340 IF H1 < 164 OR H1 > = 345 THEN 350 EJSE GOTO 360
350 T = . 36 + ABS (. 4* COS ((H1 + 35) / 57.3)) : GOTO 370
360 T = . 56 + ABS (. 2* COS ((H1 + 168) / 57.3))
370 SL = . 040975* L1 / (1 + . 01765* L1) : IF L1 < = 16 THEN LET SL = . 511
380 SC = . 0638* C1 / (1 + 0 . 0131* C1) + .638 : F = SQR (C1 ^ 4 / (C1 ^ 4 + 1900)):SH = SC* (T* F + 1 — F) :
DL = DL / (L* SL) : DC = DC / (C* SC):DH=DH / SH
385 DA = H2 — H1: IF ABS (DA) > 180 THEN Y1 = —1 ELSE YI = 1
386 Y2 = Y1* DA : IF Y2 < = 0 THEN DH = —DH
390 DE = SQR (DL* DL + DC* DC + DH* DH)
400 RETURN
```

УДК 677.04.001.4:006.354 ОКС 59.080.01 М09 ОКСТУ 8309

Ключевые слова: материалы текстильные, красители, устойчивость окраски, испытания, определение устойчивости окраски, расчет цветовых различий

Редактор *Т.П. Шашина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И.Варенцова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 29.05.2000. Подписано в печать 17.07.2000. Усл.печ.л. 1,40. Уч.-изд.л. 0,76.
Тираж 211 экз. С 5555. Зак. 643.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru