

Материалы текстильные
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ

Часть J03

Метод расчета цветовых различий

Издание официальное

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

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 $\Delta E_{CMC}(l:c)$ 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 определениями¹⁾:

а) светлота: Компонент цвета, который оценивается допуском по светлоте ($\Delta L^*/S_L$). 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 «#».

3 Сущность метода

Цветовое пространство CIE¹⁾ 1976 $L^*a^*b^*$ (CIELab) было модифицировано в целях повышения его визуальной равноконтрастности при расчете цветового различия двумя образцами (пробами). Модификации CIELab позволяют получить с помощью уравнения СМС числовое значение $\Delta E_{\text{СМС}}$, которое описывает цветовое различие между тестируемой и исходной (контрольной) пробой 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 (L^*_n , a^*_n и b^*_n), используемые для определения $\Delta E_{\text{СМС}}$, дают возможность оценки трех отдельных компонентов цветового различия (светлоты, насыщенности и цветового тона) способом, приемлемым для многих областей применения.

Уравнение для определения $\Delta E_{\text{СМС}}$ определяет границу эллипсоидальной области (с осями в направлениях светлоты, насыщенности и цветового тона), центрированной вокруг локуса цвета исходной пробы. Согласованный предел допустимых значений $\Delta E_{\text{СМС}}$ 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:

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

или

$$L^* = 903,3 (Y/Y_n), \dots \dots \dots \text{если } Y/Y_n \leq 0,008856;$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)];$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)],$$

$$\text{где } f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3}, \dots \dots \dots \text{если } X/X_n > 0,008856$$

или

$$f(X/X_n) = 7,787 (X/X_n) + 16/116, \dots \dots \dots \text{если } X/X_n \leq 0,008856;$$

$$f(Y/Y_n) = (Y/Y_n)^{1/3}, \dots \dots \dots \text{если } Y/Y_n > 0,008856$$

или

$$f(Y/Y_n) = 7,787 (Y/Y_n) + 16/116, \dots \dots \dots \text{если } Y/Y_n \leq 0,008856;$$

$$f(Z/Z_n) = (Z/Z_n)^{1/3}, \dots \dots \dots \text{если } Z/Z_n > 0,008856$$

или

$$f(Z/Z_n) = 7,787 (Z/Z_n) + 16/116, \dots \dots \dots \text{если } Z/Z_n \leq 0,008856;$$

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2};$$

$h_{ab} = \arctg(b^*/a^*)$, 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 СМС($l:c$). Предпочтительным сочетанием «источник света/наблюдатель» является $D_{65}/10^\circ$. 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
$D_{65}/10^\circ$	94,811	100,000	107,304
$D_{65}/2^\circ$	95,047	100,000	108,883
$C/10^\circ$	97,285	100,000	116,145
$C/2^\circ$	98,074	100,000	118,232
$A/10^\circ$	111,146	100,000	35,200
$A/2^\circ$	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

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L_S^* - L_R^*; \\ \Delta a^* &= a_S^* - a_R^*; \\ \Delta b^* &= b_S^* - b_R^*; \\ \Delta C_{ab}^* &= C_{ab,S}^* - C_{ab,R}^*; \\ \Delta E_{ab}^* &= [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}; \\ \Delta H_{ab}^* &= pq[(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2]^{1/2};\end{aligned}$$

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 $| \dots |$ — 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

$$\Delta E_{CMC}(L^*, C^*, H^*) = [(\Delta L^*/S_L)^2 + (\Delta C^*/S_C)^2 + (\Delta H^*/S_H)^2]^{1/2}.$$

Рассчитывают полуоси эллипсоида по значениям L_R^* , C_R^* и $h_{ab,R}$ для контрольной пробы следующим образом:

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

или $S_L = 0,0511$, если $L_R^* < 16$;

$$S_C = [0,0638 C_{ab,R}^* / (1 + 0,0131 C_{ab,R}^*)] + 0,638;$$

$$S_H = (FT + 1 - F)S_C,$$

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

$$T = 0,36 + |0,4 \cos(35 + h_{ab,R})|, \text{ если } h_{ab,R} \leq 164^\circ \text{ или } h_{ab,R} \geq 345^\circ$$

$$T = 0,56 + |0,2 \cos(168 + h_{ab,R})|, \text{ если } 164^\circ < h_{ab,R} < 345^\circ.$$

Примечание — Значение F обычно устанавливают равным 2,0. Значение S 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 F .

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, D₆₅/10°);
- 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.

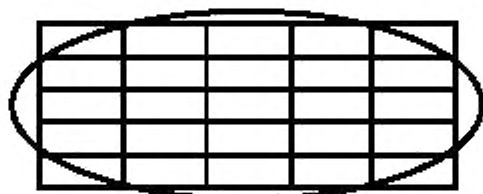


Рисунок А.1 — Сортировочные блоки по методу «555» внутри эллипсоида приемлемых цветов
(сечение по двум осям)

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 D₆₅ 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 k принималось равным 2:1.

Таблица Б.1 — Данные испытаний для формулы CMC (2:1) (D₆₅/10°)

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

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 'l', '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 : L1 = 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 = SGN (ABS (B1)) : AA1 = SGH (A1 + B1)
330 H1 = 90* (BB1 - AA1 + 1)
340 IF H1 < 164 OR H1 >= 345 THEN 350 ELSE 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 + .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 Y1 = 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. Шакина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотарева*

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