

**Материалы текстильные**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ**

**Часть Ю3**

**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») Госстандарт 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-Д03—1995 «Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть Д03. 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 Госстандарт 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 СМС . . . . .	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 Д03

## 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 одинаковых 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.

П р и м е ч а н и е — В приложении А приведены руководящие указания по толкованию результатов. В приложении Б представлены данные испытаний проб, 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<sup>1)</sup>:

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

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

**в) цветовой тон:** Компонент цвета, который оценивается допуском по цветовому тону ( $\Delta H_{ab}/cS_c$ ). Обозначается  $\Delta H_{CMC}$ . Если  $\Delta H_{CMC}$  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  $\Delta H_{CMC}$  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 #:** Наблюданное интегральное изменение в цвете (окраске) безотносительно отдельных компонент цвета.

<sup>1)</sup> Термины, не выделенные в стандарте ИСО 105-Д01-95, помечены символом «#».

### 3 Сущность метода

Цветовое пространство CIE<sup>1)</sup> 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 СМС числовое значение  $\Delta E_{CMC}$ , которое описывает цветовое различие между тестируемой и исходной (контрольной) пробами текстильного материала в примерно равноконтрастном цветовом пространстве. Это позволяет применять единый цифровой допуск («пределный 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 ( $IS_L$ ,  $cS_L$  и  $S_H$ ), используемые для определения  $\Delta E_{CMC}$ , дают возможность оценки трех отдельных компонентов цветового различия (светлоты, насыщенности и цветового тона) способом, приемлемым для многих областей применения.

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

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

или

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

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

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

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

или

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

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

или

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

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

или

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

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

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

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.

<sup>1)</sup> 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		
	$X_n$	$Y_n$	$Z_n$
D65/10°	94,811	100,000	107,304
D65/2°	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  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C_{ab}^*$ ,  $\Delta E_{ab}^*$ ,  $\Delta E_{ab}^*$  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  $\Delta E_{CMC}$  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:

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

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

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

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

П р и м е ч а н и е — 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 СИЕ, для которой были получены вводимые для расчета данные;
- г) значение (значения)  $\Delta E_{CMC}$  для тестируемой пробы (проб);
- д) значения  $l$  и  $c$  [например, СМС (2:1)];
- е) сочетание «источник света/наблюдатель», использованное в вычислениях (например, D<sub>65</sub>/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  $\Delta L_{CMC}$ ,  $\Delta C_{CMC}$ ,  $\Delta H_{CMC}$  (при необходимости);
- к) значения  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C_{ab}^*$  и  $h_{ab}$  в системе СИЕLab для исходной (контрольной) пробы и тестируемой пробы (проб) и связанные с ними значения  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C_{ab}^*$ ,  $\Delta E_{ab}^*$ ,  $\Delta H_{ab}^*$  (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  $\Delta E_{CMC}$ , 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  $\Delta E_{CMC}$  меньше или равны согласованному допуску,

- неприемлемые (бракуемые) пробы, для которых значения  $\Delta E_{CMC}$  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  $IS_L$ ,  $cS_C$  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 группировать 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 полуосиях цветового пространства СМС 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  $\Delta E_{CMC}$  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.

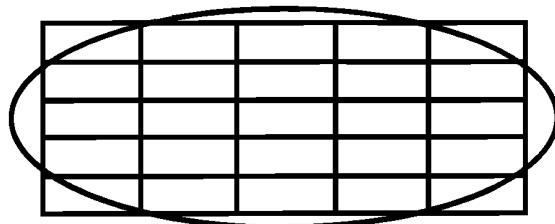


Рисунок А.1 — Сортировочные блоки по методу «555» внутри эллипсоида приемлемых цветов  
(сечение по двум осям)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(справочное)

## Данные для репрезентативных оценок

Для проверки компьютерных программ, позволяющих определить значения  $\Delta E_{CMC}$  по формуле СМС, в таблице Б.1 приведены некоторые данные репрезентативных испытаний. Данные приведены для источника света D<sub>65</sub> 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 СМС (2:1) (D<sub>65</sub>/10°)

Номер пары	Координаты цвета			Значения CIELab			$\Delta E_{CMC}$
	$X$	$Y$	$Z$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	
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/IS1 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 + I - F) :
DL = DL / (L* SL) : DC = DC / (C* SC):DH=SH / 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

```

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.Й. Варенцова*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лип. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 29.05.2000. Подписано в печать 17.07.2000. Усл.печл. 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