

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «07» августа 2023 г. № 1556

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ
ИЗМЕРЕНИЙ КООРДИНАТ ЦВЕТА, КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ,
КОЭФФИЦИЕНТА СВЕТОПРОПУСКАНИЯ, БЕЛИЗНЫ, БЛЕСКА,
КОРРЕЛИРОВАННОЙ ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, ИНДЕКСА
ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ, ИНТЕГРАЛЬНОЙ (ЗОНАЛЬНОЙ) ОПТИЧЕСКОЙ
ПЛОТНОСТИ, СВЕТОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ
И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ**

1. Область применения

Настоящая Государственная поверочная схема для средств измерений координат цвета, координат цветности, коэффициента светопропускания, белизны, блеска, коррелированной цветовой температуры, индекса цветопередачи, интегральной (зональной) оптической плотности, светового коэффициента пропускания и метеорологической оптической дальности (далее – ГПС) распространяется на средства измерений координат цвета, координат цветности (колориметрическая система Международной комиссии по освещению (далее – МКО) 1931 г. и МКО 1964 г.), коэффициента светопропускания, белизны, блеска, коррелированной цветовой температуры, индекса цветопередачи, интегральной (зональной) оптической плотности, зональных коэффициентов отражения, десятичного логарифма отношения спектральных коэффициентов отражения, светового коэффициента пропускания (далее – СКП) и метеорологической оптической дальности (далее – МОД) и устанавливает порядок передачи этих единиц методом прямых и косвенных измерений, непосредственным сличением и сличением при помощи компаратора от государственного первичного эталона единиц координат цвета (X , Y , Z), координат цветности (x , y) и светового коэффициента пропускания (T) с помощью вторичных эталонов и рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов поверки.

ГПС возглавляет государственный первичный эталон (далее – ГПЭ) единиц координат цвета, координат цветности и светового коэффициента пропускания.

ГПС состоит из двух частей:

Часть 1. Средства измерений координат цвета, координат цветности (колориметрическая система МКО 1931 г. и МКО 1964 г.), коэффициента светопропускания, белизны, блеска, интегральной (зональной) оптической плотности, зональных коэффициентов отражения, десятичного логарифма отношения спектральных коэффициентов отражения.

Часть 2. Средства измерений светового коэффициента пропускания (далее – СКП) и метеорологической оптической дальности (далее – МОД).

Графическая часть ГПС представлена в приложении А.

Часть 1. Средства измерений координат цвета, координат цветности (колориметрическая система МКО 1931 г. и МКО 1964 г.), коэффициента светопропускания, белизны, блеска, интегральной (зональной) оптической плотности, зональных коэффициентов отражения, десятичного логарифма отношения спектральных коэффициентов отражения

2. Государственный первичный эталон

2.1. ГПЭ единиц координат цвета, координат цветности и светового коэффициента пропускания в части измерения координат цвета и координат цветности применяют для воспроизведения, хранения и передачи единиц координат цвета (X , Y , Z), координат цветности (x , y) вторичным эталонам непосредственным сличением, методом прямых измерений и методом косвенных измерений.

2.1.1. ГПЭ состоит из комплекса следующих средств измерений (СИ):

спектрофотометрической установки ГПЭ-I для воспроизведения единиц координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов (измерения под любыми углами освещения/наблюдения, в том числе, в стандартных геометриях $8^\circ/D$, $D/8^\circ$, $0^\circ/45^\circ$, $45^\circ/0^\circ$);

спектрорадиометрической установки ГПЭ-II единиц координат цветности самосветящихся объектов;

наборов мер для передачи единиц координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов;

наборов мер для передачи единиц координат цветности самосветящихся объектов;

2.1.2. Диапазон единиц величин, воспроизводимых ГПЭ, составляет:

от 2,5 до 109,0 для X ;

от 1,4 до 98,0 для Y ;

от 1,7 до 107,0 для Z ;

от 0,0039 до 0,7347 для x ;

от 0,0048 до 0,8338 для y ;

2.1.3. ГПЭ обеспечивает воспроизведение единиц величин с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблице 1 в абсолютных единицах. Приняты следующие обозначения:

S – СКО случайной погрешности результата измерений при воспроизведении единицы;

θ – доверительные границы НСП результата измерений при доверительной вероятности $p = 0,99$ ($k = 1,4$);

u_A и u_B – стандартные неопределенности результата измерений, оцененные по типу А и по типу В, соответственно;

u_c – суммарная стандартная неопределенность;

U_p – расширенная неопределенность для уровня доверия $p = 0,99$ ($k = 3$).

Таблица 1 Погрешности и неопределенности ГПЭ при воспроизведении единиц координат цвета и координат цветности

Наименование воспроизводимых единиц	Диапазон воспроизведения	S	θ	u_A	u_B	u_c	U_p
Координаты цвета и координаты цветности пропускающих образцов несамосветящихся объектов							
X	2,5÷109,0	0,01	0,15	0,01	0,06	0,061	0,18
Y	1,4÷98,0	0,01	0,12	0,01	0,05	0,051	0,15
Z	1,7÷107,0	0,01	0,19	0,01	0,08	0,081	0,24
x	0,0039÷0,1000	0,0025	0,012	0,0025	0,005	0,0056	0,017
	0,1000÷0,7347	0,00025	0,0012	0,00025	0,0005	0,00056	0,0017
y	0,0048÷0,1000	0,0025	0,012	0,0025	0,005	0,0056	0,017
	0,1000÷0,8338	0,00025	0,0012	0,00025	0,0005	0,00056	0,0017
Координаты цвета и координаты цветности отражающих образцов несамосветящихся объектов							
X	2,5÷109,0	0,015	0,36	0,015	0,15	0,15	0,45
Y	1,4÷98,0	0,015	0,36	0,015	0,15	0,15	0,45
Z	1,7÷107,0	0,02	0,48	0,02	0,20	0,20	0,60
x	0,0039÷0,1000	0,025	0,012	0,025	0,005	0,025	0,076
	0,1000÷0,7347	0,0025	0,0012	0,0025	0,0005	0,0025	0,0076
y	0,0048÷0,1000	0,025	0,012	0,025	0,005	0,025	0,076
	0,1000÷0,8338	0,0025	0,0012	0,0025	0,0005	0,0025	0,0076
Координаты цветности самосветящихся объектов							
x	0,0039÷0,7347	0,0004	0,0012÷	0,0004	0,0005÷	0,0006÷	0,0019÷
			0,0024		0,0010	0,0011	0,0032
y	0,0048÷0,8338	0,0006	0,0012÷	0,0006	0,0005÷	0,0008÷	0,0023÷
			0,0036		0,0015	0,0016	0,0048

2.1.4. Для обеспечения воспроизведения единиц координат цвета и координат цветности с указанной точностью должны соблюдаться правила содержания и применения эталона, утвержденные в установленном порядке.

2.1.5. ГПЭ применяют для передачи единиц вторичным эталонам методом непосредственного сличения для координат цвета, координат цветности, коэффициент светопропускания и методом косвенных измерений для интегральной оптической плотности.

3. Вторичные эталоны

3.1. В качестве вторичных эталонов единиц координат цвета (X , Y , Z), координат цветности (x , y), светопропускания $T_{\text{св}}$ (координата цвета Y в геометрии освещения/наблюдения $0^\circ/180^\circ$), белизны (W), интегральной оптической плотности (D) для цветной печати в геометрии освещения/наблюдения $45^\circ/0^\circ$ несамосветящихся объектов, (геометрии освещения/наблюдения $0^\circ/180^\circ$, $8^\circ/D$, $D/8^\circ$, $0^\circ/45^\circ$, $45^\circ/0^\circ$) применяют комплексы состоящие из:

спектроколориметрической установки;

наборов мер;

Диапазон измерений составляет:

от 2,5 до 109,0 для X ;

от 1,4 до 98,0 для Y ;

от 1,7 до 107,0 для Z ;

от 0,0039 до 0,7347 для x ;

от 0,0048 до 0,8338 для y ;

от 0,100 до 2,000 для D , B ;

от 1,0 до 100,0 для W ;

от 1,4 до 98,0 для $T_{\text{св}}$

3.2. Суммарные средние квадратические отклонения результатов измерений при сличении с ГПЭ единиц координат цвета ($S_{X\Sigma}$, $S_{Y\Sigma}$, $S_{Z\Sigma}$) и координат цветности ($S_{x\Sigma}$, $S_{y\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях для колориметрической системы XYZ МКО 1931 г. и 1964 г. для стандартных источников света типа А, С и D_{65} не превышают значений, указанных в таблице 2.

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений при сличении с ГПЭ единиц белизны ($S_{W\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает 0,10.

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений коэффициента светопропускания ($S_{T_{\text{св}}\Sigma}$) при сличении с ГПЭ при 10 независимых наблюдениях не превышает 0,15.

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений при сличении с ГПЭ единиц интегральной оптической плотности ($S_{D\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает 0,005 Б.

Таблица 2 Суммарные средние квадратические отклонения результатов измерений при сличении с ГПЭ

Суммарные средние квадратические отклонения	Пропускающие образцы/Источник			Отражающие образцы/Источник		
	A	C	D ₆₅	A	C	D ₆₅
$S_{x\Sigma}$	0,08	0,07	0,07	0,20	0,20	0,20
$S_{y\Sigma}$	0,07	0,08	0,08	0,15	0,20	0,20
$S_{z\Sigma}$	0,05	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25
$S_{x\Sigma}$	0,007– 0,0007	0,007– 0,0007	0,007– 0,0007	0,007– 0,0007	0,007– 0,0007	0,007– 0,0007
$S_{y\Sigma}$	0,006– 0,0006	0,006– 0,0006	0,006– 0,0006	0,006– 0,0006	0,006– 0,0006	0,006– 0,0006

3.3. В качестве вторичных эталонов единиц координат цветности, коррелированной цветовой температуры, общего индекса цветопередачи самосветящихся объектов применяют комплексы, состоящие из:

спектрорадиометрической установки;

наборов самосветящихся мер.

Диапазон измерений координат цветности составляет:

от 0,0039 до 0,7347 для x;

от 0,0048 до 0,8338 для y.

Диапазон измерений коррелированной цветовой температуры составляет:

от 2000 до 10000 для $T_{\text{КЦТ}}$, К.

Диапазон измерений общего индекса цветопередачи составляет:

от 1,0 до 100,0 для R_a .

3.4. Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений при сличении с ГПЭ единиц координат цветности самосветящихся объектов ($S_{x\Sigma}, S_{y\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает от 0,0006 до 0,0010.

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений при сличении с ГПЭ единиц коррелированной цветовой температуры ($S_{T_{\text{КЦТ}}\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает от 15 до 50 К.

Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений при сличении с ГПЭ единиц общего индекса цветопередачи ($S_{R_a\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает 0,5.

3.5. В качестве вторичных эталонов единиц блеска применяют гониометрические установки, состоящие из источника света типа А и приемника, скорректированного под функцию относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, эталонной призмы с известным коэффициентом преломления при геометриях освещения/наблюдения 20°/20°, 45°/45°, 60°/60°, 85°/85°.

Диапазон измерений единиц блеска составляет

от 1,0 до 100,0 для G.

3.6 Среднее квадратическое отклонение измерений при сличении с ГПЭ единиц блеска ($S_{G\Sigma}$) при 10 независимых наблюдениях не превышает 0,2.

3.7. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц координат цвета, координат цветности, белизны, интегральной оптической плотности, светового коэффициента пропускания и блеска рабочим эталонам методом прямых измерений и методом косвенных измерений. Средствам измерений (спектроколориметрам и колориметрам) передача единиц координат цветности, коррелированной цветовой температуры и индекса цветопередачи осуществляется методом прямых измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности вторичных эталонов и поверяемых по ним рабочих эталонов и средств измерений составляет не более один к двум.

4. Рабочие эталоны

4.1. В качестве рабочих эталонов единиц координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов применяют:

наборы мер координат цвета и координат цветности в диапазонах измерений:

- от 2,5 до 109,0 для X;
- от 1,4 до 98,0 для Y;
- от 1,7 до 107,0 для Z;
- от 0,004 до 0,734 для x;
- от 0,005 до 0,834 для y.

спектроколориметры и колориметры в диапазонах измерений координат цвета и координат цветности:

- от 2,5 до 109,0 для X;
- от 1,4 до 98,0 для Y;
- от 1,7 до 107,0 для Z;
- от 0,004 до 0,734 для x;
- от 0,005 до 0,834 для y,

4.2. В качестве рабочих эталонов единицы интегральной оптической плотности применяют:

- наборы мер интегральной оптической плотности в диапазоне от 0,100 до 2,000 для D, Б;

4.3. В качестве рабочих эталонов единицы белизны применяют:

- наборы мер белизны в диапазоне от 1,0 до 100,0 для W,

4.4. В качестве рабочих эталонов единицы блеска применяют:

- наборы мер блеска в диапазоне от 1,0 до 100,0 для G,

4.5. В качестве рабочих эталонов единицы светопропускания применяют:

- наборы мер коэффициента светопропускания в диапазоне измерений: от 1,4 до 98,0 для $T_{cv} = Y$.

4.6. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ рабочих эталонов координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов составляют:

а) координаты цвета:

1) для прозрачных образцов

от 0,15 до 0,20 для Δ_x , Δ_y , Δ_z ;

2) для отражающих образцов

от 0,3 до 0,4 для Δ_x , Δ_y , Δ_z ;

б) координаты цветности:

от 0,002 до 0,020 для Δ_x , Δ_y .

Пределы допускаемых абсолютных погрешностей рабочих эталонов интегральной оптической плотности составляют:

от 0,005 до 0,01 Б для Δ_D

Пределы допускаемых абсолютных погрешностей рабочих эталонов единиц белизны составляют

от 0,2 до 0,5 для Δ_W .

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента светопропускания светофильтров не превышают

от 0,2 до 0,3 для $\Delta_{T_{св}}$.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений единиц блеска не превышают

от 0,3 до 0,5 для Δ_G .

4.7. В качестве рабочих эталонов медицинского назначения используют:

наборы цветных стеклянных мер, измеренные при геометрии освещения/наблюдения $0^\circ/45^\circ$ или $45^\circ/0^\circ$, для которых косвенным методом определяется десятичный логарифм отношения спектральных коэффициентов отражения мер на четырех парах длин волн L_1 (523 нм, 488 нм), L_2 (518 нм, 492 нм), L_3 (523 нм, 492 нм) и L_4 (518 нм, 488 нм) в диапазонах:

от 0,00 до 1,08 для L_1

от 0,00 до 0,90 для L_2

от 0,00 до 1,00 для L_3

от 0,00 до 1,04 для L_4

в диапазонах измерений координат цвета:

от 2,5 до 109,0 для X;

от 1,4 до 98,0 для Y;

от 1,7 до 107,0 для Z.

наборы мер зональных коэффициентов отражения, измеренных при геометрии освещения/наблюдения $0^\circ/45^\circ$ или $45^\circ/0^\circ$ с максимумом на длинах волн 430, 502 и 660 нм в диапазоне измерений:

от 2,0 до 100,0 для $\rho_{\lambda_{зон}}$;

4.8. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений зонального коэффициента отражения с максимумом на длинах волн 430, 502 и 660 нм не превышают

0,5 для $\Delta\rho_{\lambda_{зон}}$.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения десятичного логарифма отношений спектрального коэффициента отражения составляют

от 0,02 до 0,06 для $\Delta L_1, \Delta L_2, \Delta L_3, \Delta L_4$;

от 0,3 до 0,4 для $\Delta x, \Delta y, \Delta z$.

4.9. В качестве рабочих эталонов координат цветности самосветящихся объектов применяют:

источники света типов А, С, D₆₅ со значениями:

$x_A=0,448$; $y_A=0,407$ для источника типа А;

$x_C=0,310$; $y_C=0,316$ для источника типа С;

$x_{D65}=0,313$; $y_{D65}=0,329$ для источника типа D₆₅.

излучатели, в том числе селективные и полупроводниковые в диапазонах измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры (только для источников белого цвета) и общего индекса цветопередачи:

от 0,004 до 0,734 для x ;

от 0,005 до 0,834 для y ;

от 2000 до 10000 для $T_{КЦТ}$, К;

от 1,0 до 100,0 для R_a .

спектрорадиометры-колориметры в диапазонах координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи:

от 0,0039 до 0,7347 для x ;

от 0,0048 до 0,8338 для y .

от 2000 до 10000 для $T_{КЦТ}$, К;

от 1,0 до 100,0 для R_a .

4.10. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей рабочих эталонов координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи самосветящихся объектов составляют:

а) для источников света типов А, С, D₆₅, излучателей и излучателей полупроводниковых:

от 0,002 до 0,005 для $\Delta x, \Delta y$;

от 25 до 100 для $\Delta T_{КЦТ}$;

0,7 для ΔR_a .

б) для спектрорадиометров-колориметров:

от 0,0008 до 0,0012 для $\Delta x, \Delta y$;

от 25 до 100 К для $\Delta T_{КЦТ}$;

0,7 для ΔR_a .

4.11. Рабочие эталоны применяют для поверки:

средств измерений координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов методом прямых измерений (набора мер координат цвета и набора образцов координат цветности);

средств измерений белизны методом прямых измерений;

измерителей дымности отработавших газов методом прямых измерений;

установок для измерения коэффициента светопропускания методом прямых измерений;

фотометров методом прямых измерений коэффициента светопропускания ($T_{\text{св}}=Y$) в геометрии освещения/наблюдения $0^\circ/180^\circ$);

анализаторов химических методом прямых измерений;

приборов медицинского назначения, работающих по фотометрическому методу и по методу измерения зональных коэффициентов отражения методом косвенных измерений;

средств измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи самосветящихся объектов методом прямых измерений и сличением при помощи компаратора (источники света, источники излучения, в том числе светодиоды);

средств измерений блеска методом прямых измерений.

Допускаемое значение соотношения показателей точности рабочих эталонов и поверяемых по ним средств измерений составляет не более один к двум.

5. Средства измерений

5.1. В качестве средств измерений координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов¹ применяют:

спектроколориметры, колориметры в диапазонах измерений:

от 2,5 до 109,0 для X;

от 1,4 до 98,0 для Y;

от 1,7 до 107,0 для Z;

от 0,004 до 0,734 для x;

от 0,005 до 0,834 для y;

визуальные колориметры в диапазонах измерений:

от 3 до 90 для X;

от 2 до 98 для Y;

от 2 до 105 для Z.

наборы мер координат цвета и координат цветности в диапазонах измерений:

от 2,5 до 109,0 для X;

от 1,4 до 98,0 для Y;

от 1,7 до 107,0 для Z;

от 0,004 до 0,734 для x;

от 0,005 до 0,834 для y.

¹ Формулы пересчета цветовых шкал Lab, L*a*b*, Lch и т.д. через координаты цвета (XYZ) приведены в Рекомендации CIE 15 Колориметрия

спектроденситометры-колориметры полиграфические в диапазонах измерений:

- от 2,5 до 109,0 для X;
- от 1,4 до 98,0 для Y;
- от 1,7 до 107,0 для Z;
- от 0,004 до 0,734 для x;
- от 0,005 до 0,834 для y;
- от 0,10 до 2,00 Б для D.

5.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ средств измерений координат цвета и координат цветности несамосветящихся объектов не превышают:

- а) координат цвета:
 - 1) для прозрачных образцов
от 0,4 до 2,00 для Δ_X , Δ_Y , Δ_Z ;
 - 2) для отражающих образцов
от 0,6 до 2,0 для Δ_X , Δ_Y , Δ_Z ;
- б) координат цветности:
от 0,005 до 0,050 для Δ_x , Δ_y .

5.3. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей средств измерений координат цвета, координат цветности и интегральной оптической плотности не превышают:

- 0,5 для Δ_X , Δ_Y , Δ_Z ;
- от 0,005 до 0,050 для Δ_x , Δ_y ;
- от 0,02 до 0,2 Б для Δ_D .

5.4. В качестве средств измерений белизны применяют белизномеры в диапазоне измерений белизны

- от 1,00 до 100,00 для W.

5.5. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ_W средств измерений белизны не превышают от 1,0 до 2,0.

5.6. В качестве средств измерений – приборы для измерений коэффициента светопропускания ($T_{св}=Y$) используют дымомеры, приборы для определения коэффициента светопропускания автомобильных стекол, фотометры в диапазоне измерений:

- от 0,0 до 100,0 для $T_{св}=Y$

5.7. В качестве средств измерений коэффициента светопропускания ($T_{св}=Y$) используют установки для измерения $T_{св}$ в диапазоне измерений:

- от 1,4 до 98,0 для $T_{св}=Y$

5.8. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей $\Delta_{T_{св}}$ средств измерений светопропускания автомобильных стекол, фотометров, дымомеров и анализаторов дымности составляют от 0,5 до 2,0.

5.9. В качестве средств измерений блеска применяют блескомеры с геометрией освещения/наблюдения 20°/20°, 45°/45°, 60°/60°, 85°/85° в диапазоне измерений единиц блеска

- от 1,00 до 100,00 для G.

5.10. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ_G средств измерений блеска не превышают от 1,0 до 4,0.

5.11. В качестве средств измерений зонального коэффициента отражения применяют анализаторы химические в диапазонах измерений зональных коэффициентов отражения:

от 2,0 до 100 для $\rho_{\text{зон}}$.

5.12. Пределы допускаемых относительных погрешностей $\Delta_0 \rho_{\text{зон}}$ средств измерений анализаторов химических составляют от 2 до 5.

5.13. В качестве средств измерений медицинского назначения применяют:

гемоглобинометры в диапазонах:

от 90 до 180 для Hb, г/дм³;

анализаторы гипербилирубинемии фотометрические в диапазонах:

десятичного логарифма отношения спектральных коэффициентов отражения на четырех парах длин волн L_1 (523 нм, 488 нм), L_2 (518 нм, 492 нм), L_3 (523 нм, 492 нм) и L_4 (518 нм, 488 нм):

от 0,00 до 1,08 для L_1

от 0,00 до 0,90 для L_2

от 0,00 до 1,00 для L_3

от 0,00 до 1,04 для L_4

5.14. Относительное среднее квадратическое отклонение гемоглобинометров не превышает 3%.

Предел относительной погрешности измерения десятичного логарифма отношения спектральных коэффициентов отражения на четырех парах длин волн L_1 (523 нм, 488 нм), L_2 (518 нм, 492 нм), L_3 (523 нм, 492 нм) и L_4 (518 нм, 488 нм) составляет от 3 до 10 %.

5.15. В качестве средств измерений единиц координат цветности самосветящихся объектов применяют:

колориметры в диапазонах измерений:

от 0,004 до 0,734 для x ;

от 0,005 до 0,834 для y ;

от 2000 до 10000 для $T_{\text{кцт}}$, К;

от 1,0 до 100,0 для R_a .

спектрорадиометры-колориметры в диапазонах измерений:

от 0,0039 до 0,7347 для x ;

от 0,0048 до 0,8338 для y ;

от 2000 до 10000 для $T_{\text{кцт}}$, К;

от 1,0 до 100,0 для R_a .

телевизионные колориметры в диапазонах измерений:

от 0,10 до 0,70 для x ;

от 0,05 до 0,70 для y ;

от 2000 до 10000 для $T_{\text{кцт}}$, К;

от 1,0 до 100,0 для R_a .

излучатели, полупроводниковые излучатели, источники света в диапазонах измерений:

от 0,004 до 0,734 для x ;
 от 0,005 до 0,834 для y ;
 от 2000 до 10000 для $T_{\text{кцт}}$, К;
 от 1,0 до 100,0 для R_a .

5.16. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей средств измерений координат цветности, коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи самосветящихся объектов (в том числе: колориметров, спектрорадиометров-колориметров, излучателей, излучателей полупроводниковых, телевизионных колориметров) составляют:

от 0,004 до 0,020 для Δ_x, Δ_y
 от 75 до 250 для $\Delta_{T_{\text{кцт}}}$;
 1 для Δ_{R_a} .

Часть 2 Средства измерений СКП и МОД

6. Государственный первичный эталон

6.1. ГПЭ единиц координат цвета, координат цветности и светового коэффициента пропускания в части измерения светового коэффициента пропускания применяют для воспроизведения, хранения и передачи единицы СКП (T) вторичным эталонам методом прямых измерений.

6.2. ГПЭ состоит из комплекса следующих средств измерений:

установки спектрофотометрической ГПЭ-III для воспроизведения, хранения и передачи единицы светового коэффициента пропускания;
 наборов мер для хранения и передачи единицы СКП.

6.3. Диапазон значений, воспроизводимых ГПЭ, составляет:

от 2,7 до 99,3 % для T ;

6.4 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единиц величин с погрешностями и неопределенностями, приведенными в таблице 3 в абсолютных единицах. Приняты следующие обозначения:

S – СКО случайной погрешности результата измерений при воспроизведении единицы;

θ – доверительные границы НСП результата измерений при доверительной вероятности $p = 0,99$ ($k = 1,4$);

u_A и u_B – стандартные неопределенности результата измерений, оцененные по типу А и по типу В, соответственно;

u_c – суммарная стандартная неопределенность;

U_p – расширенная неопределенность для уровня доверия $p = 0,99$ ($k = 3$).

Таблица 3 Погрешности и неопределенности ГПЭ при воспроизведении единицы СКП

Наименование воспроизводимых единиц	Диапазон воспроизведения	S	θ	u_A	u_B	u_C	U_P
Световой коэффициент пропускания T , %	от 2,7 до 99,3	0,0027	0,10	0,0027	0,042	0,042	0,12

6.5. ГПЭ применяют для передачи единицы СКП вторичным эталонам и рабочим эталонам (наборам мер СКП) методом прямых измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности вторичных эталонов и рабочих эталонов составляет не более один к двум.

7. Вторичные эталоны

7.1. В качестве вторичных эталонов единиц СКП (T , %) и МОД (P , м) применяют измерительные комплексы, расположенные на специально оборудованных полигонах в натурных условиях. Измерительные комплексы состоят:

из трансмиссометра с перестраиваемой измерительной базой в диапазоне длины L от 10 до 100 м, либо из нескольких трансмиссометров с различными фиксированными измерительными базами, охватывающими диапазон длин измерительных баз от 10 до 100 м и обеспечивающими требуемые метрологические характеристики измерений МОД;

из нефелометров различных типов, технически совместимых со специальными оптическими устройствами, имитирующими рассеяние излучения нефелометра в атмосфере. Специальное оптическое устройство предназначено для ослабления сигнала приемника нефелометра до уровня, необходимого для обеспечения диапазона измерений МОД нефелометром. Эквивалентное значению МОД значение сигнала приемника нефелометра устанавливается в результате сопоставления сигналов нефелометра со значениями МОД, измеренными трансмиссометром в натурных условиях. Специальное оптическое устройство, прошедшее сопоставление для данного типа нефелометра, может быть использовано для передачи единицы величины МОД только данному типу нефелометра.

Длина измерительной базы трансмиссометра L измеряется средствами измерений длины в соответствии с ГПС средств измерений длины, утвержденной приказом Росстандарта от 28.12.2021 № 2840 в диапазоне от 10 до 100 м с пределами допускаемой относительной погрешности Δ_{0L} не превышающими $\pm 0,2$ %.

Нефелометры должны быть установлены на полигоне в непосредственной близости от трансмиссометра на расстоянии не более 2 м от оптической оси трансмиссометра.

7.2. Диапазон воспроизведения СКП и МОД:

от 2,7 до 99,3 для T , %

от 10 до 50 000 для P , м.

7.3. Суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений светового коэффициента пропускания $S_{T\Sigma}$ при сличении с ГПЭ ($S_{T\Sigma}$) составляет не более 0,3 %. Суммарное относительное среднее квадратическое отклонение воспроизведения единицы МОД $S_{0P\Sigma}$ составляет от 2 до 5 %.

7.4. Вторичные эталоны применяют для передачи единицы СКП рабочим эталонам (наборам мер СКП) методом прямых измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности вторичных эталонов и поверяемых по ним рабочих эталонов составляет не более один к двум.

7.5. Вторичные эталоны применяют для передачи единицы МОД рабочим эталонам единицы МОД (специальным оптическим устройствам) методом прямых измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности вторичных эталонов и поверяемых по ним рабочих эталонов составляет не более один к двум.

8. Рабочие эталоны

8.1. В качестве рабочих эталонов единиц СКП применяют наборы мер СКП, состоящие из нейтральных светофильтров. В качестве рабочего эталона единицы МОД применяют специальные оптические устройства, имитирующие рассеяние излучения нефелометра в атмосфере и прошедшие сопоставление на вторичном эталоне для конкретного типа нефелометра.

8.2. Диапазон воспроизведения СКП и МОД:

от 2,7 до 99,3 для T , %

от 10 до 50 000 для P , м

8.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности рабочих эталонов для СКП и относительной погрешности для МОД составляют:

от 0,2 до 0,6 для ΔT ;

от 4 до 10 % для Δ_{0P}

8.4. Рабочие эталоны единицы СКП применяют для поверки трансмиссометров и измерителей дальности видимости методом косвенных измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности рабочих эталонов единицы СКП и поверяемых по ним средств измерений (трансмиссометров и измерителей дальности видимости) составляет не более один к двум.

Рабочие эталоны единицы МОД применяют для поверки средств измерений МОД (нефелометров, датчиков оптической видимости) методом прямых измерений. Допускаемое значение соотношения показателей точности рабочих эталонов единицы МОД и поверяемых по ним средств измерений (нефелометров, датчиков оптической видимости) составляет не более один к двум.

9. Средства измерений

9.1. В качестве средств измерений МОД применяют трансмиссометры, измерители дальности видимости, нефелометры и датчики оптической видимости.

9.2. Диапазон измерений МОД составляет от 10 до 10 000 м для трансмиссометров и измерителей дальности видимости, от 10 до 50 000 м – для нефелометров и датчиков оптической видимости.

9.3. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения МОД трансмиссометрами и измерителями дальности видимости составляют от ± 5 до ± 20 %.

9.4. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения МОД нефелометрами и датчиками оптической видимости составляют от ± 8 до ± 25 %.