

**Приложение**  
**к приказу Федерального агентства**  
**по техническому регулированию**  
**и метрологии**  
**от «13» августа 2015 г. № 916**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА**  
**ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ**  
**ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ**  
**И ОТНОСИТЕЛЬНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ**  
**В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,3 ДО 25,0 МКМ**

## 1 Область применения

Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм и устанавливает порядок передачи единицы СПЭЯ - ватт на стерадиан-кубический метр  $\text{Вт}/(\text{ср}\cdot\text{м}^3)$  и относительного спектрального распределения мощности излучения – относительные единицы, от государственного первичного специального эталона (ГПСЭ) непосредственно и с помощью вторичных эталонов и рабочих эталонов средствам измерений с указанием методов поверки. Возможность непосредственной передачи единицы величины СПЭЯ от ГПСЭ средствам измерений обеспечивает более высокую точность передачи по сравнению со схемой ГОСТ 8.195-2013. Средства измерений осуществляют измерения СПЭЯ и эффективной энергетической яркости (ЭЭЯ).

Передача единиц спектральной плотности энергетической яркости  $L(\lambda)$  и относительного спектрального распределения мощности излучения  $P_o(\lambda)$  в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм от государственного первичного специального эталона осуществляется в соответствии с государственной поверочной схемой<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Чертеж государственной поверочной схемы для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм приведен в конце данного Приложения.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.195–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм

ГОСТ 8.736–2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ Р 54500.3–2011/Руководство ИСО/МЭК 98–3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

## **3 Государственный первичный специальный эталон**

3.1 В состав Государственного первичного специального эталона входят следующие средства измерений и вспомогательное оборудование:

- абсолютный криогенный радиометр;
- излучатели (модели чёрного тела, включая модель чёрного тела на точке плавления галлия; протяжённый диффузный источник излучения; монохроматический источник излучения) с системами автоматического регулирования и комплексами измерения температуры излучателей;
- компараторы;
- вакуумный фильтровый ИК радиометр;
- системы регистрации и обработки информации.

3.2 Диапазоны СПЭЯ, в которых Государственный первичный специальный эталон воспроизводит единицу, составляют от  $6 \cdot 10^4$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм и от  $7,8 \cdot 10^1$  до  $7,3 \cdot 10^7$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм; относительного спектрального распределения мощности излучения – от 0,001 до 1,0 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм.

3.3 Государственный первичный специальный эталон обеспечивает воспроизведение:

а) единицы СПЭЯ:

1) в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм со средним квадратическим отклонением (СКО) результата измерений  $S_o$  (при 10 независимых измерениях); неисключенной систематической погрешностью (НСП)  $\theta_o$ ; стандартными неопределенностями, оцениваемыми по типам А и В  $u_A$  и  $u_B$ ; суммарной стандартной неопределенностью  $u_c$  и расширенной неопределенностью  $U_p$  (для коэффициента охвата  $k=2$  при уровне доверительной вероятности  $p \approx 0,95$ ), полученными в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 и ГОСТ Р 54500.3–2011/Руководство ИСО/МЭК 98—3:2008 и не превышающими значений, приведенных в таблице 1 для диапазона значений СПЭЯ от  $2 \cdot 10^6$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) и в таблице 2 для диапазона значений СПЭЯ от  $6 \cdot 10^4$  до  $2 \cdot 10^6$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>).

Т а б л и ц а 1 – Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы СПЭЯ в диапазоне от  $2 \cdot 10^6$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>)

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
0,300	1,2	1,9	1,2	1,0	1,5	3,0
0,325	1,0	1,7	1,0	0,9	1,4	2,8
0,350	0,8	1,7	0,8	0,9	1,2	2,4
0,400	0,5	1,1	0,5	0,6	0,8	1,6
0,500	0,3	1,1	0,3	0,6	0,6	1,2
0,600	0,2	0,9	0,2	0,5	0,5	1,0
0,900	0,2	0,9	0,2	0,5	0,5	1,0
1,000	0,3	0,9	0,3	0,5	0,6	1,2
1,100	0,4	1,1	0,4	0,6	0,7	1,4
1,300	0,5	1,5	0,5	0,8	0,9	1,8
1,500	0,6	1,5	0,6	0,8	1,0	2,0
1,700	0,8	1,7	0,8	0,9	1,2	2,4
1,800	0,8	1,9	0,8	1,0	1,3	2,6
2,000	0,8	1,9	0,8	1,0	1,3	2,6
2,200	1,0	2,1	1,0	1,1	1,5	3,0
2,500	1,0	2,1	1,0	1,1	1,5	3,0

Т а б л и ц а 2 - Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы СПЭЯ в диапазоне от  $6 \cdot 10^4$  до  $2 \cdot 10^6$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>)

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
0,300	4,3	2,7	4,3	1,4	4,5	9,0
0,325	3,3	2,3	3,3	1,2	3,5	7,0
0,350	2,5	2,3	2,5	1,2	2,8	5,6
0,400	1,5	1,3	1,5	0,7	1,7	3,4
0,500	1,2	1,3	1,2	0,7	1,4	2,8
0,600	1,0	1,1	1,0	0,6	1,2	2,4
0,900	1,0	1,1	1,0	0,6	1,2	2,4
1,000	1,0	1,1	1,0	0,6	1,2	2,4
1,100	1,2	1,5	1,2	0,8	1,4	2,8
1,300	1,3	2,3	1,3	1,2	1,8	3,6
1,500	1,5	2,7	1,5	1,4	2,0	4,0
1,700	1,8	3,2	1,8	1,7	2,5	5,0
1,800	3,0	3,2	3,0	1,7	3,5	7,0
2,000	3,5	3,8	3,5	2,0	4,0	8,0
2,200	4,5	4,0	4,5	2,1	5,0	10,0
2,500	4,5	4,0	4,5	2,1	5,0	10,0

2) в диапазоне длин волн от 3,0 до 14,0 мкм с СКО результата измерений  $S_o$  (при 10 независимых измерениях); неисключенной систематической погрешностью  $\theta_o$ ; стандартными неопределенностями, оцениваемыми по типам А и В  $u_A$  и  $u_B$ ; суммарной стандартной неопределенностью  $u_c$  и расширенной неопределенностью  $U_p$  (для коэффициента охвата  $k=2$  при уровне доверительной вероятности  $p \approx 0,95$ ), не превышающими значений, приведенных в таблицах 3-5, соответственно.

Т а б л и ц а 3 – Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы СПЭЯ в спектральном диапазоне от 4,0 до 14,0 мкм при температуре широкоапертурной модели чёрного тела 213 К

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
4,0	4,2	1,88	4,2	0,99	4,32	9,38
6,0	0,32	1,25	0,32	0,66	0,73	1,43
8,0	0,04	0,95	0,04	0,50	0,50	0,98
10,0	0,02	0,76	0,02	0,40	0,40	0,79
12,0	0,018	0,65	0,018	0,34	0,34	0,67
14,0	0,014	0,57	0,014	0,30	0,30	0,59

Т а б л и ц а 4 Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы СПЭЯ в спектральном диапазоне от 3,0 до 14,0 мкм при температуре широкоапертурной модели чёрного тела 300 К

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
3,0	0,4	1,22	0,4	0,64	0,75	1,47
4,0	0,030	0,95	50,030	0,50	0,50	0,98
6,0	0,010	0,63	0,010	0,33	0,33	0,64
8,0	0,0030	0,45	0,0030	0,24	0,24	0,48
10,0	0,0033	0,36	0,0033	0,19	0,20	0,38
12,0	0,0034	0,32	0,0034	0,17	0,17	0,33
14,0	0,0036	0,29	0,0036	0,15	0,15	0,30

Т а б л и ц а 5 – Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы СПЭЯ в спектральном диапазоне от 3,0 до 14,0 мкм при температуре широкоапертурной модели чёрного тела 453 К

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
3,0	0,4	0,84	0,4	0,44	0,59	1,16
4,0	0,030	0,68	0,030	0,36	0,36	0,71
6,0	0,010	0,61	0,010	0,32	0,32	0,63
8,0	0,0030	0,59	0,0030	0,31	0,31	0,61
10,0	0,0033	0,59	0,0033	0,31	0,31	0,60
12,0	0,0034	0,57	0,0034	0,30	0,30	0,60
14,0	0,0036	0,57	0,0036	0,30	0,30	0,59

б) единицы относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм с СКО результата измерений  $S_o$  (при 10 независимых измерениях); неисключенной систематической погрешностью  $\theta_o$ ; стандартными неопределенностями, оцениваемыми по типам А и В  $u_A$  и  $u_B$ ; суммарной стандартной неопределенностью  $u_c$  и расширенной неопределенностью  $U_p$  (для коэффициента охвата  $k = 2$  при уровне доверительной вероятности  $p \approx 0,95$ ), не превышающими значений, приведенных в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Относительные погрешности и неопределенности воспроизведения единицы относительного спектрального распределения мощности излучения монохроматического источника в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм

Длина волны, мкм	СКО $S_o \cdot 10^2$	НСП $\theta_o \cdot 10^2$	Стандартная неопределенность			
			По типу А $u_A \cdot 10^2$	По типу В $u_B \cdot 10^2$	Суммарная $u_c \cdot 10^2$	Расширенная ( $k=2$ ) $U_p \cdot 10^2$
0,300	1,59	1,18	1,59	0,62	1,71	3,80
0,325	0,51	0,70	0,51	0,37	0,63	1,23
0,350	0,14	0,65	0,14	0,34	0,37	0,73
0,400	0,04	0,66	0,04	0,35	0,35	0,69
0,500	0,06	0,63	0,06	0,33	0,34	0,66
0,600	0,09	0,61	0,09	0,32	0,34	0,67
0,900	0,02	0,74	0,02	0,39	0,39	0,77
1,000	0,13	1,23	0,13	0,65	0,66	1,3
1,100	0,11	3,34	0,11	1,76	1,76	3,45
1,300	0,08	3,34	0,08	1,76	1,76	3,45
1,500	0,14	3,32	0,14	1,75	1,76	3,45
1,700	0,03	3,34	0,03	1,76	1,76	3,44
1,800	0,10	3,34	0,10	1,76	1,76	3,45
2,000	0,05	3,32	0,05	1,75	1,76	3,44
2,200	0,08	3,34	0,08	1,76	1,76	3,44
2,500	0,15	3,34	0,15	1,76	1,76	3,45

3.4 Государственный первичный специальный эталон применяют для передачи единицы спектральной плотности энергетической яркости и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм вторичным эталонам, рабочим эталонам и высокоточным средствам измерений методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора.

#### 4 Вторичные эталоны

4.1 В качестве вторичных эталонов единицы спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне измерений от  $6 \cdot 10^4$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм используют широкоапертурные излучатели (протяжённые диффузные источники) и спектрорадиометры с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.



4.2 Средние квадратические отклонения  $S_{\Sigma 0}$  результатов сличений вторичных эталонов единицы спектральной плотности энергетической яркости с первичным специальным эталоном в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм составляют от  $0,55 \cdot 10^{-2}$  до  $7,0 \cdot 10^{-2}$ .

4.3 В качестве вторичных эталонов единицы спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне измерений от  $7,8 \cdot 10^1$  до  $7,3 \cdot 10^7$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм используют модели черных тел, в том числе излучатели на точке плавления галлия, с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.4 Средние квадратические отклонения  $S_{\Sigma 0}$  результатов сличений вторичных эталонов единицы спектральной плотности энергетической яркости с первичным специальным эталоном в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм составляют от  $0,2 \cdot 10^{-2}$  до  $6,0 \cdot 10^{-2}$ .

4.5 Вторичные эталоны применяют для передачи единицы спектральной плотности энергетической яркости рабочим эталонам методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора.

## **5 Рабочие эталоны**

5.1 В качестве рабочих эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от  $6 \cdot 10^4$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм используют широкоапертурные излучатели (протяжённые диффузные источники) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

5.2 Доверительные погрешности  $\delta$  (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов единицы СПЭЯ излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм составляют от  $3 \cdot 10^{-2}$  до  $18 \cdot 10^{-2}$ .

5.3 В качестве рабочих эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от  $7,8 \cdot 10^1$  до  $7,3 \cdot 10^7$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм используют широкоапертурные излучатели (модели чёрного тела) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

5.4 Доверительные погрешности  $\delta$  (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов единицы СПЭЯ излучения в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм составляют от  $0,4 \cdot 10^{-2}$  до  $10 \cdot 10^{-2}$ .

5.5 В качестве рабочих эталонов единицы относительного спектрального распределения мощности излучения используют широкоапертурные излучатели (монохроматические источники излучения с перестраиваемой длиной волны) в диапазоне значений от 0,001 до 1,0 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,5 мкм с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

5.6 Доверительные погрешности  $\delta$  (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов относительного спектрального распределения мощности излучения составляют от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$ .

5.7 Рабочие эталоны применяют для передачи единиц спектральной плотности энергетической яркости и относительного спектрального распределения мощности излучения средствам измерений методом прямых измерений.

## **6 Средства измерений**

6.1 В качестве средств измерений СПЭЯ используют спектрометрические приборы в диапазоне измерений от  $6 \cdot 10^4$  до  $8 \cdot 10^8$  Вт/(ср·м<sup>3</sup>) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм.

6.2 Пределы допускаемых относительных погрешностей  $\Delta_0$  средств измерений СПЭЯ составляют от  $1,1 \cdot 10^{-2}$  до  $27 \cdot 10^{-2}$ .

6.3 В качестве средств измерений ЭЭЯ используют радиометры ЭЭЯ в диапазоне измерений от  $3,9 \cdot 10^{-7}$  до  $2 \cdot 10^2$  Вт/(ср·м<sup>2</sup>) в диапазоне длин волн от 0,3 до 25 мкм.

6.4 Пределы допускаемых относительных погрешностей  $\Delta_0$  средств измерений ЭЭЯ составляют от  $0,5 \cdot 10^{-2}$  до  $27 \cdot 10^{-2}$ .

