

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «28» декабря 2024 г. № 3157

**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

1.1 Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений спектральной плотности энергетической яркости (далее — 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 настерадиан-кубический метр $\text{Вт}/(\text{ср} \cdot \text{м}^3)$ и относительного спектрального распределения мощности излучения — относительные единицы, от Государственного первичного специального эталона единиц спектральной плотности энергетической яркости и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм этим средствам измерений при помощи вторичных эталонов и рабочих эталонов с указанием показателей точности и методов передачи единиц величин.

1.2 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 представлен в приложении А.

2 Государственный первичный специальный эталон

2.1 Государственный первичный специальный эталон (далее — ГПСЭ) единиц спектральной плотности энергетической яркости и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм предназначен для воспроизведения и хранения единицы СПЭЯ.

2.2 В состав ГПСЭ входят следующие технические средства:

абсолютный криогенный радиометр;

излучатели (модели чёрного тела, протяжённый диффузный источник излучения, монохроматический источник излучения) с системами автоматического регулирования и комплексами измерения температуры излучателей;

компараторы;

системы регистрации и обработки информации.

2.3 Диапазоны СПЭЯ, в которых Государственный первичный специальный эталон воспроизводит единицу, составляют от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ $\text{Вт}/(\text{ср} \cdot \text{м}^3)$ в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм и от $7,8 \cdot 10^1$ до $7,3 \cdot 10^7$ $\text{Вт}/(\text{ср} \cdot \text{м}^3)$ 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 25 мкм.

2.4 Государственный первичный специальный эталон обеспечивает воспроизведение:

1) единицы СПЭЯ:

в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм со средним квадратическим отклонением (СКО) результата измерений S_o (при 10 независимых измерениях);

неисключенной систематической погрешностью (НСП) θ_o , не превышающими значений, приведенными в таблице 1 и 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 $P=0,95$), не превышающими значений, приведенных в таблице 2 для диапазона значений СПЭЯ от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) и

в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм для диапазона значений СПЭЯ от $7,8 \cdot 10^1$ до $7,3 \cdot 10^7$ Вт/(ср·м³).

2) единицы относительного спектрального распределения мощности ОР:

в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм со средним квадратическим отклонением (СКО) результата измерений S_{oor} (при 10 независимых измерениях); неисключенной систематической погрешностью (НСП) θ_{oor} , не превышающими значений, приведенными в таблице 1 и стандартными неопределенностями, оцениваемыми по типам А и В u_{Aor} и u_{Bor} ; суммарной стандартной неопределенностью u_{cor} и расширенной неопределенностью U_{por} (для коэффициента охвата $k=2$ при уровне доверительной вероятности $P=0,95$), не превышающими значений, приведенных в таблице 2 для диапазона значений относительного спектрального распределения мощности от 0,001 до 1,0 отн. ед.

Таблица 1 – Показатели точности при воспроизведении единицы СПЭЯ в диапазоне от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне от 0,001 до 1,0 отн. ед.

Наименование показателя точности	Диапазон длин волн, мкм	Значение
Оценка случайной погрешности воспроизведения единицы СПЭЯ, S_o	0,3 – 3,0	$0,20 \cdot 10^{-2} - 4,50 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,30 \cdot 10^{-4} - 4,20 \cdot 10^{-2}$
Оценка случайной погрешности воспроизведения относительного спектрального распределения мощности излучения, S_{oor}	0,3 – 25,0	$0,20 \cdot 10^{-3} - 1,60 \cdot 10^{-2}$
Оценка неисключенной составляющей погрешности воспроизведения единицы СПЭЯ, θ_o	0,3 – 3,0	$0,90 \cdot 10^{-2} - 4,00 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,29 \cdot 10^{-2} - 1,88 \cdot 10^{-2}$
Оценка неисключенной составляющей погрешности воспроизведения относительного спектрального	0,3 – 25,0	$0,61 \cdot 10^{-2} - 3,34 \cdot 10^{-2}$

распределения мощности излучения, θ_{op}		
---	--	--

Таблица 2 – Неопределенности при воспроизведении единицы СПЭЯ в диапазоне от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) и единицы относительного спектрального распределения мощности излучения ОР в диапазоне от 0,001 до 1,0 отн. ед.

Наименование неопределенности	Диапазон длин волн, мкм	Значение
Стандартная неопределенность СПЭЯ, оцененная по типу А, u_A	0,3 – 3,0	$0,20 \cdot 10^{-2} - 4,50 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,30 \cdot 10^{-4} - 4,20 \cdot 10^{-2}$
Стандартная неопределенность относительного спектрального распределения мощности излучения, оцененная по типу А, $u_{A\ op}$	0,3 – 25,0	$0,20 \cdot 10^{-3} - 1,60 \cdot 10^{-2}$
Стандартная неопределенность СПЭЯ, оцененная по типу В, u_B	0,3 – 3,0	$0,50 \cdot 10^{-2} - 2,10 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,15 \cdot 10^{-2} - 0,99 \cdot 10^{-2}$
Стандартная неопределенность относительного спектрального распределения мощности излучения, оцененная по типу В, $u_{B\ op}$	0,3 – 25,0	$0,32 \cdot 10^{-2} - 1,76 \cdot 10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность СПЭЯ, u_c	0,3 – 3,0	$0,50 \cdot 10^{-2} - 5,00 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,15 \cdot 10^{-2} - 4,32 \cdot 10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность относительного спектрального распределения мощности излучения, $u_{c\ op}$	0,3 – 25,0	$0,33 \cdot 10^{-2} - 1,76 \cdot 10^{-2}$
Расширенная неопределенность СПЭЯ при коэффициенте охвата $k = 2$, U_p	0,3 – 3,0	$1,00 \cdot 10^{-2} - 10,00 \cdot 10^{-2}$
	3,0 – 25,0	$0,30 \cdot 10^{-2} - 9,38 \cdot 10^{-2}$
Расширенная неопределенность относительного спектрального распределения мощности излучения при коэффициенте охвата $k = 2$, $U_{p\ op}$	0,3 – 25,0	$0,65 \cdot 10^{-2} - 3,80 \cdot 10^{-2}$

2.5 Государственный первичный специальный эталон применяют для передачи единицы СПЭЯ и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм вторичным эталонам, рабочим эталонам, спектрометрическим и радиометрам эффективной энергетической яркости (ЭЭЯ) методом прямых измерений и сличением с

помощью компаратора.

При передаче единиц СПЭЯ и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм допустимое соотношение показателей точности ГПСЭ и вторичных эталонов, ГПСЭ и рабочих эталонов, ГПСЭ и поверяемых по ним средств измерений должно быть не более 1:2,6.

3 Вторичные эталоны

3.1 В качестве вторичных эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм применяют широкоапертурные излучатели (протяжённые диффузные источники) и спектрорадиометры с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

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

3.3 В качестве вторичных эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от $7,8 \cdot 10^1$ до $7,3 \cdot 10^7$ Вт/(ср·м³) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм применяют модели черных, в том числе излучатели на точке плавления галлия, с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

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

3.5 Вторичные эталоны применяют для передачи единицы СПЭЯ рабочим эталонам методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора.

При передаче единиц СПЭЯ и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм допустимое соотношение показателей точности вторичных эталонов и рабочих эталонов должно быть не более 1:2,6.

4 Рабочие эталоны

4.1 В качестве рабочих эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм применяют широкоапертурные излучатели (протяженные диффузные источники) с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.2 Доверительные погрешности δ (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 $18 \cdot 10^{-2}$.

4.3 В качестве рабочих эталонов единицы СПЭЯ в диапазоне измерений от $7,8 \cdot 10^1$ до $7,3 \cdot 10^7$ Вт/(ср·м³) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм применяют широкоапертурные излучатели (модели черного тела) с комплексом

измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.4 Доверительные погрешности δ (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 $10 \cdot 10^{-2}$.

4.5 В качестве рабочих эталонов единицы относительного спектрального распределения мощности излучения применяют 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 3,0 мкм с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.6 Доверительные погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм составляют от $1 \cdot 10^{-2}$ до $4 \cdot 10^{-2}$.

4.7 В качестве рабочих эталонов единицы относительного спектрального распределения мощности излучения применяют 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 3 до 25 мкм с комплексом измерительной и вспомогательной аппаратуры.

4.8 Доверительные погрешности δ (при доверительной вероятности 0,95) рабочих эталонов относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм составляют от $2 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$.

4.9 Рабочие эталоны применяют для передачи единиц СПЭЯ и относительного спектрального распределения мощности излучения средствам измерений методом прямых измерений.

При передаче единиц СПЭЯ и относительного спектрального распределения мощности излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 25,0 мкм допускаемое соотношение показателей точности рабочих эталонов и поверяемых по ним средств измерений должно быть не более 1:2,6.

5 Средства измерений

5.1 В качестве средств измерений СПЭЯ применяют спектрорадиометры в диапазоне измерений от $6 \cdot 10^4$ до $8 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм.

5.2 Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_0 средств измерений СПЭЯ составляют от $1,4 \cdot 10^{-2}$ до $27 \cdot 10^{-2}$.

5.3 В качестве средств измерений эффективной энергетической яркости ЭЭЯ применяют радиометры ЭЭЯ в диапазоне измерений от $3,9 \cdot 10^{-7}$ до $1,5 \cdot 10^2$ Вт/(ср·м²) в диапазоне длин волн от 3 до 25 мкм.

5.4 Пределы допускаемых относительных погрешностей $\Delta_{0ЭЭЯ}$ средств

измерений ЭЭЯ составляют от $0,5 \cdot 10^{-2}$ до $22,5 \cdot 10^{-2}$.

5.5 В качестве средств измерений ЭЭЯ применяют радиометры ЭЭЯ в диапазоне измерений от $6,0 \cdot 10^{-5}$ до $2,0 \cdot 10^2$ Вт/(ср·м²) в диапазоне длин волн от 0,3 до 3,0 мкм.

5.6 Пределы допускаемых относительных погрешностей $\Delta_{\text{оэя}}$ средств измерений ЭЭЯ составляют от $1,6 \cdot 10^{-2}$ до $27 \cdot 10^{-2}$.