

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «2» августа 2022 г. № 1894

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН
ОТ 0,2 ДО 300,0 мкм**

1. Область применения

1.1. Настоящая Государственная поверочная схема распространяется на средства измерений спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 0,2 до 300,0 мкм и устанавливает порядок передачи единиц абсолютной спектральной чувствительности к потоку излучения – ампер на ватт (А/Вт), вольт на ватт (В/Вт), абсолютной спектральной чувствительности к освещенности – ампер - метр квадратный на ватт ($A \cdot m^2 / Вт$) и вольт - метр квадратный на ватт ($B \cdot m^2 / Вт$), относительной спектральной чувствительности к потоку излучения – безразмерная величина и относительной спектральной чувствительности к освещенности – безразмерная величина от Государственного первичного эталона единиц спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 0,25 до 300,00 мкм с помощью вторичных и рабочих эталонов единиц спектральной чувствительности, а так же рабочих эталонов единицы относительной спектральной мощности излучения, средствам измерений с указанием погрешностей, неопределенностей, основных методов поверки и методов передачи единиц величин.

Графическая часть Государственной поверочной схемы для средств измерений спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 0,25 до 300,00 мкм представлена в приложении А.

1.2. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 0,2 до 300,0 мкм состоит из трех частей:

Часть 1. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм.

Часть 2. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм.

Часть 3. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

1.3. Государственную поверочную схему возглавляет государственный первичный эталон единиц спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 0,25 до 300,00 мкм, включающий в себя: установку для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм (ГПЭ-I), установку для передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм (ГПЭ-II) и установку для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм (ГПЭ-III).

ГПЭ-I предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм.

ГПЭ-II предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм.

ГПЭ-III предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

2. Часть 1. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 14,0 мкм

2.1. Установка для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм (ГПЭ-I)

2.1.1. ГПЭ-I состоит из комплекса следующих средств измерений и вспомогательного оборудования:

- криогенный радиометр с системой охлаждения и вакуумирования;
- вакуумная камера для установки поверяемых приемников излучения;
- монохроматический источник излучения на основе монохроматора и набора источников излучения;
- набор эталонных приемников излучения.

2.1.2. Диапазоны значений абсолютной спектральной чувствительности, в которых ГПЭ-I воспроизводит единицу величины, составляют от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт и от 1 до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм.

Диапазон значений относительной спектральной чувствительности, в котором ГПЭ-I воспроизводит единицу величины, составляет от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм.

2.1.3. ГПЭ-I обеспечивает воспроизведение единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности с относительным средним квадратическим отклонением среднего арифметического результатов измерений S_0 ¹, границей относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений Θ_0 , стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу А, u_{A0} *, стандартной неопределенностью, оцениваемой по типу В, u_{B0} , оценкой суммарной стандартной неопределенности u_{C0} и оценкой расширенной неопределенности U_{p0} ($k = 2,576$) при доверительной вероятности $P = 0,99$, указанными в таблице 1.

¹ Расчет приведен для 35 независимых измерений.

Таблица 1 – Значения метрологических характеристик для ГПЭ-I.

Спектральный диапазон, мкм	S_0	Θ_0	u_{A0}	u_{B0}	u_{C0}	U_{p0}
от 0,25 до 0,40	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$4,90 \cdot 10^{-3}$	$5,03 \cdot 10^{-3}$	$1,30 \cdot 10^{-2}$
от 0,4 до 1,0	$1,01 \cdot 10^{-3}$	$9,00 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-3}$	$3,70 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$	$2,77 \cdot 10^{-3}$
от 1,0 до 2,5	$8,20 \cdot 10^{-4}$	$7,70 \cdot 10^{-4}$	$8,20 \cdot 10^{-4}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$8,80 \cdot 10^{-4}$	$2,27 \cdot 10^{-3}$
от 2,5 до 14,0	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$4,53 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$1,87 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-2}$	$4,84 \cdot 10^{-2}$

Для обеспечения воспроизведения единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения государственного первичного эталона, утвержденные в установленном порядке.

2.1.4. ГПЭ-I применяют для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения вторичным и рабочим эталонам методом сличения при помощи компаратора, а также для единицы относительной спектральной мощности излучения рабочим эталоном методом косвенных измерений.

Метод косвенных измерений предусматривает преобразование передаваемой единицы спектральной чувствительности к потоку излучения от ГПЭ-I в единицу относительной спектральной мощности излучения. Реализация метода осуществляется на основе следующей зависимости, реализуемой в виде методики измерений в методиках первичной и периодической аттестации рабочего эталона:

$$P_{\text{отн}}(\lambda) = \frac{U(\lambda)}{S(\lambda)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{U(\lambda)}{S(\lambda)}\right)_{\text{max}}},$$

где $P_{\text{отн}}(\lambda)$ – относительная спектральная мощность излучения рабочего эталона на длине волны λ , отн. ед.;

$U(\lambda)$ - сигнал на выходе приемника излучения из состава ГПЭ-I на длине волны λ , В или А;

$S(\lambda)$ – спектральная чувствительность к потоку излучения ГПЭ-I на длине волны λ , А/Вт, В/Вт или отн. ед.;

$\left(\frac{U(\lambda)}{S(\lambda)}\right)_{\text{max}}$ - максимальное значение отношения $\frac{U(\lambda)}{S(\lambda)}$ для всего диапазона длин волн, Вт или отн. ед.

2.2. Вторичные эталоны

2.2.1. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм.

2.2.1.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм с ГПЭ-I при 10 независимых измерениях не превышает 1,5 %.

2.2.2. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм.

2.2.2.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм с ГПЭ-I при 10 независимых измерениях не превышает 0,75 %.

2.2.3. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

2.2.3.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм с ГПЭ-I при 10 независимых измерениях не превышает 1,5 %.

2.2.4. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм.

2.2.4.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм с ГПЭ-I при 10 независимых измерениях не превышает 3,0 %.

2.2.5. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц абсолютной и

относительной спектральной чувствительности к потоку излучения рабочим эталонам и средствам измерений методом сличения при помощи компаратора.

2.3. Рабочие эталоны

2.3.1. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм.

2.3.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм не превышают 3,0 % при передаче им единицы от ГПЭ-I и 4,5 % при передаче им единицы от вторичного эталона.

2.3.2. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм.

2.3.2.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм не превышают 1,50 % при передаче им единицы от ГПЭ-I и 2,25 % при передаче им единицы от вторичного эталона.

2.3.3. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

2.3.3.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм не превышают 3,0 % при передаче им единицы от ГПЭ-I и 4,5 % при передаче им единицы от вторичного эталона.

2.3.4. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от

2,5 до 14,0 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм.

2.3.4.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм не превышают 6,0 % при передаче им единицы от ГПЭ-I и 9,0 % при передаче им единицы от вторичного эталона.

2.3.5. В качестве рабочих эталонов единицы относительной спектральной мощности излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм применяют приемники излучения с источниками монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 14,00 мкм.

2.3.5.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единицы относительной спектральной мощности составляет от 4,50 до 2,25 % в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,40 мкм, не более 2,25% в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм, не более 4,5 % в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм и не более 9,0 % в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм.

2.3.6. Рабочие эталоны применяются для поверки (калибровки) средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения методом сличения при помощи компаратора и методом косвенных измерений.

Метод косвенных измерений предусматривает преобразование передаваемой единицы относительной спектральной мощности излучения от рабочего эталона в единицу относительной спектральной чувствительности к потоку излучения средств измерений. Реализация метода осуществляется на основе следующей зависимости, реализуемой в виде методики измерений в методиках поверки и калибровки средств измерений:

$$S_{\text{отн}}(\lambda) = \frac{U(\lambda)}{P_{\text{отн}}(\lambda)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{U(\lambda)}{P_{\text{отн}}(\lambda)}\right)_{\text{max}}},$$

где $S_{\text{отн}}(\lambda)$ - относительная спектральная чувствительность к потоку излучения средства измерений на длине волны λ , отн. ед.;

$U(\lambda)$ - сигнал на выходе приемника излучения из состава средства измерения на длине волны λ , В или А;

$P_{\text{отн}}(\lambda)$ - относительная спектральная мощность излучения рабочего эталона на длине волны λ , отн. ед.;

$\left(\frac{U(\lambda)}{P_{\text{отн}}(\lambda)}\right)_{\text{max}}$ - максимальное значение отношения $\frac{U(\lambda)}{P_{\text{отн}}(\lambda)}$ для всего диапазона длин волн, В или А.

2.4. Средства измерений

2.4.1. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от

0,2 до 0,4 мкм применяют приемники излучения, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм.

2.4.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 0,4 мкм не превышают 4,5 % при передаче им единицы от вторичного эталона, 6,0 % при передаче им единицы от рабочего эталона, получившего единицу непосредственного от ГПЭ-I, и 9,0 % при передаче единицы от рабочего эталона, получившего единицу от вторичного эталона.

2.4.2. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм применяют приемники излучения, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм.

2.4.2.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм не превышают 2,25 % при передаче им единицы от вторичного эталона, 3,00 % при передаче им единицы от рабочего эталона, получившего единицу непосредственного от ГПЭ-I, и 4,50 % при передаче единицы от рабочего эталона, получившего единицу от вторичного эталона.

2.4.2.2. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм не превышают 4,5 % при передаче им единицы от рабочего эталона единицы относительной спектральной мощности излучения.

2.4.3. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют приемники излучения, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

2.4.3.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм не превышают 4,5 % при передаче им единицы от вторичного эталона, 6,0 % при передаче им единицы от рабочего эталона, получившего единицу непосредственного от ГПЭ-I, и 9,0 % при передаче единицы от рабочего эталона, получившего

единицу от вторичного эталона.

2.4.3.2. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм не превышают 9,0 % при передаче им единицы от рабочего эталона единицы относительной спектральной мощности излучения.

2.4.4. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм применяют приемники излучения, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 А/Вт или от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{16}$ В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм.

2.4.4.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм не превышают 9,0 % при передаче им единицы от вторичного эталона, 12,0 % при передаче им единицы от рабочего эталона, получившего единицу непосредственного от ГПЭ-I, и 18,0 % при передаче единицы от рабочего эталона, получившего единицу от вторичного эталона.

2.4.4.2. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 2,5 до 14,0 мкм не превышают 18,0 % при передаче им единицы от рабочего эталона единицы относительной спектральной мощности излучения.

3. Часть 2. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм

3.1. Установка для передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм (ГПЭ-II)

3.1.1. ГПЭ-II состоит из комплекса следующих средств измерений и вспомогательного оборудования:

- спектрокомпаратора на основе монохроматора;
- блока источников излучения;
- набора трап-детекторов и фильтровых радиометров.

3.1.2. Диапазон значений абсолютной спектральной чувствительности к энергетической освещенности, в котором ГПЭ-II воспроизводит единицу величины, составляет от $4 \cdot 10^{-16}$ до $4 \cdot 10^{-6}$ А·м²/Вт в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм.

Диапазон значений относительной спектральной чувствительности к энергетической освещенности, в котором ГПЭ-II воспроизводит единицу величины, составляет от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,35 до 2,50 мкм.

3.1.3. ГПЭ-II обеспечивает воспроизведение единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности с относительным средним квадратическим отклонением среднего арифметического результатов измерений S_0 не более $1,01 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и не более $8,20 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм при 35 независимых измерениях.

Доверительные границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений Θ_0 не превышают $1,16 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и $1,06 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм при доверительной вероятности $P = 0,99$.

Относительная стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, u_{A0} не превышает $1,01 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и $8,20 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

Относительная стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_{B0} не превышает $4,76 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и $4,39 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

Оценка относительной суммарной стандартной неопределенности u_{c0} не превышает $1,12 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и $9,30 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

Оценка относительной расширенной неопределенности U_{p0} не превышает $2,88 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и $2,40 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм при $k = 2,576$ и доверительной вероятности $P = 0,99$.

Для обеспечения воспроизведения единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения государственного первичного эталона, утвержденные в установленном порядке.

3.1.4. ГПЭ-II применяют для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности вторичным и рабочим эталонам методом сличения при помощи компаратора и косвенным методом.

Метод косвенных измерений предусматривает преобразование передаваемой единицы спектральной чувствительности к освещенности от ГПЭ-II, единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457, и единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в единицу спектральной чувствительности к освещенности. Реализация метода осуществляется на основе следующей зависимости, реализуемой в виде методиках первичной и периодической аттестации вторичного эталона:

$$S_{\text{ВЭТ}}(\lambda) = \frac{U_{\text{ВЭТ}}(\lambda)}{I_{\text{ГПЭ}}(\lambda)} S_{\text{ГПЭ}}(\lambda),$$

где $S_{\text{ВЭТ}}(\lambda)$ – абсолютная спектральная чувствительность к освещенности вторичного эталона на длине волны λ , В·м²/Вт;

$S_{\text{ГПЭ}}(\lambda)$ – абсолютная спектральная чувствительность к освещенности ГПЭ-II на длине волны λ , А·м²/Вт;

$U_{\text{ВЭТ}}(\lambda)$ – результата измерений постоянного электрического напряжения на выходе приемника излучения из состава вторичного эталона на длине волны λ , В;

$I_{\text{ГПЭ}}(\lambda)$ – результата измерений силы постоянного электрического тока на выходе приемника излучения из состава ГПЭ-II на длине волны λ , А.

3.2. Средства измерений (эталон), заимствованные из других поверочных схем

3.2.1. В качестве средств измерений (эталон), заимствованных из других поверочных схем применяют амперметры в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091.

3.2.1.1. Диапазон измерений постоянного тока амперметров составляет от $1 \cdot 10^{-5}$ до 100 А.

3.2.1.2. Пределы допустимых относительных погрешностей амперметров составляют от $1 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$.

3.2.2. В качестве средств измерений (эталон), заимствованных из других поверочных схем применяют вольтметры в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457.

3.2.2.1. Диапазон измерений напряжения вольтметров составляет до 1000 В.

3.2.2.2. Пределы допустимых относительных погрешностей вольтметров составляют от $0,5 \cdot 10^{-4}$ до $2,0 \cdot 10^{-4}$.

3.2.3. Средства измерений (эталон), заимствованные из других поверочных схем применяют для передачи единицы абсолютной спектральной чувствительности к освещенности вторичным эталонам косвенным методом. Описание метода косвенных измерений приведено в п. 3.1.4.

3.3. Вторичные эталоны

3.3.1. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм.

3.3.1.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм с ГПЭ-II при 35 независимых измерениях не превышает 0,9 %.

3.3.2. В качестве вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

3.3.2.1. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma 0}$ результатов сличений вторичных эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм с ГПЭ-II при 35 независимых измерениях не превышает 2,0 %.

3.3.3. Вторичные эталоны применяют для передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности рабочим эталонам и средствам измерений методом сличения при помощи компаратора.

3.4. Рабочие эталоны

3.4.1. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм.

3.4.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм не превышают 2,7 %.

3.4.2. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,50 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм.

3.4.2.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих

эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм не превышают 6,0 %.

3.4.3. Рабочие эталоны применяют для поверки (калибровки) средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности методом сличения при помощи компаратора.

3.5. Средства измерений

3.5.1. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм применяют приемники излучения, фильтровые радиометры и спектрометрические приборы, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед.

3.5.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,00 мкм не превышают 2,7 % при передаче единицы от вторичного эталона и 5,4 % при передаче единицы от рабочего эталона.

3.5.2. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм применяют приемники излучения, фильтровые радиометры и спектрометрические приборы, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к освещенности в диапазоне от $4 \cdot 10^{-16}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ А·м²/Вт или от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^{11}$ В·м²/Вт или относительную спектральную чувствительность в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед.

3.5.2.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к освещенности в диапазоне длин волн от 1,0 до 2,5 мкм не превышают 6,0 % при передаче единицы от вторичного эталона и 12,0 % при передаче единицы от рабочего эталона.

4. Часть 3. Эталоны и средства измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм

4.1. Установка для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм (ГПЭ-III)

4.1.1. ГПЭ-III состоит из комплекса следующих средств измерений и вспомогательного оборудования:

- набор приемников излучения терагерцового диапазона;
- источник излучения терагерцового диапазона;
- систему спектрального компаратора приемников излучения;
- оптическую систему.

4.1.2. Диапазон значений абсолютной спектральной чувствительности к

потоку излучения, в котором ГПЭ-III воспроизводит единицу величины, составляет от 0,01 до 100,00 В/Вт в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Диапазон значений относительной спектральной чувствительности к потоку излучения, в котором ГПЭ-III воспроизводит единицу величины, составляет от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

4.1.3. ГПЭ-III обеспечивает воспроизведение единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения с относительным средним квадратическим отклонением среднего арифметического результатов измерений S_0 не более $2,7 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений Θ_0 не превышают $2,7 \cdot 10^{-2}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, u_{A0} не превышает $2,7 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, u_{B0} не превышает $1,6 \cdot 10^{-2}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Оценка суммарной стандартной неопределенности u_{c0} не превышает $1,6 \cdot 10^{-2}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

Оценка расширенной неопределенности U_{p0} не превышает $4,8 \cdot 10^{-2}$ в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм при $k = 3$.

Для обеспечения воспроизведения единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения государственного первичного эталона, утвержденные в установленном порядке.

4.1.4. ГПЭ-III применяют для воспроизведения и передачи единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения рабочим эталонам и средствам измерений методом сличения при помощи компаратора.

4.2. Рабочие эталоны

4.2.1. В качестве рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм применяют установки, состоящие из приемников излучения, имеющих абсолютную спектральную чувствительность в диапазоне от 10^{-5} до 10^6 В/Вт или относительную спектральную чувствительность в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм и компаратора, работающего в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

4.2.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 рабочих эталонов единиц абсолютной и относительной спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм не превышают 5,5 %.

4.3. Рабочие эталоны применяются для поверки (калибровки) средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности методом сличения при помощи компаратора.

4.3. Средства измерений

4.3.1. В качестве средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм применяют приемники излучения, имеющие абсолютную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 10^{-5} до 10^6 В/Вт или относительную спектральную чувствительность к потоку излучения в диапазоне от 0,01 до 1,00 отн. ед. в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм.

4.3.1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности Δ_0 средств измерений абсолютной и относительной спектральной чувствительности к потоку излучения в диапазоне длин волн от 14 до 300 мкм не превышают 5,5 % при передаче единицы от ГПЭ-III и 9,0 % при передаче единицы от рабочих эталонов.