РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ В ДЕФЕКТОСКОПИИ, ПОЛИГРАФИИ И ФОТОЛИТОГРАФИИ

Методика поверки

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП ВНИИОФИ) Госстандарта России, Техническим комитетом по стандартизации ТК 386 «Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений в области ультрафиолетовой спектрорадиометрии»

2. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 30 ноября 2001 г. № 508-ст

3 Настоящие рекомендации в части методов оценки погрешностей радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников соответствуют рекомендациям Международной комиссии по освещению (МКО) № 53 «Методы определения характеристик радиометров и фотометров»

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2002

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ В ДЕФЕКТОСКОПИИ, ПОЛИГРАФИИ И ФОТОЛИТОГРАФИИ

Методика поверки

Дата введения 2002—10—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на средства измерений (СИ) характеристик ультрафиолетового (УФ) излучения технологических источников — радиометры (спектрорадиометры) УФ излучения, основанные на использовании фотодиодов, вакуумных фотоэлементов, других фотопреобразователей, область спектральной чувствительности которых ограничена диапазоном длин волн от 0,2 до 1,1 мкм. Технологические УФ излучатели применяются в дефектоскопии, полиграфии, фотолитографии для создания высоких уровней УФ освещенности. Контроль характеристик УФ излучения технологических источников проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 28369, ГОСТ 18442 и [1]. Средства измерений характеристик УФ излучения технологических источников обеспечивают измерения энергетической освещенности в диапазоне длин волн УФ-А (0,315 ÷ 0,400 мкм), в динамическом диапазоне, нижняя граница которого составляет не более 1,0 Вт/м^2, верхняя — не менее 1000 Вт/м^2.

Настоящие рекомендации устанавливают методику поверки радиометров (спектрорадиометров), используемых для измерения характеристик УФ излучения технологических источников.

Межповерочный интервал для средств измерений характеристик ультрафиолетового излучения технологических источников — один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.195—89 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,25÷25,00 мкм; силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,2÷25,0 мкм

ГОСТ 8.207—76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

ГОСТ 8.552—86 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений потока излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,03÷0,4 мкм

ГОСТ 18442—80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 28369—89 Контроль неразрушающий. Облучатели ультрафиолетовые. Общие технические требования и методы испытаний

Издание официальное

ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

ПР 50.2.012—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аттестации поверителей средств измерений

СанПиН 4557—88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях

3 Операции поверки радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников

Методика поверки радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в соответствии с ПР 50.2.006 включает операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящих рекомендаций	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Подготовка к поверке	8.1	+	+
2 Внешний осмотр	8.2	+	+
3 Опробование	8.3	+	+
4 Определение метрологических характеристик радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников	8.4	+	+
4.1 Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за неидеальной коррекции спектральной чувствительности, по результатам измерений относительной спектральной чувствительности	8.4.1	+	+
4.1.1 Измерение относительной спектральной чувствительности УФ излучения технологических источников в диапазоне длин волн от 0,28 до 0,40 мкм.	8.4.1.1	+	—
4.1.2 Измерение относительной спектральной чувствительности радиометра в дополнительном видимом и инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн от 0,4 до 1,1 мкм	8.4.1.2	+	—
4.2 Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за неидеальной коррекции спектральной чувствительности в УФ, видимом и ИК диапазонах длин волн от 0,2 до 1,1 мкм с использованием контрольных источников излучения	8.4.2	—	+
4.3 Определение погрешности абсолютной чувствительности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в диапазоне длин волн УФ-А	8.4.3	+	+

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта настоящих рекомендаций	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.4 Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы; определение границ диапазона измерений энергетической освещенности	8.4.4	+	+
4.5 Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за неидеальной коррекции угловой зависимости чувствительности	8.4.5	+	+
4.6 Обработка результатов измерений радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников	8.4.6	+	+
5 Оформление результатов поверки радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников	Раздел 9	+	+

4 Средства поверки радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников

При проведении поверки используются основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведен в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта настоящих рекомендаций	Средства поверки
8.4.1.1—8.4.1.2	Установка для измерений спектральной чувствительности приемников излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 1,1 мкм в составе рабочего эталона потока излучения и энергетической освещенности (РЭ ПИ и ЭО) по ГОСТ 8.552. Установка включает источники излучения — лампы типов ДКсШ-120, КГМ-12-100 (или аналогичные), монохроматор типа МДР-23 (или аналогичный), светофильтр типа ЖС-16, фотоприемники типов ФПД-1, ФД-288К (или аналогичные). Относительное суммарное среднеквадратическое отклонение (СКО) S_{Σ_0} — не более 2 %.
8.4.2—8.4.3	Установка для измерений абсолютной чувствительности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в диапазоне длин волн от 0,315 до 0,400 мкм в составе РЭ ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552. СКО S_{Σ_0} — не более 1 %. Установка включает комплект источников излучения — лампы типов ДРТ-250, ЛУФ-30, ДКсШ-120, ДРУФЗ-125, КГМ-12-100 (или аналогичные), многоканальный радиометр УФ излучения
8.4.4	Установка для измерений коэффициента линейности чувствительности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в составе РЭ ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552. Установка включает набор нейтральных ослабителей, источники излучения — лампы типа ДКсШ-120 (или аналогичные). СКО S_{Σ_0} — не более 3 %.
8.4.5	Установка для измерений угловой зависимости чувствительности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в составе РЭ ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552, включающая гониометр типа ГС-5 (или аналогичный). СКО S_{Σ_0} — не более 3 %.

5 Требования к квалификации поверителей

К поверке радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников допускают лиц, освоивших работу с радиометрами и используемыми эталонами, изучивших настоящие рекомендации, прошедших аттестацию в соответствии с ПР 50.2.012.

6 Требования безопасности

При поверке радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников соблюдают правила электробезопасности [2]. Измерения должны проводить два оператора, аттестованные по группе электробезопасности не ниже III, прошедшие инструктаж на рабочем месте по безопасности труда при эксплуатации электрических установок. При работе с источниками УФ излучения необходимо использовать средства защиты персонала от УФ излучения — защитные очки, щитки, перчатки и т. п. в соответствии с требованиями СанПиН 4557.

В помещении, в котором эксплуатируются источники УФ излучения, должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция для исключения вредного воздействия озона на людей.

7 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С . . . . . 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % . . . . . 65 ± 15
- атмосферное давление, кПа . . . . . от 84 до 104
- напряжение питающей сети, В . . . . . 220 ± 4
- частота питающей сети, Гц . . . . . 50 ± 1

8 Подготовка и проведение поверки

Методика поверки радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников включает подготовку к поверке, внешний осмотр, опробование и определение метрологических характеристик.

8.1 При подготовке к поверке необходимо включить все приборы в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

8.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности радиометров (спектрорадиометров) паспортным данным;
- отсутствие механических повреждений блоков радиометров (спектрорадиометров), сохранность соединительных кабелей и сетевых разъемов;
- четкость надписей на панели прибора;
- наличие маркировки (тип и заводской номер прибора);
- отсутствие сколов, царапин и загрязнений на оптических деталях прибора.

8.3 При опробовании должно быть установлено:

- наличие показаний радиометров (спектрорадиометров) при освещении УФ излучением;
- правильное функционирование переключателей пределов измерений, режимов работы радиометров (спектрорадиометров).

8.4 Определение метрологических характеристик радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников

8.4.1. Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за неидеальной коррекции спектральной чувствительности, проводят при первичной поверке по результатам измерений отклонений реальной относительной спектральной чувствительности поверяемого радиометра (спектрорадиометра) от стандартной (приложение А). ОСЧ поверяемого радиометра УФ излучения сравнивается с известной спектральной чувствительностью эталонного приемника УФ излучения, поверенного в ранге РЭ по ГОСТ 8.552 в диапазоне длин волн от 0,28 до 1,1 мкм. Измерения относительной спектральной чувствительности

поверяемого спектрорадиометра УФ излучения проводят с использованием источника УФ излучения — ксеноновой лампы типа ДКсШ-120, поверенного в ранге РЭ СПЭО по ГОСТ 8.195.

8.4.1.1 При измерении относительной спектральной чувствительности радиометров УФ излучения технологических источников в диапазоне длин волн от 0,28 до 0,40 мкм используется излучатель на основе ксеноновой лампы типа ДКсШ-120, монохроматор типа МДР-23 (или аналогичный) со спектральным разрешением не более 2 нм и эталонный приемник УФ излучения — фотодиод типа ФПД-1. Эталонный приемник УФ излучения и поверяемый прибор поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора таким образом, чтобы поток монохроматического излучения не выходил за пределы апертурной диафрагмы. Измерение сигналов эталонного приемника $I^{o}(\lambda)$ и поверяемого прибора $I(\lambda)$ проводят поочередно 5 раз на каждой длине волны с шагом 10 нм. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают светофильтр типа ЖС-16, не прозрачный в диапазоне длин волн от 0,28 до 0,40 мкм, и измеряют показания эталонного приемника $J^{o}(\lambda)$ и поверяемого прибора $J(\lambda)$, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре. Результат i-го измерения ОСЧ поверяемого прибора $S_i(\lambda)$ рассчитывают по известным значениям ОСЧ $S^{o}(\lambda)$ эталонного приемника и отношению измеренных сигналов по формуле

$$S_i(\lambda) = S^{o}(\lambda) \cdot \left[I_i(\lambda) - J_i(\lambda)\right] / \left[I_i^{o}(\lambda) - J_i^{o}(\lambda)\right]. \quad (1)$$

Для каждой длины волны определяют среднеарифметическое значение ОСЧ $S(\lambda)$. Оценку относительного среднеквадратического отклонения S_0 результатов измерений для n независимых измерений определяют по формуле

$$S_0 = \frac{\left\{\sum_{i=1}^{n}\left[S(\lambda) - S_i(\lambda)\right]^2\right\}^{1/2}}{S(\lambda)[n(n-1)]^{1/2}}, \quad (2)$$

где n — число независимых измерений.

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОСЧ Θ_0 определяется погрешностью РЭ ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552.

Относительное суммарное среднеквадратическое отклонение результатов измерений ОСЧ S_{Σ_0} определяют по формуле

$$S_{\Sigma_0} = \left(S_0^2 + \Theta_0^2/3\right)^{1/2}. \quad (3)$$

Значение относительного суммарного СКО результатов измерений ОСЧ в диапазоне длин волн от 0,28 до 0,40 мкм не должно превышать 5 %.

Определение ОСЧ спектрорадиометра УФ излучения технологических источников проводят для оценки погрешности спектральной коррекции, возникающей из-за высокого порога спектральной чувствительности и значительного уровня рассеянного света спектрорадиометра.

При определении ОСЧ спектрорадиометра УФ излучения в основном диапазоне длин волн от 0,315 до 0,400 мкм эталонный источник УФ излучения на основе ксеноновой лампы типа ДКсШ-120, поверенный в ранге РЭ СПЭО по ГОСТ 8.195, устанавливают на расстоянии 0,5 м от спектрорадиометра, так чтобы значения СПЭО составляли $(0,6 \div 1,2) \cdot 10^7$ Вт/м^3. Показания спектрорадиометра измеряют в единицах СПЭО (Вт/м^3). ОСЧ поверяемого спектрорадиометра $S(\lambda)$ определяют по отношению измеренных значений СПЭО к значениям СПЭО эталонного источника излучения. Значения суммарного СКО результатов измерений ОСЧ не должны превышать 5 %.

8.4.1.2 При измерении ОСЧ радиометра в дополнительном видимом и ИК диапазонах длин волн от 0,4 до 1,1 мкм спектральное разрешение монохроматора выбирают в пределах 3 нм. В качестве источника излучения используют лампу накаливания типа КГМ-12-100, в качестве эталонного приемника излучения — кремниевый фотодиод типа ФД-288К.

При измерении ОСЧ спектрорадиометра в видимом и ИК диапазонах длин волн от 0,4 до 1,1 мкм используют эталонный источник излучения — лампу накаливания типа КГМ-12-100 в

составе РЭ ЭО по ГОСТ 8.195 с светофильтром типа ЖС-16 толщиной 2 мм. Поверяемый УФ спектрорадиометр устанавливают на оптической скамье на расстоянии не менее 0,3 м от источника излучения. Регистрация показаний I в Вт/м^2 поверяемого УФ спектрорадиометра в основном рабочем диапазоне длин волн от 0,315 до 0,400 мкм указывает на наличие дополнительной нескорригированной чувствительности $S(\lambda)$ в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,1 мкм. Значение $S(\lambda)$, усредненное в диапазоне длин волн, определяют по формуле $S(\lambda) = I / E_{vir}$.

По результатам измерений ОСЧ радиометра (спектрорадиометра) определяют погрешность спектральной коррекции. Погрешность спектральной коррекции радиометра (спектрорадиометра) Θ_1 в процентах, вызванную отклонением относительной спектральной чувствительности $S(\lambda)$ поверяемого УФ радиометра (спектрорадиометра) от стандартной $S^{ст}(\lambda)$ (см. приложение А), определяют по формуле

$$\Theta_1 = \left| \frac{\int_0^\infty E(\lambda) \cdot S(\lambda)\, d\lambda \cdot \int_0^\infty E^{ст}(\lambda) \cdot S^{ст}(\lambda)\, d\lambda}{\int_0^\infty E^{ст}(\lambda) S^{ст}(\lambda)\, d\lambda \cdot \int_0^\infty E^{ст}(\lambda) \cdot S(\lambda)\, d\lambda} - 1 \right| \cdot 100, \qquad (4)$$

где $E(\lambda)$ — относительная спектральная плотность энергетической освещенности контрольных источников УФ излучения;

$E^{ст}(\lambda)$ — относительная спектральная плотность энергетической освещенности стандартного источника УФ излучения.

Для определения возможности применения поверяемого прибора в качестве радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников в соответствии с настоящими рекомендациями установлен перечень контрольных и стандартных источников излучения. Табулированные значения $E(\lambda)$ и $E^{ст}(\lambda)$ приведены в таблицах 3—7. Расчет Θ_1 по формуле (4) рекомендуется выполнять с использованием специальных компьютерных программ.

Значение погрешности спектральной коррекции Θ_1 радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников для каждого контрольного источника не должно превышать 6 %.

Таблица 3 — Значения $E^{ст}(\lambda)$ для стандартного источника — ртутной лампы среднего давления

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$
200	$5{,}55 \cdot 10^{-2}$	320	$1{,}50 \cdot 10^{-2}$	440	$2{,}37 \cdot 10^{-2}$
205	$8{,}19 \cdot 10^{-2}$	325	$1{,}19 \cdot 10^{-2}$	445	$1{,}20 \cdot 10^{-2}$
210	$1{,}04 \cdot 10^{-1}$	330	$1{,}13 \cdot 10^{-2}$	450	$7{,}58 \cdot 10^{-3}$
215	$1{,}04 \cdot 10^{-1}$	335	$1{,}03 \cdot 10^{-1}$	455	$6{,}42 \cdot 10^{-3}$
220	$1{,}23 \cdot 10^{-1}$	340	$9{,}48 \cdot 10^{-3}$	460	$5{,}43 \cdot 10^{-3}$
225	$1{,}29 \cdot 10^{-1}$	345	$7{,}87 \cdot 10^{-3}$	465	$5{,}19 \cdot 10^{-3}$
230	$1{,}18 \cdot 10^{-1}$	350	$6{,}71 \cdot 10^{-3}$	470	$5{,}57 \cdot 10^{-3}$
235	$1{,}02 \cdot 10^{-1}$	355	$9{,}12 \cdot 10^{-3}$	475	$5{,}65 \cdot 10^{-3}$
240	$8{,}64 \cdot 10^{-2}$	360	$9{,}51 \cdot 10^{-3}$	480	$5{,}38 \cdot 10^{-3}$
245	$4{,}87 \cdot 10^{-2}$	365	1,000	485	$6{,}13 \cdot 10^{-3}$
250	$9{,}05 \cdot 10^{-2}$	370	$2{,}68 \cdot 10^{-2}$	490	$1{,}79 \cdot 10^{-2}$
255	$4{,}42 \cdot 10^{-1}$	375	$1{,}01 \cdot 10^{-2}$	495	$7{,}15 \cdot 10^{-3}$
260	$1{,}75 \cdot 10^{-1}$	380	$1{,}03 \cdot 10^{-2}$	500	$4{,}26 \cdot 10^{-3}$
265	$2{,}93 \cdot 10^{-1}$	385	$7{,}87 \cdot 10^{-3}$	505	$4{,}49 \cdot 10^{-3}$
270	$1{,}01 \cdot 10^{-1}$	390	$2{,}27 \cdot 10^{-2}$	510	$4{,}63 \cdot 10^{-3}$
275	$6{,}52 \cdot 10^{-2}$	395	$5{,}82 \cdot 10^{-3}$	515	$4{,}70 \cdot 10^{-3}$
280	$1{,}78 \cdot 10^{-1}$	400	$7{,}40 \cdot 10^{-3}$	520	$4{,}65 \cdot 10^{-3}$
285	$2{,}15 \cdot 10^{-2}$	405	$3{,}30 \cdot 10^{-1}$	525	$4{,}69 \cdot 10^{-3}$
290	$8{,}08 \cdot 10^{-2}$	410	$7{,}52 \cdot 10^{-2}$	530	$4{,}74 \cdot 10^{-3}$
295	$1{,}21 \cdot 10^{-1}$	415	$8{,}64 \cdot 10^{-3}$	535	$9{,}77 \cdot 10^{-3}$
300	$1{,}48 \cdot 10^{-1}$	420	$8{,}36 \cdot 10^{-3}$	540	$6{,}49 \cdot 10^{-3}$
305	$3{,}67 \cdot 10^{-1}$	425	$9{,}92 \cdot 10^{-3}$	545	$7{,}18 \cdot 10^{-1}$
310	$1{,}20 \cdot 10^{-1}$	430	$1{,}39 \cdot 10^{-2}$	550	$5{,}61 \cdot 10^{-3}$
315	$6{,}09 \cdot 10^{-1}$	435	$6{,}38 \cdot 10^{-1}$	555	$5{,}50 \cdot 10^{-3}$

Окончание таблицы 3

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$
560	$5{,}40 \cdot 10^{-3}$	745	$4{,}92 \cdot 10^{-3}$	930	$5{,}79 \cdot 10^{-3}$
565	$5{,}51 \cdot 10^{-3}$	750	$4{,}94 \cdot 10^{-3}$	935	$5{,}82 \cdot 10^{-3}$
570	$6{,}27 \cdot 10^{-3}$	755	$4{,}98 \cdot 10^{-3}$	940	$5{,}84 \cdot 10^{-3}$
575	$9{,}48 \cdot 10^{-3}$	760	$4{,}97 \cdot 10^{-3}$	945	$5{,}87 \cdot 10^{-3}$
580	$7{,}04 \cdot 10^{-1}$	765	$4{,}99 \cdot 10^{-3}$	950	$5{,}89 \cdot 10^{-3}$
585	$5{,}47 \cdot 10^{-3}$	770	$5{,}01 \cdot 10^{-3}$	955	$5{,}92 \cdot 10^{-3}$
590	$5{,}07 \cdot 10^{-3}$	775	$5{,}04 \cdot 10^{-3}$	960	$5{,}96 \cdot 10^{-3}$
595	$5{,}05 \cdot 10^{-3}$	780	$5{,}05 \cdot 10^{-3}$	965	$5{,}98 \cdot 10^{-3}$
600	$5{,}02 \cdot 10^{-3}$	785	$5{,}11 \cdot 10^{-3}$	970	$6{,}01 \cdot 10^{-3}$
605	$4{,}98 \cdot 10^{-3}$	790	$5{,}09 \cdot 10^{-3}$	975	$6{,}04 \cdot 10^{-3}$
610	$4{,}99 \cdot 10^{-3}$	795	$5{,}11 \cdot 10^{-3}$	980	$6{,}05 \cdot 10^{-3}$
615	$4{,}92 \cdot 10^{-3}$	800	$5{,}14 \cdot 10^{-3}$	985	$6{,}05 \cdot 10^{-3}$
620	$4{,}97 \cdot 10^{-3}$	805	$5{,}16 \cdot 10^{-3}$	990	$6{,}07 \cdot 10^{-3}$
625	$4{,}94 \cdot 10^{-3}$	810	$5{,}16 \cdot 10^{-3}$	995	$6{,}08 \cdot 10^{-3}$
630	$4{,}92 \cdot 10^{-3}$	815	$5{,}16 \cdot 10^{-3}$	1000	$6{,}09 \cdot 10^{-3}$
635	$4{,}95 \cdot 10^{-3}$	820	$5{,}18 \cdot 10^{-3}$	1005	$6{,}09 \cdot 10^{-3}$
640	$4{,}99 \cdot 10^{-3}$	825	$5{,}18 \cdot 10^{-3}$	1010	$6{,}23 \cdot 10^{-3}$
645	$5{,}02 \cdot 10^{-3}$	830	$5{,}19 \cdot 10^{-3}$	1015	$7{,}66 \cdot 10^{-2}$
650	$5{,}07 \cdot 10^{-3}$	835	$5{,}22 \cdot 10^{-3}$	1020	$6{,}18 \cdot 10^{-3}$
655	$5{,}16 \cdot 10^{-3}$	840	$5{,}25 \cdot 10^{-3}$	1025	$6{,}09 \cdot 10^{-3}$
660	$5{,}25 \cdot 10^{-3}$	845	$5{,}28 \cdot 10^{-3}$	1030	$6{,}08 \cdot 10^{-3}$
665	$5{,}27 \cdot 10^{-3}$	850	$5{,}31 \cdot 10^{-3}$	1035	$6{,}06 \cdot 10^{-3}$
670	$6{,}07 \cdot 10^{-3}$	855	$5{,}33 \cdot 10^{-3}$	1040	$6{,}04 \cdot 10^{-3}$
675	$5{,}22 \cdot 10^{-3}$	860	$5{,}36 \cdot 10^{-3}$	1045	$6{,}01 \cdot 10^{-3}$
680	$5{,}21 \cdot 10^{-3}$	865	$5{,}38 \cdot 10^{-3}$	1050	$5{,}96 \cdot 10^{-3}$
685	$5{,}23 \cdot 10^{-3}$	870	$5{,}41 \cdot 10^{-3}$	1055	$5{,}93 \cdot 10^{-3}$
690	$5{,}82 \cdot 10^{-3}$	875	$5{,}43 \cdot 10^{-3}$	1060	$5{,}89 \cdot 10^{-3}$
695	$5{,}27 \cdot 10^{-3}$	880	$5{,}45 \cdot 10^{-3}$	1065	$5{,}86 \cdot 10^{-3}$
700	$5{,}25 \cdot 10^{-3}$	885	$5{,}48 \cdot 10^{-3}$	1070	$5{,}82 \cdot 10^{-3}$
705	$5{,}34 \cdot 10^{-3}$	890	$5{,}52 \cdot 10^{-3}$	1075	$5{,}79 \cdot 10^{-3}$
710	$7{,}11 \cdot 10^{-3}$	895	$5{,}55 \cdot 10^{-3}$	1080	$5{,}75 \cdot 10^{-3}$
715	$5{,}05 \cdot 10^{-3}$	900	$5{,}58 \cdot 10^{-3}$	1085	$5{,}72 \cdot 10^{-3}$
720	$5{,}01 \cdot 10^{-3}$	905	$5{,}62 \cdot 10^{-3}$	1090	$5{,}69 \cdot 10^{-3}$
725	$4{,}94 \cdot 10^{-3}$	910	$5{,}65 \cdot 10^{-3}$	1095	$5{,}66 \cdot 10^{-3}$
730	$4{,}89 \cdot 10^{-3}$	915	$5{,}70 \cdot 10^{-3}$	1100	$5{,}69 \cdot 10^{-3}$
735	$4{,}90 \cdot 10^{-3}$	920	$5{,}72 \cdot 10^{-3}$		
740	$4{,}93 \cdot 10^{-3}$	925	$5{,}76 \cdot 10^{-3}$		

Таблица 4 — Значения $E(\lambda)$ для контрольного источника — ртутной лампы с люминофором типа ЛУФ

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
280	$2{,}07 \cdot 10^{-6}$	345	$9{,}19 \cdot 10^{-1}$	410	$6{,}31 \cdot 10^{-2}$
285	$1{,}18 \cdot 10^{-5}$	350	1,000	415	$9{,}85 \cdot 10^{-3}$
290	$1{,}58 \cdot 10^{-4}$	355	$9{,}75 \cdot 10^{-1}$	420	$6{,}38 \cdot 10^{-3}$
295	$8{,}78 \cdot 10^{-4}$	360	$8{,}63 \cdot 10^{-1}$	425	$4{,}11 \cdot 10^{-3}$
300	$1{,}81 \cdot 10^{-3}$	365	$8{,}74 \cdot 10^{-1}$	430	$2{,}84 \cdot 10^{-3}$
305	$6{,}06 \cdot 10^{-3}$	370	$5{,}58 \cdot 10^{-1}$	435	$1{,}55 \cdot 10^{-1}$
310	$1{,}86 \cdot 10^{-2}$	375	$3{,}98 \cdot 10^{-1}$	440	$1{,}83 \cdot 10^{-3}$
315	$6{,}33 \cdot 10^{-2}$	380	$2{,}70 \cdot 10^{-1}$	445	$1{,}17 \cdot 10^{-3}$
320	$1{,}09 \cdot 10^{-1}$	385	$1{,}78 \cdot 10^{-1}$	450	$9{,}48 \cdot 10^{-4}$
325	$2{,}23 \cdot 10^{-1}$	390	$1{,}14 \cdot 10^{-1}$	455	$7{,}95 \cdot 10^{-4}$
330	$3{,}85 \cdot 10^{-1}$	395	$6{,}99 \cdot 10^{-2}$	460	$6{,}36 \cdot 10^{-4}$
335	$5{,}83 \cdot 10^{-1}$	400	$4{,}26 \cdot 10^{-2}$	465	$5{,}53 \cdot 10^{-4}$
340	$7{,}57 \cdot 10^{-1}$	405	$3{,}28 \cdot 10^{-1}$	470	$5{,}09 \cdot 10^{-4}$

Окончание таблицы 4

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
475	$4{,}63 \cdot 10^{-4}$	520	$2{,}50 \cdot 10^{-4}$	565	$1{,}23 \cdot 10^{-4}$
480	$4{,}24 \cdot 10^{-4}$	525	$2{,}67 \cdot 10^{-4}$	570	$1{,}13 \cdot 10^{-4}$
485	$3{,}92 \cdot 10^{-4}$	530	$2{,}36 \cdot 10^{-4}$	575	$9{,}95 \cdot 10^{-5}$
490	$2{,}67 \cdot 10^{-3}$	535	$2{,}35 \cdot 10^{-4}$	580	$3{,}52 \cdot 10^{-1}$
495	$3{,}61 \cdot 10^{-4}$	540	$1{,}92 \cdot 10^{-4}$	585	$1{,}49 \cdot 10^{-4}$
500	$3{,}31 \cdot 10^{-4}$	545	$3{,}74 \cdot 10^{-1}$	590	$8{,}67 \cdot 10^{-5}$
505	$3{,}20 \cdot 10^{-4}$	550	$5{,}27 \cdot 10^{-4}$	595	$7{,}24 \cdot 10^{-5}$
510	$2{,}94 \cdot 10^{-4}$	555	$1{,}51 \cdot 10^{-4}$	600	$6{,}96 \cdot 10^{-5}$
515	$3{,}10 \cdot 10^{-4}$	560	$1{,}47 \cdot 10^{-4}$		

Таблица 5 — Значения $E(\lambda)$ для контрольного источника — ртутной лампы типа ДРУФЗ

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
290	$1{,}39 \cdot 10^{-6}$	330	$1{,}02 \cdot 10^{-3}$	370	$1{,}03 \cdot 10^{-2}$
295	$3{,}59 \cdot 10^{-6}$	335	$1{,}28 \cdot 10^{-2}$	375	$5{,}90 \cdot 10^{-3}$
300	$1{,}41 \cdot 10^{-5}$	340	$2{,}39 \cdot 10^{-3}$	380	$3{,}38 \cdot 10^{-3}$
305	$2{,}06 \cdot 10^{-4}$	345	$2{,}70 \cdot 10^{-3}$	385	$2{,}64 \cdot 10^{-3}$
310	$5{,}34 \cdot 10^{-5}$	350	$3{,}04 \cdot 10^{-3}$	390	$6{,}10 \cdot 10^{-3}$
315	$2{,}58 \cdot 10^{-3}$	355	$3{,}24 \cdot 10^{-3}$	395	$1{,}42 \cdot 10^{-3}$
320	$2{,}16 \cdot 10^{-4}$	360	$3{,}45 \cdot 10^{-3}$	400	$3{,}29 \cdot 10^{-4}$
325	$4{,}53 \cdot 10^{-4}$	365	1,000		

Таблица 6 — Значения $E(\lambda)$ для контрольного источника — ксеноновой лампы высокого давления

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
200	$8{,}03 \cdot 10^{-4}$	270	$2{,}98 \cdot 10^{-1}$	340	$6{,}74 \cdot 10^{-1}$
205	$6{,}22 \cdot 10^{-3}$	275	$3{,}16 \cdot 10^{-1}$	345	$7{,}01 \cdot 10^{-1}$
210	$2{,}30 \cdot 10^{-2}$	280	$3{,}35 \cdot 10^{-1}$	350	$7{,}30 \cdot 10^{-1}$
215	$4{,}15 \cdot 10^{-2}$	285	$3{,}59 \cdot 10^{-1}$	355	$7{,}63 \cdot 10^{-1}$
220	$9{,}01 \cdot 10^{-2}$	290	$3{,}78 \cdot 10^{-1}$	360	$7{,}98 \cdot 10^{-1}$
225	$1{,}20 \cdot 10^{-1}$	295	$3{,}99 \cdot 10^{-1}$	365	$8{,}33 \cdot 10^{-1}$
230	$1{,}68 \cdot 10^{-1}$	300	$4{,}13 \cdot 10^{-1}$	370	$8{,}70 \cdot 10^{-1}$
235	$1{,}75 \cdot 10^{-1}$	305	$4{,}49 \cdot 10^{-1}$	375	$8{,}76 \cdot 10^{-1}$
240	$1{,}83 \cdot 10^{-1}$	310	$4{,}88 \cdot 10^{-1}$	380	$8{,}82 \cdot 10^{-1}$
245	$1{,}99 \cdot 10^{-1}$	315	$5{,}22 \cdot 10^{-1}$	385	$9{,}07 \cdot 10^{-1}$
250	$2{,}17 \cdot 10^{-1}$	320	$5{,}59 \cdot 10^{-1}$	390	$9{,}32 \cdot 10^{-1}$
255	$2{,}38 \cdot 10^{-1}$	325	$5{,}86 \cdot 10^{-1}$	395	1,000
260	$2{,}61 \cdot 10^{-1}$	330	$6{,}15 \cdot 10^{-1}$	400	$8{,}08 \cdot 10^{-1}$
265	$2{,}79 \cdot 10^{-1}$	335	$6{,}44 \cdot 10^{-1}$		

Таблица 7 — Значения $E(\lambda)$ для контрольного источника типа А

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
270	$7{,}83 \cdot 10^{-4}$	310	$4{,}49 \cdot 10^{-3}$	350	$1{,}62 \cdot 10^{-2}$
275	$1{,}03 \cdot 10^{-3}$	315	$5{,}37 \cdot 10^{-3}$	355	$1{,}85 \cdot 10^{-2}$
280	$1{,}33 \cdot 10^{-3}$	320	$6{,}38 \cdot 10^{-3}$	360	$2{,}12 \cdot 10^{-2}$
285	$1{,}68 \cdot 10^{-3}$	325	$7{,}55 \cdot 10^{-3}$	365	$2{,}39 \cdot 10^{-2}$
290	$2{,}09 \cdot 10^{-3}$	330	$8{,}94 \cdot 10^{-3}$	370	$2{,}70 \cdot 10^{-2}$
295	$2{,}57 \cdot 10^{-3}$	335	$1{,}04 \cdot 10^{-2}$	375	$3{,}05 \cdot 10^{-2}$
300	$3{,}13 \cdot 10^{-3}$	340	$1{,}21 \cdot 10^{-2}$	380	$3{,}44 \cdot 10^{-2}$
305	$3{,}75 \cdot 10^{-3}$	345	$1{,}42 \cdot 10^{-2}$	385	$3{,}84 \cdot 10^{-2}$

Окончание таблицы 7

Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$	Длина волны, нм	$E(\lambda)$
390	$4{,}27 \cdot 10^{-2}$	630	$5{,}61 \cdot 10^{-1}$	870	$9{,}77 \cdot 10^{-1}$
395	$4{,}72 \cdot 10^{-2}$	635	$5{,}75 \cdot 10^{-1}$	875	$9{,}80 \cdot 10^{-1}$
400	$5{,}21 \cdot 10^{-2}$	640	$5{,}88 \cdot 10^{-1}$	880	$9{,}82 \cdot 10^{-1}$
405	$5{,}74 \cdot 10^{-2}$	645	$6{,}01 \cdot 10^{-1}$	885	$9{,}85 \cdot 10^{-1}$
410	$6{,}33 \cdot 10^{-2}$	650	$6{,}14 \cdot 10^{-1}$	890	$9{,}87 \cdot 10^{-1}$
415	$6{,}90 \cdot 10^{-2}$	655	$6{,}27 \cdot 10^{-1}$	895	$9{,}89 \cdot 10^{-1}$
420	$7{,}56 \cdot 10^{-2}$	660	$6{,}39 \cdot 10^{-1}$	900	$9{,}91 \cdot 10^{-1}$
425	$8{,}20 \cdot 10^{-2}$	665	$6{,}52 \cdot 10^{-1}$	905	$9{,}93 \cdot 10^{-1}$
430	$8{,}90 \cdot 10^{-2}$	670	$6{,}64 \cdot 10^{-1}$	910	$9{,}95 \cdot 10^{-1}$
435	$9{,}68 \cdot 10^{-2}$	675	$6{,}76 \cdot 10^{-1}$	915	$9{,}96 \cdot 10^{-1}$
440	$1{,}05 \cdot 10^{-1}$	680	$6{,}88 \cdot 10^{-1}$	920	$9{,}97 \cdot 10^{-1}$
445	$1{,}13 \cdot 10^{-1}$	685	$7{,}00 \cdot 10^{-1}$	925	$9{,}98 \cdot 10^{-1}$
450	$1{,}21 \cdot 10^{-1}$	690	$7{,}12 \cdot 10^{-1}$	930	$9{,}98 \cdot 10^{-1}$
455	$1{,}30 \cdot 10^{-1}$	695	$7{,}24 \cdot 10^{-1}$	935	$9{,}99 \cdot 10^{-1}$
460	$1{,}39 \cdot 10^{-1}$	700	$7{,}35 \cdot 10^{-1}$	940	$9{,}99 \cdot 10^{-1}$
465	$1{,}48 \cdot 10^{-1}$	705	$7{,}46 \cdot 10^{-1}$	945	1,000
470	$1{,}58 \cdot 10^{-1}$	710	$7{,}57 \cdot 10^{-1}$	950	1,000
475	$1{,}68 \cdot 10^{-1}$	715	$7{,}68 \cdot 10^{-1}$	955	1,000
480	$1{,}78 \cdot 10^{-1}$	720	$7{,}78 \cdot 10^{-1}$	960	$9{,}99 \cdot 10^{-1}$
485	$1{,}88 \cdot 10^{-1}$	725	$7{,}88 \cdot 10^{-1}$	965	$9{,}99 \cdot 10^{-1}$
490	$1{,}99 \cdot 10^{-1}$	730	$7{,}98 \cdot 10^{-1}$	970	$9{,}98 \cdot 10^{-1}$
495	$2{,}10 \cdot 10^{-1}$	735	$8{,}07 \cdot 10^{-1}$	975	$9{,}98 \cdot 10^{-1}$
500	$2{,}22 \cdot 10^{-1}$	740	$8{,}16 \cdot 10^{-1}$	980	$9{,}97 \cdot 10^{-1}$
505	$2{,}33 \cdot 10^{-1}$	745	$8{,}25 \cdot 10^{-1}$	985	$9{,}96 \cdot 10^{-1}$
510	$2{,}45 \cdot 10^{-1}$	750	$8{,}34 \cdot 10^{-1}$	990	$9{,}96 \cdot 10^{-1}$
515	$2{,}57 \cdot 10^{-1}$	755	$8{,}42 \cdot 10^{-1}$	995	$9{,}95 \cdot 10^{-1}$
520	$2{,}69 \cdot 10^{-1}$	760	$8{,}51 \cdot 10^{-1}$	1000	$9{,}94 \cdot 10^{-1}$
525	$2{,}81 \cdot 10^{-1}$	765	$8{,}59 \cdot 10^{-1}$	1005	$9{,}93 \cdot 10^{-1}$
530	$2{,}94 \cdot 10^{-1}$	770	$8{,}67 \cdot 10^{-1}$	1010	$9{,}91 \cdot 10^{-1}$
535	$3{,}07 \cdot 10^{-1}$	775	$8{,}75 \cdot 10^{-1}$	1015	$9{,}89 \cdot 10^{-1}$
540	$3{,}20 \cdot 10^{-1}$	780	$8{,}83 \cdot 10^{-1}$	1020	$9{,}88 \cdot 10^{-1}$
545	$3{,}33 \cdot 10^{-1}$	785	$8{,}90 \cdot 10^{-1}$	1025	$9{,}86 \cdot 10^{-1}$
550	$3{,}46 \cdot 10^{-1}$	790	$8{,}97 \cdot 10^{-1}$	1030	$9{,}83 \cdot 10^{-1}$
555	$3{,}59 \cdot 10^{-1}$	795	$9{,}04 \cdot 10^{-1}$	1035	$9{,}81 \cdot 10^{-1}$
560	$3{,}72 \cdot 10^{-1}$	800	$9{,}11 \cdot 10^{-1}$	1040	$9{,}79 \cdot 10^{-1}$
565	$3{,}86 \cdot 10^{-1}$	805	$9{,}18 \cdot 10^{-1}$	1045	$9{,}77 \cdot 10^{-1}$
570	$3{,}99 \cdot 10^{-1}$	810	$9{,}24 \cdot 10^{-1}$	1050	$9{,}74 \cdot 10^{-1}$
575	$4{,}12 \cdot 10^{-1}$	815	$9{,}30 \cdot 10^{-1}$	1055	$9{,}71 \cdot 10^{-1}$
580	$4{,}26 \cdot 10^{-1}$	820	$9{,}35 \cdot 10^{-1}$	1060	$9{,}68 \cdot 10^{-1}$
585	$4{,}39 \cdot 10^{-1}$	825	$9{,}40 \cdot 10^{-1}$	1065	$9{,}65 \cdot 10^{-1}$
590	$4{,}52 \cdot 10^{-1}$	830	$9{,}45 \cdot 10^{-1}$	1070	$9{,}62 \cdot 10^{-1}$
595	$4{,}66 \cdot 10^{-1}$	835	$9{,}50 \cdot 10^{-1}$	1075	$9{,}59 \cdot 10^{-1}$
600	$4{,}79 \cdot 10^{-1}$	840	$9{,}54 \cdot 10^{-1}$	1080	$9{,}56 \cdot 10^{-1}$
605	$4{,}93 \cdot 10^{-1}$	845	$9{,}59 \cdot 10^{-1}$	1085	$9{,}53 \cdot 10^{-1}$
610	$5{,}07 \cdot 10^{-1}$	850	$9{,}63 \cdot 10^{-1}$	1090	$9{,}50 \cdot 10^{-1}$
615	$5{,}21 \cdot 10^{-1}$	855	$9{,}67 \cdot 10^{-1}$	1095	$9{,}47 \cdot 10^{-1}$
620	$5{,}34 \cdot 10^{-1}$	860	$9{,}70 \cdot 10^{-1}$	1100	$9{,}43 \cdot 10^{-1}$
625	$5{,}48 \cdot 10^{-1}$	865	$9{,}74 \cdot 10^{-1}$		

8.4.2 Определение погрешности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников, возникающей из-за неидеальной коррекции спектральной чувствительности, проводят при периодической поверке по контрольным источникам излучения в УФ, видимом и ИК диапазонах длин волн от 0,2 до 1,1 мкм.

В основном УФ диапазоне длин волн от 0,315 до 0,400 мкм измерения проводят с использованием в качестве контрольных источников излучения — ртутных ламп типов ЛУФ-40, ДРТ-250 и

ДРУФЗ-125, ксеноновой лампы типа ДКсТ-120, накальной лампы типа КГМ-12-100. При этом эталонный и поверяемый УФ радиометры (спектрорадиометры) поочередно устанавливают на оптической скамье на расстоянии не более 1 м от каждого из источников излучения и юстируют по углу для достижения максимального сигнала. Измерения сигналов поверяемого и эталонного радиометров (спектрорадиометров) проводят 5 раз для каждого контрольного источника и определяют среднеарифметическое значение разности сигналов и СКО результатов измерений. Разница показаний поверяемого и эталонного радиометров (спектрорадиометров) для каждого контрольного источника не должна превышать 5 %.

В видимом и ИК диапазонах длин волн от 0,4 до 1,1 мкм в качестве контрольного источника излучения используется лампа типа КГМ-12-100 со светофильтром типа ЖС-4. Расстояние от источника излучения до поверяемого радиометра (спектрорадиометра) составляет не менее 0,3 м. Регистрация сигнала поверяемого прибора I указывает на наличие нескорригированной чувствительности в видимом и ИК диапазонах длин волн S_{vir}, определяемой отношением $S_{vir} = I / E_{vir}$.

К применению допускают радиометры (спектрорадиометры) УФ излучения технологических источников, для которых значение S_{vir} не превышает $5 \cdot 10^{-3}$.

8.4.3 Определение погрешности абсолютной чувствительности радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников в диапазоне длин волн УФ-А проводят с использованием ксеноновой лампы типа ДКсШ-120.

На расстоянии не более 1 м от лампы на оптической скамье поочередно устанавливают эталонный радиометр (спектрорадиометр) и поверяемый прибор. Измерения сигналов эталонного I^{o} и поверяемого прибора I проводят поочередно 5 раз. Значение абсолютной чувствительности поверяемого прибора S рассчитывают по формуле

$$S = S^{o} I / I^{o}, \qquad (5)$$

где S^{o} — значение абсолютной чувствительности эталонного прибора.

Определяют среднеарифметическое значение абсолютной чувствительности поверяемого прибора, суммарное СКО результата измерений с учетом погрешности эталонного радиометра (спектрорадиометра) по формулам (2), (3). Предельная погрешность определения абсолютной чувствительности Θ_2 не должна превышать 4 %.

8.4.4 Измерение коэффициента линейности радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников проводят для определения границ диапазона измерений ЭО. Коэффициент линейности определяют по отклонению чувствительности радиометра (спектрорадиометра) от постоянного значения в рабочем диапазоне измеряемой величины. На оптической скамье устанавливают два источника УФ излучения — лампы типа ДКсШ-120. Расстояние между поверяемым радиометром (спектрорадиометром) и источниками излучения выбирают таким образом, чтобы показания радиометра (спектрорадиометра) соответствовали нижней границе диапазона измерений ЭО, указанной в паспорте поверяемого прибора и составляли для радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников не более 1 Вт/м^2. Регистрируют показания поверяемого радиометра (спектрорадиометра) от каждого из двух излучателей I_1 и I_2 и суммарный сигнал I_Σ от двух излучателей. Измерения проводят поочередно 5 раз с использованием экранирующих заслонок. Определяют среднеарифметическое значение измеренных сигналов, СКО S_0, суммарное СКО результатов измерений, рассчитывают коэффициент линейности K, равный $I_\Sigma / (I_1 + I_2)$, и погрешность радиометра (спектрорадиометра) Θ_3, вызванную отклонением чувствительности радиометра (спектрорадиометра), равную $100 \mid K - 1 \mid$.

При определении границ диапазона измерений ЭО поверяемого радиометра (спектрорадиометра) расстояние от источников излучения до прибора уменьшают таким образом, чтобы значение энергетической освещенности от каждого источника излучения увеличилось на порядок. Измеряют сигналы I_1, I_2, I_Σ и рассчитывают соответствующее значение погрешности Θ_3. Измерения повторяют каждый раз с увеличением значения энергетической освещенности на порядок до достижения верхней границы диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого прибора и составляющей для радиометра (спектрорадиометра) технологических источников не менее 1000 Вт/м^2. По результатам измерений определяют границы диапазона энергетической освещенности поверяемого радиометра (спектрорадиометра), в пределах которого значение погрешности Θ_3 не превышает 4 %.

8.4.5 При измерении угловой зависимости чувствительности радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников от угла падения потока излучения измерительный блок

поверяемого радиометра (спектрорадиометра) устанавливают на неподвижное плечо гониометра типа ГС-5, на подвижное плечо гониометра устанавливают источник излучения — лампу типа ДКсШ-120. Регистрируют показания $I(\varphi)$ поверяемого радиометра (спектрорадиометра) в зависимости от угла падения потока излучения φ в пределах от 0° до 85° с шагом 5°. Показания прибора $I(\varphi)$ для угла φ нормируют на показание прибора $I(\varphi_0)$ при нормальном угле падения φ_0 потока излучения. Рассчитывают угловую зависимость $f(\varphi)$ отклонения относительной чувствительности радиометра (спектрорадиометра) от функции cos φ по формуле

$$f(\varphi) = 100\,\{I(\varphi) / [I(\varphi_0)\cos\varphi] - 1\}. \qquad (6)$$

Косинусную погрешность радиометра (спектрорадиометра) Θ_4 в процентах рассчитывают по формуле

$$\Theta_4 = \int_{0^\circ}^{85^\circ} |f(\varphi)| \sin 2\varphi \, d\varphi. \qquad (7)$$

Косинусную погрешность Θ_4, рассчитывают с использованием специально разработанных компьютерных программ. Значение Θ_4 не должно превышать 4 %.

При превышении указанного значения косинусной погрешности допускается ограничивать угол зрения радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников с указанием в паспорте прибора значения угла зрения и поправочных коэффициентов, учитывающих угловые размеры излучателя.

8.4.6 Обработку результатов измерений характеристик радиометров (спектрорадиометров) УФ излучения технологических источников и определение основной относительной погрешности проводят в соответствии с ГОСТ 8.207.

8.4.6.1 Оценку относительного среднеквадратического отклонения S_0 результатов измерений для n независимых измерений проводят по формуле (2).

СКО S_0 определяется по результатам измерений в соответствии с 8.4.1 и не должно превышать 1 % в динамическом диапазоне от 1 до 1000 Вт/м^2 для средств измерений энергетической освещенности УФ излучения технологических источников.

8.4.6.2 Границу относительной неисключенной систематической погрешности Θ_0 определяют по формуле

$$\Theta_0 = 1{,}1\left(\sum_{j=1}^{4}\Theta_j^2\right)^{1/2}. \qquad (8)$$

Источниками неисключенной систематической прогрешности являются:

Θ_1 — погрешность спектральной коррекции ($\Theta_1 \le 5$ % — по 8.4.1, 8.4.2);

Θ_2 — погрешность определения абсолютной чувствительности ($\Theta_2 \le 4$ % — по 8.4.3);

Θ_3 — погрешность, определяемая коэффициентом линейности ($\Theta_3 \le 4$ % — по 8.4.4);

Θ_4 — погрешность, вносимая нестандартной угловой зависимостью радиометра ($\Theta_4 \le 4$ % — по 8.4.5).

Граница относительной неисключенной систематической погрешности средств измерений энергетической освещенности УФ излучения технологических источников не должна превышать 10 %.

8.4.6.3 Предел допускаемой основной относительной погрешности Δ_0 рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = K S_{\Sigma_0} = K\left(\sum_{j=1}^{4}\Theta_j^2/3 + S_0^2\right)^{1/2}, \qquad (9)$$

где K — коэффициент, определяемый соотношением случайной и неисключенной систематической погрешностей.

Так как для радиометра (спектрорадиометра) УФ излучения технологических источников $\Theta_0 > 8S_0$, то случайной погрешностью по сравнению с систематической пренебрегают и принимают $\Delta_0 = \Theta_0$.

8.4.6.4 Результаты поверки средств измерений энергетической освещенности УФ излучения технологических источников считаются положительными, если предел допускаемой основной относительной погрешности не превышает 10 %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки выдают свидетельство о государственной поверке по ПР 50.2.006.

9.2 При отрицательных результатах поверки свидетельство аннулируют и выдают извещение о непригодности радиометра (спектрорадиометра) по ПР 50.2.006.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Характеристики средств измерений

А.1 Радиометры УФ излучения технологических источников используются для измерения энергетической освещенности (ЭО) в единицах — ватт на квадратный метр (Вт/м^2) в диапазоне длин волн УФ-А (0,315÷0,400 мкм) в соответствии с ГОСТ 8.552. Значение энергетической освещенности E_A определяется по формуле

$$E_A = A \int_{0,315}^{0,400} E(\lambda)\, d\lambda, \qquad (A.1)$$

где A — безразмерный коэффициент;

λ — длина волны, мкм;

$E(\lambda)$ — спектральная плотность энергетической освещенности (СПЭО).

В соответствии с формулой (А.1) стандартная спектральная чувствительность $S^{ст}(\lambda)$ радиометров УФ излучения технологических источников должна быть постоянной в диапазоне длин волн УФ-А и равной нулю — вне диапазона, так что показания радиометра пропорциональны измеряемому значению энергетической освещенности.

А.2 Спектрорадиометры УФ излучения технологических источников предназначены для измерения СПЭО в единицах — ватт на кубический метр (Вт/м^3). Значения ЭО в диапазоне УФ-А определяют интегрированием СПЭО по длинам волн в соответствии с формулой (А.1). Спетрорадиометры позволяют также оценить эффективную освещенность E^{eff} интегрированием СПЭО по длинам волн с учетом спектрального коэффициента относительной фотохимической эффективности УФ излучения $K^{eff}(\lambda)$ технологических источников по формуле

$$E^{eff} = A \int_{0,2}^{1,1} E(\lambda)\, K^{eff}(\lambda)\, d\lambda. \qquad (A.2)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Библиография

[1] ИСО 3059—74. Методы неразрушающего контроля

[2] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М., 1986

УДК 543.52:535.214.535.241:535.8.006:354 ОКС 17.020 17.240 Т84.10 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: энергетическая освещенность, спектральная чувствительность, средства измерений, ультрафиолетовое излучение, радиометр, спектрорадиометр, технологический источник

Р 50.2.014—2001

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ В ДЕФЕКТОСКОПИИ, ПОЛИГРАФИИ И ФОТОЛИТОГРАФИИ

Методика поверки

БЗ 2—2001/2

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *Л. А. Гусева*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 18.12.2001. Подписано в печать 07.02.2002. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,60. Тираж 265 экз. С 3843. Изд. № 2825/4 Зак. 119.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138

gost.e-ecolog.ru