
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МЕТРОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**Р 50.2.044—
2005**

Государственная система обеспечения
единства измерений

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ИМИТАТОРОВ

Методика выполнения измерений

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2005

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о рекомендациях

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

2 ВНЕСЕНЫ Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 октября 2005 г. № 237-ст

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящих рекомендаций, изменениях и поправках к ним, а также тексты изменений и поправок публикуются в информационном указателе «Национальные стандарты»

© Стандартиформ, 2005

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений**ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ИМИТАТОРОВ****Методика выполнения измерений**State system for ensuring the uniformity of measurements. Characteristics of optical radiation of solar simulators.
Methods for measurements

Дата введения — 2006—03—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на методы определения энергетических характеристик (энергетической освещенности, энергетической экспозиции) оптического излучения солнечных имитаторов непрерывного и импульсного излучения (далее — солнечные имитаторы), основанные на использовании радиометров (спектрорадиометров, дозиметров) в диапазоне длин волн от 0,2 до 3,0 мкм.

В состав солнечных имитаторов входят мощные ксеноновые, галогенные и другие лампы, корригирующие светофильтры, а также радиометры. Солнечные имитаторы создают поток импульсного или непрерывного оптического излучения, спектральные характеристики которого близки к спектральным характеристикам солнечного излучения в соответствии с требованиями ГОСТ 20.57.406.

Измерения энергетических характеристик — энергетической освещенности, энергетической экспозиции — оптического излучения солнечных имитаторов проводят в диапазоне длин волн 0,2—3,0 мкм с использованием рабочих средств измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 8.195, ГОСТ 8.197 и ГОСТ 8.552.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие нормативные 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 8.197—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости оптического излучения в диапазоне длин волн 0,04 ÷ 0,25 мкм

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

ГОСТ 8.552—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений потока излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,03 до 0,40 мкм

ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 9411—91 Стекло оптическое цветное. Технические условия

СанПиН 4557—88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях

Примечание — При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Требования к погрешности измерений

Границы относительной погрешности результатов измерений энергетической освещенности (далее — ЭО) и энергетической экспозиции (далее — ЭЭ) непрерывного и импульсного оптического излучения солнечных имитаторов по данной методике выполнения измерений не должны превышать в диапазонах длин волн:

от 0,20 до 0,28 мкм	35 %,	св. 0,52 — 0,64 мкм	10 %,
св. 0,28 до 0,32 мкм.	35 %,	св. 0,64 — 0,78 мкм	10 %,
св. 0,32 до 0,40 мкм.	25 %,	св. 0,78 — 3,00 мкм	20 %,
св. 0,40 до 0,52 мкм.	10 %,	св. 0,20 — 3,00 мкм	10 %.

4 Средства измерений и вспомогательные устройства

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений и вспомогательные устройства:

а) многоканальный радиометр «Аргус», включающий в себя радиометры «Аргус-03», УФ-А «Аргус-04», УФ-В «Аргус-05», УФ-С «Аргус-06» или другой радиометр (спектрорадиометр, дозиметр), со следующими характеристиками:

- диапазон длин волн, мкм. 0,2—3,0,
- диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м², в диапазонах длин волн:
 0,4—3,0 мкм. 1,0—3500,
 0,315—0,400 мкм (УФ-А). 0,1—200,
 0,280—0,315 мкм (УФ-В). 0,1—200,
 0,20—0,28 мкм (УФ-С). 0,01—20,
- основная относительная погрешность, % 8,0—10,0;

б) комплект светофильтров типов ЖС-16, ЖС-11, ЖС-12, БС-8 по ГОСТ 9411;

в) нейтральный ослабитель;

г) измерительную линейку по ГОСТ 427:

- цена деления, мм. 1,
- основная относительная погрешность, %, не более 1.

Применяемые средства измерений должны быть поверены органом Государственной метрологической службы.

5 Метод измерений

Метод измерений ЭО и ЭЭ оптического излучения солнечных имитаторов, основанный на прямых измерениях с использованием радиометра (спектрорадиометра, дозиметра), заключается в преобразовании потока оптического излучения в электрический сигнал радиометра (спектрорадиометра, дозиметра) при условии спектральной и угловой коррекции чувствительности фотопреобразователя радиометра (спектрорадиометра, дозиметра).

6 Требования безопасности

Измерения ЭО и ЭЭ оптического излучения солнечных имитаторов могут проводить операторы, прошедшие инструктаж по безопасности труда при работе с источниками УФ-излучения в соответствии с СанПиН 4557.

7 Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают лиц, изучивших инструкции по эксплуатации основных и вспомогательных средств измерений, настоящие рекомендации, а также прошедших инструктаж по безопасности труда при эксплуатации источников оптического излучения.

8 Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 35,
- относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %, не более 80,
- атмосферное давление, кПа от 84 до 104,
- напряжение питающей сети, В 220 ± 4 ,
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1 .

9 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

9.1 Включают и подготавливают к работе радиометр (спектрорадиометр, дозиметр) и солнечный имитатор в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

9.2 Проверяют состояние оптики радиометра (спектрорадиометра, дозиметра). На поверхности оптических деталей не допускаются царапины, помутнения и пятна.

10 Порядок проведения измерений

10.1 Для измерения ЭО оптического излучения солнечного имитатора выполняют следующие операции:

10.1.1 Устанавливают измерительный блок радиометра или спектрорадиометра, или дозиметра (далее — измерительный прибор) в рабочую точку облучаемой поверхности и ориентируют его параллельно облучаемой поверхности.

10.1.2 Определяют угловые размеры излучающей области облучателя солнечного имитатора в градусах — горизонтальный угол φ и вертикальный угол ψ по формулам:

$$\varphi = \arctg (L/R); \quad (1)$$

$$\psi = \arctg (H/R), \quad (2)$$

где L — длина излучающей области, мм;

H — ширина излучающей области, мм;

R — расстояние от измерительного блока измерительного прибора до центра излучающей области, мм.

10.1.3 Включают и прогревают в течение 10 мин солнечный имитатор.

10.1.4 Юстируют измерительный блок измерительного прибора по углу в горизонтальной и вертикальной плоскостях для достижения максимального отсчета.

10.1.5 Регистрируют показания каналов измерительного прибора, соответствующие интегральной ЭО $E_{(A)}$, $E_{(B)}$, $E_{(C)}$ и E_T в ваттах на квадратный метр ($Вт/м^2$) в диапазонах соответственно УФ-А, УФ-В, УФ-С и 0,4—3,0 мкм. Если регистрируемые сигналы превышают верхнее значение диапазона измерений ЭО измерительного прибора, необходимо установить на измерительный блок измерительного прибора нейтральный ослабитель.

10.1.6 Для оценки погрешности измерений ЭО в диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С, обусловленной влиянием потока инфракрасного излучения, устанавливают на измерительный блок измерительного

прибора светофильтр типа ЖС-16. Показания измерительного прибора не должны превышать 5 % значений ЭО, полученных по 10.1.5.

10.1.7 Устанавливают поочередно на измерительный блок измерительного прибора светофильтр типа БС-8 для диапазона УФ-А, светофильтр ЖС-11 для диапазона УФ-В, светофильтр ЖС-12 для диапазона УФ-С и регистрируют сигналы j_A, j_B, j_C каналов измерительного прибора, соответствующие ЭО $E_{j(A)}, E_{j(B)}, E_{j(C)}$, Вт/м², в диапазонах соответственно УФ-А, УФ-В и УФ-С.

10.1.8 По результатам измерений угловых размеров излучателя солнечного имитатора выбирают относительный коэффициент угловой коррекции $K(\varphi, \psi)$, приведенный в паспорте измерительного прибора.

10.1.9 Значения ЭО солнечного имитатора в диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С E_A, E_B, E_C , Вт/м², рассчитывают по формулам:

$$E_A = (E_{i(A)} - E_{j(A)}) K(\varphi, \psi) / K_{\tau_A}, \quad (3)$$

$$E_B = (E_{i(B)} - E_{j(B)}) K(\varphi, \psi) / K_{\tau_B}, \quad (4)$$

$$E_C = (E_{i(C)} - E_{j(C)}) K(\varphi, \psi) / K_{\tau_C}, \quad (5)$$

где K_{τ_A}, K_{τ_B} и K_{τ_C} — интегральные коэффициенты пропускания нейтрального ослабителя в диапазонах соответственно УФ-А, УФ-В и УФ-С, указанные в паспорте на нейтральный ослабитель.

10.1.10 Для оценки среднеквадратичного отклонения (СКО) результатов измерений повторяют операции 10.1.4—10.1.9 пять раз.

10.2 ЭЭ оптического излучения солнечного имитатора Q_C в джоулях на квадратный метр (Дж/м²) определяют интегрированием спектральной плотности энергетической освещенности $E(t)$ по времени t в пределах длительности экспонирования T по формуле

$$Q_C = \int_0^T E(t) dt. \quad (6)$$

10.3 Импульсные солнечные имитаторы характеризуются средней ЭО, которую определяют на основании измерений по 10.1.5—10.1.9. Среднюю ЭО импульсного периодического излучения E_{cp} , Вт/м², за период T определяют интегрированием $E(t)$ по формуле

$$E_{cp} = T^{-1} \int_0^T E(t) dt. \quad (7)$$

11 Контроль погрешности результатов измерений

Контроль погрешности результатов измерений проводят по ГОСТ 8.207 в следующем порядке:

11.1 Оценивают в соответствии с 10.1.10 СКО результатов измерений ЭО и ЭЭ — S_o , %, по формуле

$$S_o = \frac{[\sum_{i=1}^n (\bar{E} - E_i)^2]^{1/2}}{\bar{E} [n(n-1)]^{1/2}}, \quad (8)$$

где E_i — результат независимого измерения;

\bar{E} — среднее арифметическое значение результатов пяти измерений ($n = 5$).

11.2 Границы относительной неисключенной систематической погрешности результатов измерений Θ_o , %, определяют при доверительной вероятности $P = 0,95$ по формуле

$$\Theta_o = 1,1(\Theta_1^2 + \Theta_2^2 + \Theta_3^2 + \Theta_4^2)^{1/2}, \quad (9)$$

где Θ_1 — относительная погрешность рабочего средства измерений (из свидетельства о поверке); значение Θ_1 не должно превышать 8 %;

Θ_2 — относительная погрешность определения ЭО УФ-излучения в диапазоне соответственно УФ-А, УФ-В и УФ-С; значение Θ_2 не должно превышать 3 %;

Θ_3 — погрешность определения коэффициента угловой коррекции; значение Θ_3 не должно превышать 2 %;

Θ_4 — погрешность определения пропускания нейтрального ослабителя; значение Θ_4 не должно превышать 2 %.

11.3 Границы основной относительной погрешности Δ_0 результатов измерений рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = K(\Theta_0^2/3 + S_0^2)^{1/2}, \quad (10)$$

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

Границы основной относительной погрешности результатов измерений ЭО оптического излучения солнечных имитаторов не должны превышать значений, указанных в разделе 3.

12 Оформление результатов измерений

12.1 Форма представления результатов измерений — в соответствии с формой, принятой на предприятии, проводившем измерения.

12.2 Форма представления результатов измерений должна содержать:

- дату проведения измерений;
- тип и номер средства измерений — измерительного прибора;
- цель проведения измерений;
- геометрические размеры излучателя солнечного имитатора;
- расстояние от центра излучателя солнечного имитатора до измерительного прибора;
- угловые размеры излучателя солнечного имитатора;
- значения ЭО и ЭЭ;
- границы относительной неисключенной систематической погрешности результатов измерений;
- границы относительной погрешности результатов измерений;
- фамилию и подпись оператора.

Р 50.2.044—2005

УДК 543.52:535.214.535.241:535.8:006.354

ОКС 17.020

Т84.10

ОКСТУ 0008

Ключевые слова: солнечный имитатор, энергетическая освещенность, средство измерений, радиометр, спектрометрический радиометр, дозиметр

Рекомендации по метрологии Российской Федерации

Государственная система обеспечения единства измерений

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ИМИТАТОРОВ

Методика выполнения измерений

Р 50.2.044—2005

БЗ 2—2005/16

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.М. Капустина*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 17.11.2005. Подписано в печать 01.12.2005. Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,60. Тираж 182 экз. Зак. 884. Изд. № 3411/4. С 2169.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ.

Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6