



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
8.759—  
2011

---

Государственная система обеспечения  
единства измерений

**ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭКСПОЗИЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ В ФОТОБИОЛОГИИ**

**Методика измерений**

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2013

## 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 стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

2 ВНЕСЕН Научно-техническим управлением Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1090-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

## НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ  
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ФОТОБИОЛОГИИ

## Методика измерений

State system for ensuring the uniformity of measurements.  
Measurement of irradiance and dose ultraviolet radiation in photobiology.  
Procedure of measurements

Дата введения — 2013—01—01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на методику измерений энергетической освещенности и энергетической экспозиции ультрафиолетового (УФ) излучения в фотобиологии.

Настоящий стандарт устанавливает требования к погрешности измерений, к характеристикам применяемых средств измерений, требования безопасности, методы измерений энергетической освещенности и энергетической экспозиции. Для измерения энергетической освещенности (далее — ЭО) и энергетической экспозиции (далее — ЭЭ) УФ-излучения применяют многоканальные радиометры УФ-излучения, поверенные в качестве рабочих средств измерений и обеспечивающие измерения в диапазонах длин волн УФ-А (0,315—0,4 мкм), УФ-В (0,28—0,315 мкм) и УФ-С (0,2—0,28 мкм) измерения ЭО соответственно в диапазонах 0,1—100, 0,01—10 и 0,001—10,0 Вт/м<sup>2</sup>; ЭЭ — в диапазонах 1,0—1000; 0,1—100 и 0,01—100,0 Дж/м<sup>2</sup>.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.197—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне длин волн от 0,04 до 0,25 мкм

ГОСТ Р 8.736—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. 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

**П р и м е ч а н и е** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 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 стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

1

### 3 Требования к погрешности измерений

Границы погрешности результатов измерений ЭО и ЭЭ УФ-излучения составляют 10 %.

### 4 Средства измерений и вспомогательные устройства

При выполнении измерений применяют:

- в качестве средств измерений — многоканальный УФ-радиометр типа «Аргус» или другой многоканальный УФ-радиометр, со следующими характеристиками:

- диапазон длин волн, мкм . . . . . 0,2—0,4;
- диапазон измерений энергетической освещенности Вт/м<sup>2</sup>:  
в спектральном диапазоне 0,315—0,4 мкм . . . . . 0,1—100,0;  
в спектральном диапазоне 0,28—0,315 мкм . . . . . 0,01—10,0;  
в спектральном диапазоне 0,2—0,28 мкм . . . . . 0,001—10,0;
- диапазон измерений энергетической экспозиции, Дж/м<sup>2</sup>:  
в спектральном диапазоне 0,315—0,4 мкм . . . . . 1,0—1000,0;  
в спектральном диапазоне 0,28—0,315 мкм . . . . . 0,1—100,0;  
в спектральном диапазоне 0,2—0,28 мкм . . . . . 0,01—100,0;
- основная относительная погрешность, % . . . . . 10;

- в качестве вспомогательных устройств — светофильтры типа ЖС-16, БС-8 и кварцевый ослабитель.

Применяемые средства измерений должны быть поверены соответствующими органами Росстандарта.

### 5 Метод измерений

Метод измерений энергетической освещенности и энергетической экспозиции УФ-излучения в фотобиологии основан на прямых измерениях при преобразовании потока УФ-излучения в электрический сигнал фотопреобразователей многоканального УФ-радиометра при выполнении условий спектральной и угловой коррекции чувствительности фотопреобразователей. Многоканальный радиометр УФ-излучения должен быть поверен в качестве рабочего средства измерений энергетической освещенности и энергетической экспозиции в соответствии с ГОСТ 8.552 и ГОСТ 8.197.

### 6 Требования безопасности

При проведении измерений энергетической освещенности и энергетической экспозиции УФ-излучения соблюдают правила электробезопасности. Измерения выполняют два оператора, аттестованных на право проведения работ по группе электробезопасности не ниже III, прошедших инструктаж на рабочем месте по безопасности труда и ознакомленных с правилами использования средств защиты персонала от УФ-излучения — защитных очков, щитков, перчаток.

### 7 Требования к квалификации операторов

К измерениям энергетической освещенности и энергетической экспозиции УФ-излучения допускают лиц, изучивших инструкции по эксплуатации средств измерений и вспомогательных устройств, усвоивших требования настоящего стандарта, а также прошедших инструктаж по безопасности труда.

### 8 Условия измерений

При проведении измерений энергетической освещенности (энергетической экспозиции) УФ-излучения соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды —  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность воздуха —  $(65 \pm 15)$  %;
- атмосферное давление — 84—104 кПа;
- напряжение питающей сети —  $(220 \pm 4)$  В;
- частота питающей сети —  $(50 \pm 1)$  Гц.

## 9 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к проведению измерений выполняют следующие работы:

- включают и подготавливают к работе многоканальный радиометр УФ-излучения в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
- проверяют состояние оптики многоканального радиометра УФ-излучения. На поверхности оптических деталей не допускаются царапины, помутнения, жирные и другие пятна.

## 10 Порядок выполнения измерений

10.1 Для измерения энергетической освещенности и энергетической экспозиции УФ-излучения выполняют следующие операции:

10.1.1 Устанавливают измерительный блок многоканального радиометра УФ-излучения на рабочей поверхности, где необходимо измерить энергетическую освещенность и энергетическую экспозицию, при этом косинусную насадку измерительного блока многоканального радиометра ориентируют параллельно рабочей поверхности.

10.1.2 Определяют угловые размеры УФ-излучателя — горизонтальный угол  $\varphi$  и вертикальный угол  $\psi$  [в градусах (...°)]:

$$\begin{aligned}\varphi &= \arctg(L/R), \\ \psi &= \arctg(H/R),\end{aligned}$$

где  $L$  — длина УФ-излучателя, мм;

$H$  — ширина УФ-излучателя, мм;

$R$  — расстояние от измерительного блока многоканального радиометра до центра УФ-излучателя, мм.

10.1.3 Включают и прогревают УФ-излучатель в течение не менее 10 мин.

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

10.1.5 Регистрируют показания каналов радиометра  $i_A$ ,  $i_B$ ,  $i_C$  и определяют интегральную ЭО  $E_{j(A)}$ ,  $E_{j(B)}$ ,  $E_{j(C)}$  [в ваттах на квадратный метр (Вт/м²)] УФ-излучения в спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В, УФ-С соответственно.

10.1.6 Для оценки погрешности измерений ЭО, обусловленной влиянием потока инфракрасного излучения в спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С, устанавливают на измерительный блок многоканального радиометра светофильтр типа ЖС-16. Показания многоканального радиометра не должны превышать 3 % значений ЭО, полученных по 10.1.5.

10.1.7 Для исключения влияния длинноволнового УФ и видимого излучения устанавливают на измерительный блок многоканального радиометра светофильтр типа БС-8, регистрируют показания  $j_A$ ,  $j_B$ ,  $j_C$  и определяют интегральную освещенность  $E_{j(A)}$ ,  $E_{j(B)}$ ,  $E_{j(C)}$  [в ваттах на квадратный метр (Вт/м²)], УФ-излучения в спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С соответственно.

10.1.8 По результатам измерений угловых размеров УФ-излучателя выбирают значение относительного коэффициента угловой коррекции  $K(\varphi, \psi)$  из приведенных в паспорте многоканального радиометра.

10.1.9 Значения ЭО УФ-излучения в диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned}E_A &= (E_{j(A)} - E_{j(A)}) K(\varphi, \psi) / K_{\varepsilon_A}, \\ E_B &= (E_{j(B)} - E_{j(B)}) K(\varphi, \psi) / K_{\varepsilon_B}, \\ E_C &= (E_{j(C)} - E_{j(C)}) K(\varphi, \psi) / K_{\varepsilon_C},\end{aligned}\tag{1}$$

где  $K(\varphi, \psi)$  — относительный коэффициент угловой коррекции;

$K_{\varepsilon_A}$ ,  $K_{\varepsilon_B}$  и  $K_{\varepsilon_C}$  — интегральные коэффициенты пропускания кварцевого нейтрального ослабителя в спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С соответственно, указанные в паспорте на ослабитель.

10.2 Энергетическую экспозицию УФ-излучения  $Q_C$  [в джоулях на квадратный метр (Дж/м<sup>2</sup>)] определяют интегрированием ЭО по времени воздействия  $t$  в пределах периода экспонирования  $T$  по формуле

$$Q_C = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_0^T E(\lambda, t) dt d\lambda, \quad (2)$$

где  $E(\lambda, t)$  — значения энергетической освещенности в спектральном диапазоне  $\lambda_1$  —  $\lambda_2$  при времени воздействия  $t$ .

10.3 Для определения эффективной освещенности  $E^{\text{eff}}$  выполняют следующие операции:

Регистрируют сигналы каналов многоканального радиометра  $i(\lambda)$  и  $j(\lambda)$  [в ваттах на кубический метр (Вт/м<sup>3</sup>)] аналогично 10.1.5 и 10.1.7 и определяют значения спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО)  $E(\lambda)$  [в ваттах на кубический метр (Вт/м<sup>3</sup>)] по формуле

$$E(\lambda) = [i(\lambda) - j(\lambda)] K(\varphi, \psi) / K_\lambda, \quad (3)$$

где  $\lambda$  — длина волны, мкм.

Значения эффективной освещенности  $E^{\text{eff}}$  рассчитывают интегрированием СПЭО с учетом спектральных коэффициентов относительной эффективности УФ-излучения  $K^{\text{eff}}(\lambda)$  по формуле

$$E^{\text{eff}} = 10^{-6} \int_{0,2}^{0,4} E(\lambda) K^{\text{eff}}(\lambda) d\lambda. \quad (4)$$

10.4 Эффективную экспозицию (ЭФЭ) УФ-излучения  $Q^{\text{eff}}$  определяют интегрированием СПЭО по времени воздействия  $t$  с учетом относительного спектрального коэффициента эффективности  $K^{\text{eff}}(\lambda)$  в пределах периода экспонирования  $T$  и измеряют в джоулях на квадратный метр (Дж/м<sup>2</sup>) в соответствии с формулой

$$Q^{\text{eff}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_0^T E(\lambda, t) K^{\text{eff}}(\lambda) dt d\lambda, \quad (5)$$

где  $E(\lambda, t)$  — то же, что в формуле (2).

## 11 Контроль погрешности результатов измерений

Контроль погрешности результатов измерений проводят по ГОСТ Р 8.736 в следующем порядке:

11.1 Рассчитывают по результатам измерений относительную случайную погрешность результата измерений ЭО и ЭЭ —  $S_o$ , %, по формуле

$$S_o = \frac{[\sum_{i=1}^n (\bar{E} - E_i)^2]^{1/2}}{\bar{E} [n(n-1)]^{1/2}}, \quad (6)$$

где  $E_i$  — результат  $i$ -го независимого измерения;

$\bar{E}$  — среднее арифметическое  $n$  измерений.

11.2 Границы погрешности результатов измерений  $\Delta$  рассчитывают по формуле

$$\Delta = K S_\Sigma = K(\Theta^2/3 + S_o^2)^{1/2}, \quad (7)$$

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

$$K = \frac{t S_o + \Theta}{S_o + (\Theta^2/3)^{1/2}},$$

где  $\Theta$  — суммарный предел допускаемой погрешности многоканального радиометра;

$S_\Sigma$  — суммарное среднее квадратическое отклонение результатов измерений;

$t$  — коэффициент Стьюдента ( $t = 2,78$ ).

## 12 Оформление результатов измерений

Результаты измерений оформляют по форме, принятой на предприятии, проводившем измерения.

Запись о результатах измерений должна содержать:

- дату проведения измерений;
- тип и номер средства измерений (многоканального радиометра);
- цель проведения измерений;
- геометрические размеры УФ-излучателя;
- расстояние от центра УФ-излучателя до многоканального радиометра;
- угловые размеры УФ-излучателя;
- значения ЭО и ЭЭ;
- границы погрешности результатов измерений;
- фамилию и подпись оператора.

УДК 543.52:535.214.535.241:535.8:006.354

ОКС 17.020

T84.10

ОКСТУ 0008

Ключевые слова: энергетическая освещенность, энергетическая экспозиция, средства измерений, ультрафиолетовое излучение, многоканальный радиометр, УФ-излучатели

Редактор М.В. Глушкова  
Технический редактор В.Н. Прусакова  
Корректор И.А. Королева  
Компьютерная верстка В.И. Грищенко

Сдано в набор 10.07.2013. Подписано в печать 15.07.2013. Формат 60х84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 0,93.  
Уч.-изд. л. 0,60. Тираж 91 экз. Зак. 770.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.

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