

УДК 006.91

Несжмаков П.І., д.т.н., доц.; Купко О.Д., д.т.н., пров. наук. співр.;
Терещенко В.В., м.н.с.

Національний науковий центр «Інститут метрології»

СТАНДАРТНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Анотація. Запропоновано стандартні спектри джерел світла для визначення параметрів світлових вимірювальних приладів в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній ділянках спектру, також запропоновано стандартні джерела світла для світлових вимірювань модульованого за часом світла.

Ключові слова: невизначеність, вимірювання, світлодіод, джерело світла, спектр.

Neyezhnikov P.; Kupko A.; Tereshchenko V.

STANDARD LIGHT SOURCES FOR DETERMINATION THE PARAMETERS LIGHT MEASUREMENT DEVICES

Abstract. The standard spectra of light sources for determination parameters of light measuring devices in the ultraviolet, visible and infrared spectral regions are proposed, as well as standard light sources for light-modulated measurements are proposed.

Keywords: uncertainty, measurement, LED, light source, spectrum.

Визнаною мірою якості вимірювань є невизначеність, яка залежить як від характеристик самого приладу так і від умов, в яких проводяться вимірювання [1]. Складовою невизначеності результату вимірювань світлових величин є відмінність спектрального складу вимірюваної освітленості від спектрального складу випромінення. Оскільки завжди є деяка відмінність відносної спектральної чутливості люксметра від стандартної функції $V(\lambda)$ (значення відносної спектральної світлової ефективності монохроматичного випромінення для денного зору), то прилад, який був прокалібрований за допомогою джерела типу А при роботі з випроміненням іншого спектрального складу надаватиме спотворені показання, тобто характеризуватися деякою невизначеністю типу В. Оцінка невизначеностей для кожного типу спектру u_B^s може робитися з урахуванням коефіцієнта спектрального переходу і може бути записана у вигляді:

$$u_B^s = \left\{ \left[\frac{\int_{\lambda_{\max}}^{780} \varphi_A(\lambda) \times V(\lambda) \times d\lambda \times \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \varphi_Z(\lambda) \times s(\lambda) \times d\lambda}{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \varphi_A(\lambda) \times s(\lambda) \times d\lambda \times \int_{380}^{\lambda_{\min}} \varphi_Z(\lambda) \times V(\lambda) \times d\lambda} \right] - 1 \right\} \cdot 100\%$$

де $s(\lambda)$ – відносна спектральна чутливість люксметра, нормована на одиницю; $\varphi_d(\lambda)$ – відносний спектральний розподіл енергії випромінення джерела типу А; $\varphi_z(\lambda)$ – відносний спектральний розподіл енергії випромінювання одного зі стандартних джерел; $V(\lambda)$ – відносна спектральна світлова ефективність монохроматичного випромінювання для денного зору; λ_{\min} , λ_{\max} – межі області довжин хвиль, де $s(\lambda)$ відмінна від 0.

Необхідно серед усієї різноманітності джерел вибрати обмежений набір спектрів, який був би зручний для оцінок можливих невизначеностей вимірювань. Існує загально визнаний набір стандартних спектрів [2]. У зв'язку з широким використанням світлодіодів постає необхідність доповнити перелік стандартних спектрів світлодіодними джерелами.

В ННЦ «Інститут метрології» були проведені дослідження розповсюджених типів люксметрів і світлодіодних джерел, які підтвердили необхідність стандартизації світлодіодних джерел світла. Запропоновано дві додаткові групи стандартних джерел: перша - білі люмінофорні світлодіоди з корельованими колірними температурами 2360...8300 К; друга група може складатися з умовно монохроматичних світлодіодів із смугами випромінення 380...470 нм і 650...760 нм. Таке доповнення допоможе користувачам визначитись з актуальним питанням – які невизначеності вимірювань можливі під час роботи з фотометром. У рамках використання для оцінок коефіцієнта спектрального переходу досить мати тільки таблиці спектрів стандартних джерел.

Для визначення параметрів спектральної чутливості люксметрів в ПЧ і УФ областях потрібна реально існуюча апаратура, оскільки величини, що використовуються, обчислюються за допомогою порівняння теоретично розрахованих сигналів люксметра з їх експериментально виміряними сигналами.

Для джерел стандартних пульсацій потрібні реальні джерела. Світлодіодні джерела можуть забезпечити різноманітні форми залежності світлових параметрів від часу. Враховуючі характерні частоти пульсацій поширених джерел випромінення вимоги до довготривалої стабільності для джерел стандартних пульсацій не жорсткі. Оскільки часові характеристики джерел не залежать від спектральних, то можливо використання світлодіодів з будь-яким зручним спектром випромінення. Очевидно, що співвідношення змінної і постійної складових освітленості може широко варіюватися. Тому стандартизувати необхідно тільки змінну складову. Зазвичай змінна складова випромінення менша, ніж постійна, тому істотно зменшуються вимоги до діапазону освітленості, що створюється джерелом стандартних пульсацій.

Висновки. Для реалізації стандартних умов визначення параметрів світловимірювальних приладів запропоновано основні типи джерел світла. Користувачі можуть оцінити характерні невизначеності за типом В для широкого спектру стандартизованих умов роботи, що в кінцевому результаті призведе до більш раціонального вибору ЗВТ.

Літ. джерела:

1. CIE 198:2011 Technical Report: Determination of measurement uncertainties in photometry 2. CIE 15-2004: Technical Report: Colorimetry, 3rd edition, BS ISO/CIE 10526:1991 CIE standard colorimetric illuminants.