

– сертифицированным значениям сертифицированных стандартных образцов, предоставленных компетентным изготовителем;

– результатам, полученным с применением референтных методик измерений, установленных методов или согласованных эталонов, если они четко описаны и признаны в качестве обеспечивающих результаты измерений, которые отвечают своему предполагаемому назначению и подтверждаются соответствующими сличениями.

Лаборатории должны определять вклад(ы) в неопределенность измерений. При оценке неопределенности все существенные вклады, в том числе связанные с отбором образцов, должны учитываться с применением соответствующих методов анализа.

В ходе анализа стандартов ГОСТ ISO/IEC 17025 и СТБ ИСО/МЭК 17025 были выявлены основные изменения:

– мышление, основанное на оценке рисков, применяемое в редакции ГОСТ ISO/IEC 17025, сделало возможным снизить число требований,

предписывающих действия, и замену их требованиями, ориентированными на результат;

– появилась большая гибкость, нежели в предыдущей версии, в требованиях к процессу, процедурам, документированной информации и распределению ответственности в организации;

– добавлено определение термина «лаборатория»;

– сфера применения стандарта: лабораторная деятельность: тестирование, калибровка, связанная с последующим тестированием;

– определенный диапазон действий для лаборатории: исключает проводимую снаружи лабораторную деятельность на постоянной основе;

– информационные технологии: риски, целостность данных, конфиденциальность, проверка программного обеспечения;

– метрологическая прослеживаемость;

– правила принятия решений о соответствии (разрешение(пропуск)/отказ).

#### Литература

1. <https://www.rw.by/corporate/structure/ktc/>.

УДК 535.3

### ESTIMATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY OF LUMINOUS FLUX AT TESTS OF LIGHTING DEVICES ON THE BASIS OF CLOT NAS OF BELARUS

Tsvirka V.<sup>1</sup>, Saukova Y.<sup>2</sup>, Poznyak D.<sup>2</sup>, Tarasenko V.<sup>2</sup>, Shevtchuk V.<sup>2</sup>

SE «Center of LED and Optoelectronic Technologies of National Academy of Sciences of Belarus»  
Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

State enterprise «Center of LED and Optoelectronic Technologies of National Academy of Sciences of Belarus» with the Research Laboratory of optical and electronic instrumentation of the Belarusian National Technical University study test methods lighting devices in terms of identifying and analyzing sources of uncertainty. The uncertainty estimation methodic was developed for the measurand "luminous flux" on the basis of theoretical and experimental investigations in accordance with the requirements of [1].

Formulated measurement task. The luminous flux  $F$ , lm, of the light device (LD) is determined according to [2] using a goniophotometer by measuring the distribution of light intensity in space in the photometric system  $(C, \gamma)$  and calculating by the formula

$$\Phi = \int_{C=0}^{2\pi} \int_{\gamma=0}^{\pi} I(C, \gamma) \sin \gamma * d\gamma * dC, \quad (1)$$

where  $I(C, \gamma)$  – is the luminous intensity of the LD in the direction determined by the angles  $C$  and  $\gamma$ ;  $C$  – equatorial angle;  $\gamma$  – meridional angle (Figure 1).

The scattering model has the form of:

$$\frac{u(\Phi)}{\Phi} = \sqrt{\frac{u^2(I)}{I^2} + \frac{u^2(C)}{C^2} + \frac{u^2(\gamma)}{\gamma^2}}, \quad (2)$$

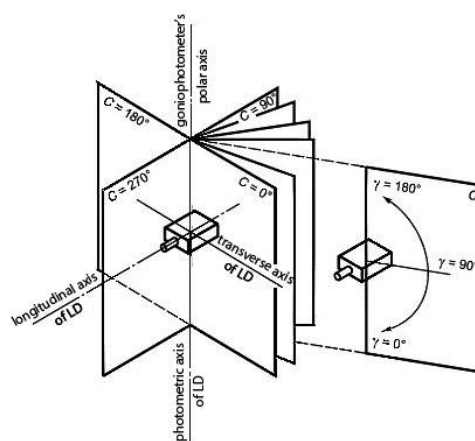


Figure 1 – Photometric system  $(C, \gamma)$

To identify the input quantities, on which the value  $F$  depends, we will represent the test process in the form of a flow sheet, including the following steps:

1) preparation for testing (checking and recording environmental parameters in a room, the state of auxiliary testing tools, setting and stabilizing the characteristics of a goniophotometer, etc.);

2) testing (photometry);

3) processing and analysis of the results.

The routing includes a description of all used technical means, considered as potential sources of uncertainty.

The measurement process consists in recording the distribution of luminous intensity values in the range of equatorial angles  $C$  from  $0^\circ$  to  $360^\circ$  and in the range of meridional angles  $\gamma$  from  $0^\circ$  to  $180^\circ$ . As a rule, to measure the light distribution of LF intended for general lighting, measure light distribution in steps  $2^\circ$ . The determination of the luminous flux is carried out automatically using a hardware-software complex.

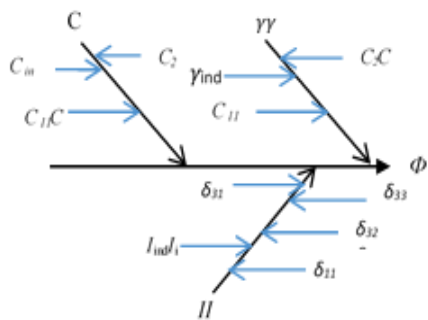


Figure 2 – Causation diagram

Causal modeling made it possible to construct models of mathematical expectations and dispersion models of input quantities. For luminous intensity  $I$ , the mathematical expectation model is described by the expression:

$$I = I_{ind} + \delta_{11} + \delta_{31} + \delta_{32} + \delta_{33}, \quad (3)$$

where  $I_{ind}$  – point estimate of luminous intensity;  $\delta_{11}$  – photometer error correction;  $\delta_{31}$  – error correction due to the limited resolution of the photometer;  $\delta_{32}$  – error correction due to stabilization effects LF in preparation for testing;  $\delta_{33}$  – error correction due to stray light effect.

The scattering model has the form of:

$$u(I) = \sqrt{u^2(I_{ind}) + u^2(\delta_{11}) + u^2(\delta_{31}) + u^2(\delta_{32}) + u^2(\delta_{33})}, \quad (4)$$

Models of mathematical expectations of the equatorial angle values  $C$  and "Meridional angle"  $\gamma$  are described by similar expressions:

$$C = C_{ind} + C_{11} + C_2, \quad (5)$$

$$\gamma = \gamma_{ind} + C_{11} + C_2, \quad (6)$$

where  $C_{ind}$  and  $\gamma_{ind}$  – point estimates of the equatorial and meridional angles, respectively;

$C_{11}$  – goniometer error correction;

$C_2$  – goniometer resolution correction.

The scattering models for these quantities have the form:

$$u(C) = \sqrt{u^2(C_{11}) + u^2(C_2)}, \quad (7)$$

$$u(\gamma) = \sqrt{u^2(C_{11}) + u^2(C_2)}, \quad (8)$$

Graphically, the results of a causal simulation are displayed as a diagram of a causal relationship in the figure 2.

An analysis of the components of uncertainty allowed us to derive expressions for sub-models of uncertainty of a lower level:

$$u(I_{ind}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (I_i - \bar{I})^2}, \quad (9)$$

$$u(\delta_{11}) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}, \quad (10)$$

$$u(\delta_{31}) = \frac{q}{\sqrt{3}}, \quad (11)$$

$$u(\delta_{32}) = \frac{\varepsilon}{\sqrt{3}}, \quad (12)$$

$$u(\delta_{33}) = \frac{\beta}{\sqrt{3}}, \quad (13)$$

$$u(C_{11}) = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad (14)$$

$$u(C_2) = \frac{\vartheta}{\sqrt{3}}, \quad (15)$$

where  $I_i$  – the result of the  $i$ -th repeated measurement of luminous intensity in a series;  $\bar{I}$  – arithmetic mean of light intensity in a series of repeated measurements;  $\Delta$  – measurement error of light intensity by photometer;  $q$  – photometer resolution;  $\varepsilon$  – allowable value of the decrease in the luminous flux of the LF when assessing the stabilization of the LF at the stage of preparation for measurements;  $\beta$  – scattered light intensity estimate (reflected from surfaces located in the field of view of the photometer);  $a$  – goniometer error;  $\vartheta$  – goniometer resolution.

The analysis showed that in the test process component  $\delta_{32}$  can have a significant contribution. To determine the initial value of the light flux, the registered value  $n_0$  is measured in the first 15 sec after switching on the LF. Then, at equal time intervals from a range of 5 to 15 minutes, measure the recorded value. The stabilization state of the joint venture is considered to be achieved when, for the first time from the start of the test, for three consecutive values of the recorded value, the condition:

$$\frac{n_{max} - n_{min}}{n_{cp}} 100\% \leq \varepsilon, \quad (16)$$

where  $n_{max}$ ,  $n_{min}$ ,  $n_{cp}$  – maximum, minimum and arithmetic mean for the indicated three values, respectively,

$\varepsilon$  – allowable value of the change in luminous flux during the observation time, which serves as a source of uncertainty.

According to p. 10.14 of GOST R 54350, the stabilization time of the LF light flux is determined provided that the value of  $\varepsilon$  does not exceed 1% for three equal observation intervals.

This criterion can be used to determine the start time of measurements of the distribution of light intensity on a goniophotometer. However, in practice,

the LF exposure time before measurement is either fixed (usually 60 minutes) or determined automatically by a goniophotometer according to the magnitude of the change in light intensity over a selected time interval (as a rule, the change in light intensity is less than 0.5 % in the last 15 minutes). However, in practice, the LF exposure time before measurement is either fixed (usually 60 minutes) or determined automatically by a goniophotometer according to the magnitude of the change in light intensity over a selected time interval (as a rule, the change in light intensity is less than 0.5 % in the last 15 minutes)

As a result of metrological modeling, an uncertainty estimation technique was developed, as well as

a computer program that makes it possible to automate the process of research, analysis, integration and documentation of uncertainties in subsequent measurements. Given the current needs of accredited laboratories in documenting laboratory activities their automation is also an important factor.

Similar uncertainty estimation techniques have been developed for light intensity and reflectance measurements. During this process we made the conclusion about automation and design of special computer programs which allow to make all the calculations and documents more quickly. That is our next direction of scientific activity.

УДК 004.744.6:006

## ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ПОСТОЯННОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Серенков П.С.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Основная, проверенная жизнью стратегия устойчивого развития организации базируется, прежде всего, на принципе постоянного совершенствования – повторяющейся деятельности по повышению способности выполнять требования. Технической базой постоянной нацеленности на улучшение выступают полноценные информационные потоки, выстроенные синхронно с процессами сети процессов СМК. Подобная организация системы сбора и анализа данных обеспечивает руководству организации на всех уровнях иерархии возможность на основе информации о качестве, последующего анализа данных, разрабатывать эффективные корректирующие или предупреждающие действия.

Причинами, вызывающими необходимость совершенствования СМК и ее процессов, могут выступать результаты мониторинга и полного анализа, свидетельствующие о критических изменениях в системе, или изменившиеся требования к системе.

Процесс совершенствования процессов в рамках СМК в соответствии с классическими принципами менеджмента качества процессного и системного подходов, с одной стороны, и установленными критериями соответствия, с другой стороны, может быть реализован по одному из двух направлений:

- через совершенствование структуры самого процесса,
- через совершенствование ресурсов, участвующих в процессе.

Существует два подхода к совершенствованию процессов, продукции, систем:

- совершенствование через серию мелких улучшений (подход Кайцен).

- реинжиниринг, принципиальные изменения как процесса, так и организационной структуры управления (подход Кайрио).

Между этими подходами нет противоречий. Они взаимно дополняют друг друга. Совместное последовательное применение двух путей улучшений позволяет организациям достигать существенных конкурентных преимуществ.

В докладе сделан упор на развитии научно-методического обеспечения наиболее массового подхода к улучшению процессов – подхода Кайцен.

Типичной ситуацией для его применения может считаться следующая. Мониторинг производственного процесса выявил статистически значимое наличие дефектов производимой продукции. В производстве партии продукции, задействованы несколько однотипных единиц технологического оборудования, соответственно несколько операторов. Партия продукции производилась в течение нескольких дней, применялись комплектующие от различных поставщиков.

### Общий подход к совершенствованию

Для оценки и анализа показателей результативности процессов различного назначения традиционно используется информация о законе распределения их значений. Идентификация действительного закона распределения значений показателя результативности процесса – начальный этап выбора тактики совершенствования процесса.

С учетом специфики решаемой задачи совершенствования рациональна следующая классификация законов распределения показателей результативности процессов:

- специальные (закон эксцентриситета (Релея), модальный, антимодальный, экспоненциальный и др.);