

УДК 535.24:53.084.42

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ИСТОЧНИКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Яськов А.С., Никоненко С.В.

*Институт физики НАН Беларуси  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Разработано устройство для определения местоположения фотометрического центра источника оптического излучения. Устройство также позволяет определить расстояние измерений между источником оптического излучения со сложной формой излучающей поверхности и входной апертурой приемника оптического излучения.

**Ключевые слова:** источник излучения, фотометрический центр, местоположение, измерение.

### DEVICE FOR LOCATION OF PHOTOMETRIC CENTER OF OPTICAL RADIATION SOURCE

Yascov A., Nikanenka S.

*B.I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract.** A device for determining the location of the photometric center of an optical radiation source has been developed. The device also allows to determine the measurement distance between the optical radiation source with a complex form of the radiating surface and the input aperture of the optical radiation detector.

**Key words:** fotometric center, measuring, location, radiation source.

*Адрес для переписки: Яськов А.С., пр. Независимости, 68-2, Минск 220070, Республика Беларусь  
e-mail: Yascov64@gmail.com*

**Введение.** При выполнении измерений оптических характеристик и параметров источника излучения (ИИ) их положение относительно фотоприемника регламентируется нормативными документами [1, 2]. Однако точная установка ИИ в требуемое положение является довольно трудоемкой задачей [3]. Основная причина затруднений заключается в том, что при выполнении юстировки ИИ необходимо его установить на оптической оси таким образом, чтобы она проходила как через центр входной апертуры приемника излучения, так и через фотометрический центр (ФЦ) ИИ. Но фотометрический (световой) центр ИИ в общем случае определяется как точка, которая используется в фотометрических измерениях и расчетах как точка отсчета [4], т. е. понятие достаточно условное.

Существует несколько подходов в определении фотометрического центра ИИ:

1. Геометрический подход. ФЦ определяется как геометрический центр тела накала ИИ, исходя из его габаритных размеров.

2. Визуальный подход. При юстировке ИИ применяют различные вспомогательные технические средства для визуализации тела накала ИИ.

3. Гониофотометрический подход. В этом случае ФЦ тела накала ИИ устанавливаются по результатам измерения пространственного распределения интенсивности излучения ИИ.

Для каждого из этих подходов свойственны свои недостатки. В результате применения геометрического подхода реальное местоположение ФЦ тела накала может отличаться от геометрического центра ИИ. При визуальном подходе суще-

ствует необходимость каким-нибудь образом отмечать местоположение ФЦ для последующих измерений. Наиболее часто это реализуется в виде фотографии тела накала ИИ, на которой меткой отмечен ФЦ. Но точная установка местоположения ФЦ при последующих измерениях по-прежнему является достаточно трудоемкой. В третьем случае необходимы предварительные измерения пространственного распределения интенсивности излучения ИИ при последующих измерениях его фотометрических характеристик и параметров.

Для облегчения задачи точного установления эталонных ИИ производители (обычно) делают метку на колбе эталонного ИИ, или дополняют его специальным целеуказателем. У некоторых эталонных ИИ имеются также референсные поверхности, относительно которых выполняются измерения расстояния фотометрирования.

До недавнего времени преимущественным типами эталонных ИИ были лампы накаливания, дейтериевые или ксеноновые. Но в последние годы был проведен ряд исследований, в результате которых предлагается применять эталонные ИИ на основе светодиодов, в первую очередь по причине высокой стабильности их излучения [5, 6].

В этом случае при определении ФЦ возникает следующая проблема: светодиодные ИИ состоят из нескольких светодиодов, иногда десятков. Соответственно определение крайне сложно определить условное местоположение ФЦ на условной поверхности формируемой отдельными светодиодами, зачастую имеющие еще линзы. Т. к. отдельные светодиоды имеют разную пространственную ориентацию относительно оптической

оси и неоднородность пространственного распределения их излучения.

**Устройство для определения местоположения ФЦ ИИ.** Для решения этой задачи авторами было разработано устройство на основе метода параллакса. Метод в общем случае заключается в том, что, определяется местоположение каждой отдельной малой излучающей поверхности (отдельного сегмента ИИ), излучение которых попадает в пределах апертуры приемника оптического излучения и рассчитывается среднее местоположение для всех малых поверхностей.

На рисунке изображен макет устройства, который состоит из фотометрические скамьи 1, 2, 3, установленные на скамье ИИ 11, узконаправленный источник излучения 4, пластину с перекрестием 5, цифровые видеокамеры 6 и 7, маску 12, экран 13 и фотоприемник 8. Узконаправленный источник излучения 4, источник оптического излучения 11, пластина 5 и цифровая камера 7 располагаются на оптической оси 10. Источник излучения 11, маска 12, визуализирующий экран 13 и цифровая камера 6 располагаются на оптической оси 9. Фотометрическая скамья 3 предназначена для перемещения цифровой камеры 6 и фотоприемника 8. Маска устройства имеет щели, которые расположены периодически вдоль вертикальной и горизонтальной оси, а месте пересечения осей квадратное отверстие.

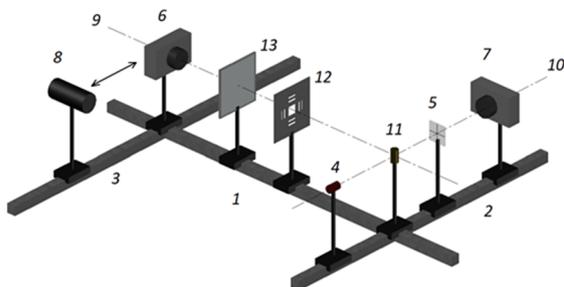


Рисунок – Устройство для определения местоположения ФЦ ИИ

Излучение от ИИ проходит через маску и обеспечивает проекцию на экран в виде отдельных линий и квадрата. Юстировка происходит наведением маски устройства, по направлению к ИИ с помощью квадратного отверстия маски. Центр квадрата в маске используют для юстировки устройства, путем совмещения его с центром изображения квадрата на экране. Проецируемые линии используются для определения расстояния до ИИ, по их отклонению от меток, расположенных на экране. Цифровая камера направлена на экран и передает его изображение в компьютер для последующих расчетов. Расчет

расстояния до источника оптического излучения производится по формуле:

$$L = l \cdot H \cdot n \cdot h^{-l}, \quad (1)$$

где  $n$  – порядок метки;  $h$  – отклонение луча от метки на экране соответствующего рядка, м;  $l$  – расстояние от маски до экрана устройства, м;  $H$  – период расположения штрихов маски, м;  $L$  – расстояние от маски устройства до ИИ, м.

Оценка диапазонов возможных расстояний измерений производится по критериям:

$$L \geq n \cdot l, \quad (2)$$

где  $n$  – последний порядок метки;  $l$  – расстояние от маски до экрана устройства, м.

$$L \leq H \cdot l \cdot e^{-l}, \quad (3)$$

где  $e$  – минимально измеримая единица, м.

При функционировании устройства учитывается фактор влияния габаритных размеров тела накала оцениваемый как

$$l < L \cdot (D \cdot p^{-l} - 1), \quad (4)$$

где  $D$  – размер тела накала, м;  $p$  – размер цели в маске, м.

Макет устройства функционирует под управлением программы созданной в среде LabVIEW и на языке Python в среде Jupyter Notebook Anaconda.

**Выводы.** Разработано устройство для определения фотометрического центра, позволяющее определить расстояние измерений между источником оптического излучения со сложной формой излучающей поверхности и входной апертурой приемника оптического излучения. Предлагаемое устройство может применяться также для юстировки ИИ различных типов.

#### Литература

- ГОСТ 10771-82. Лампы накаливания светоизмерительные рабочие. Технические условия. – М.: Мин. электротехн. пром-ти СССР, 1982. – 24 с.
- Measurement of LEDs // CIE 127:2007 Technical report. – Vienna, CIE Central Bureau, 2007. – 32 p.
- Устройство юстировки тела накала светоизмерительных ламп / В. А. Длугунович [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2015. – Т. 6, № 2. – С. 148–155.
- Международный электротехнический словарь. Глава 845 Освещение. Publication 50(845) / Международный словарь по освещению. CIE Publ. № 17-4 / Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale. Genève, Suisse. – 1987. – 379 p.
- Скумс, Д. В. Эталонные лампы единиц силы света и светового потока на основе COB светодиодов / Д. В. Скумс, Б. В. Ерошенко // Светотехника. – 2021. – № 6. – С. 73–76.
- Reference UVC LED Source / S. Nikanenka [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2022. – P. 2149.