

## Разработка методики определения величины спада светового потока филаментных ламп на основе ГОСТ Р 54350-2015

*Р.Х. Тукушаитов, Айхайти Исыхакафу, И.И. Сулейманова*

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань*

**Аннотация:** Для существенного повышения точности измерения и воспроизводимости результатов исследований разработана методика определения спада освещенности филаментных светодиодных ламп. Обоснована необходимость и возможность осуществления первого отсчета освещенности через одну секунду.

**Ключевые слова:** филаментная лампа, спад освещенности, методика, погрешность, критериальное значение, скорость спада.

### Введение

Освещенность в отличие от ряда других параметров нестационарности [1] после включения светодиодных осветительных приборов претерпевает сравнительно длительные изменения даже в пределах одного опыта [2]. Величина спада освещенности осветительных приборов находится в большой зависимости от температуры  $p-n$  перехода светодиодов, что открывает возможность по этому параметру оперативно оценивать качество светодиодных осветительных приборов (СОП) и прогнозировать срок их службы [3, 4]. Поэтому его следует рассматривать в качестве одного из наиболее информативных параметров и приводить в качестве основного параметра в технических характеристиках СОП [2, 5].

Нередко об уровне теплоотвода в типовых светодиодных лампах (ТСЛ) судят по температуре корпуса светодиодных осветительных приборов [6, 7], поскольку ее легко проконтролировать. Данный прием был и нам свойственен на первых стадиях проведения термометрических исследований ТСЛ. Однако следует иметь в виду, что при одних и тех же значениях температуры светодиодов поверхность филаментной светодиодной лампы (ФСЛ) имеет температуры на 20-30 °С меньше, чем ТСЛ и светодиодные светильники. Вместе с тем известно, что при рабочей температуре СОП

---

больше на 1 °С сокращается их ресурс на 1500-2000 ч. Опосредованно оценить температуру светодиодов в разных моделях СОП, не разрушая его конструкцию, особенно ФСЛ со стеклянной колбой, можно только по коэффициенту спада светового потока  $K_{\text{СПАД}}$ .

ФСЛ является достаточно новым и пока малоизученным источником света [8, 9]. Поэтому возникает необходимость оценить степень пригодности существующих рекомендаций в ГОСТ Р 54350-2015 и [10] для определения  $K_{\text{СПАД}}$ . Ранее для СОП рекомендовали отсчет начальной освещенности осуществлять в пределах 15 с. После изучения временных характеристик ТСЛ было рекомендовано для повышения точности и воспроизводимости результатов измерения разных авторов отсчет показаний у ТСЛ и СДС осуществлять через 5 с, а точнее в пределах 4,5-5,5 с [10]. Оценку коэффициента спада освещенности после включения СОП рекомендовано в ГОСТ Р 54350-2015 осуществлять по формуле:

$$K_{\text{спад}} = \frac{E_0 - E_{\text{стаб.}}}{E_0} \times 100, \% \quad (1)$$

где  $E_0$  – освещенность, измеренная после включения СОП в пределах первых 15-20 с, а  $E_{\text{стаб.}}$  – освещенность, в момент полной ее стабилизации.

Из формулы (1) следует, что погрешность определения спада светового потока зависит от точности определения значений как  $E_0$ , так и  $E_{\text{стаб.}}$ . Точность определения  $E_{\text{стаб.}}$  и ее влияние на формирование  $K_{\text{СПАД}}$  в достаточном объеме было рассмотрено ранее в [10]. Однако спад освещенности с ФСЛ происходит с существенно большей скоростью, что делает непригодным ранее предложенную методику его определения. В связи с этим, в работе поставлена задача разработать методику определения спада светового потока нового типа источника света – филаментных светодиодных ламп и осуществить ее метрологическое обеспечение.

---

## Методика измерений

Согласно [10] коэффициент  $K_{\text{СПАД}}$  можно определять как по снижению светового потока, так и по снижению освещенности. В работе осуществлялась измерение освещенности люксметром ТКА-ПКМ (42), так как применение фотометрического оборудования [11] по сравнению с люксметром более трудоемко и дорого. Отсчет показаний освещенности после включения СОП осуществлялось в течение первых 60 с, вначале через каждые 5 с, а далее через каждые 10 с. В опытах применили 2 типа СОП фирмы «ФЕРЕКС» 58 Вт и 145 Вт и ФСЛ 9Вт в количестве по 3 экземпляров каждый. Скорость спада светового потока с офисными светильниками незначительная ( $< 0,0005 \text{ \%}/\text{с}$ ), поскольку конечное значение  $K_{\text{СПАД}}$  не превышает 2-3 % по истечении 60 мин. Поэтому данный тип светильника не представляет интереса для исследования. Определяли средние арифметические значения освещенности, вычисляли величину ее спада через 1, 5, 10 и 15 с и округляли полученные значения в соответствии с требованиями [12]. Отсчет времени осуществлялся секундомером.

## Результаты исследований

На основе полученных данных для разных типов СОП построены графики зависимости относительных значений освещенности от времени ее отсчета, представленные на рис. 1. Из нее следует, что в пределах первых 60 с спад освещенности, обеспечиваемой офисными и промышленными светильниками, при регистрации ее с точностью до 0,05 % не выявляется. Небольшой спад освещенности наблюдается при использовании ТСЛ, а наибольший – при использовании ФСЛ. Из этого рисунка также следует, что в пределах первых 60 с спад освещенности, обеспечиваемой офисными и промышленными светильниками, при регистрации ее с точностью до 0,05 % не выявляется. Небольшой спад освещенности наблюдается при использовании ТСЛ, а наибольший – при использовании ФСЛ.

---

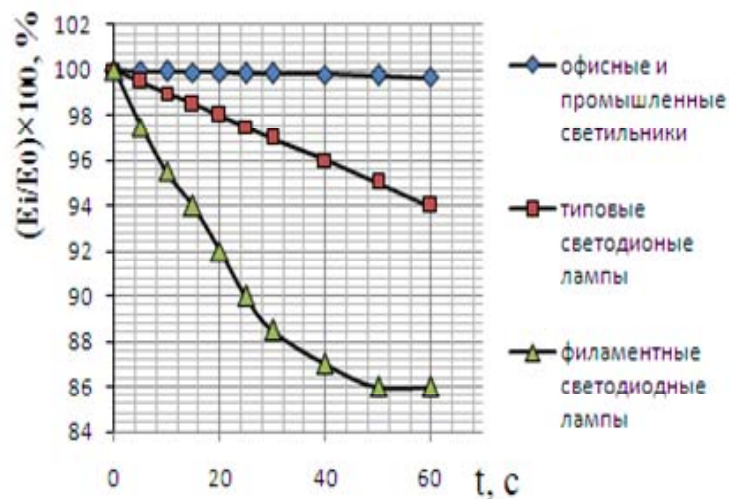


Рис. 1. Характер снижения освещенности при разных типах СОП

Скорость спада освещенности при применении офисных и промышленных светильников в пределах первых 15 с составляет не более 0,005 %/с, при использовании ТСЛ – не более 0,10 %/с, а при ФСЛ – не более 0,45 %/с. Низкая скорость спада освещенности при офисных и промышленных светильниках является показателем наличия хорошего теплоотвода, обеспечиваемого их радиаторами. Результаты вычисления вносимой погрешности в определение  $K_{\text{СПАД}}$ , на основе данных эксперимента и рис. 1 в зависимости от времени отсчета показаний представлены в табл. 1. Из нее следует, что скорость спада освещенности ФСЛ более чем в 4 раза больше, чем у ТСЛ. Абсолютное значение спада освещенности при применении ТСЛ на первый взгляд небольшое, но в метрологическом плане оно существенно. Так, абсолютное значение спада освещенности через 5 с с ТСЛ при критериальном его значении на 2017 год равно 18 %. В случае использования ФСЛ и отсчете  $E_0$  через 5 с погрешность определения  $K_{\text{СПАД}}$  составит уже 12 % при критериальном значении, равном 20%. Отсюда

следует, что для метрологического обеспечения время отсчета начальной освещенности следует принять равным 1 с.

1. Зависимость допускаемой погрешности (в %) от времени отсчета первоначального показания освещенности

№	Тип СОП	Время отсчета, секунды				
		1	2	5	10	15
1	Промышленный 58 Вт	0,0015	0,0030	0,0075	0,0150	0,0225
2	Промышленный 145 Вт	0,0051	0,0102	0,0255	0,0510	0,0765
3	Типовая лампа 10 Вт	0,10	0,20	0,50	1,0	1,5
4	Филаментная лампа 9 Вт	0,45	0,90	2,3	4,5	6,8

Вместе с тем, зафиксировать показания люксметра визуально ровно через одну секунду после включения СОП просто невозможно по ряду причин. Во-первых, показания люксметра после засветки фотоприемной головки люксметра возрастают во времени до максимального значения не мгновенно, а в течение нескольких десятых долей секунды при заведомо включенном люксметре. Во-вторых, некоторая задержка в восприятии показания этого прибора обусловлена и наличием простой сенсомоторной реакции зрительного аппарата человека, длительность которой в зависимости от навыков работы оператора составляет от 0,12 до 0,25 с.

Таким образом, реально осуществить отсчет показаний прибора визуальным методом можно лишь по истечении одной секунды. При такой временной задержке суммарная погрешность отсчета начального значения освещенности составляет порядка -0,45 %. При этом доля в ней случайной погрешности будет составлять порядка  $\pm 0,2\%$ . На систематическую погрешность приходится 0,25 %, и она не будет сказываться на уровне воспроизводимости результатов измерения разными авторами.

Критериальные значения  $K_{СПАД}$  к моменту окончания стабилизации

освещенности у офисных, промышленных светильников, ТСЛ и ФСЛ составляет, соответственно, 3, 5, 18 и 20 %. Следовательно, значение скорости спада СОП практически не определяется значением  $K_{\text{СПАД}}$ .

Таким образом, для обеспечения погрешности измерения коэффициента спада освещенности, обеспечиваемой филаментной светодиодной лампой, менее 2 % время отсчета начальной освещенности следует, в отличие от других типов светодиодных осветительных приборов, выбирать равным одной секунде.

### Литература

1. Иосифов В.П. Методика исключения влияния параметров нестационарности на динамические характеристики средств измерений // Инженерный вестник Дона, 2010, №4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/).
2. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу. Разработка и применение критериальных значений параметров светодиодных осветительных приборов для контроля их качества // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/)
3. Jennings J., Rubinstein F., DiBartolomeo D., Blanc S. Comparison of control options in private offices in an advanced lighting controls testbed // Journal of the Illuminating Engineering Society. 2000. V. 29. № 2. pp. 39-60.
4. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу, Нигматуллин Р.М., Иштырякова Ю.С. Применение ряда информативных параметров при сравнительной оценке светодиодных ламп торговых марок «CAMELION» и «ASD» // Успехи современной науки. 2016. № 9. Т.4. С. 129-131.
5. Тукшаитов Р.Х., Айхайти Исыхакэфу. К вопросу о классификации и некоторой систематизации параметров светодиодных осветительных приборов // Полупроводниковая светотехника. 2017. № 4. С. 72-75.
6. Светодиодная лампа Sky фирмы Uniel Lighting // Современная светотехника. 2016. № 2. С. 38-40.

7. Баринаова И.А., Ашрятов А.А., Тятюшкин Ю.Б. Исследование драйверов светодиодных ламп-ретрофитов с цоколем E27 // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-техн. конф. в рамках II Всероссийского светотехнического форума с междунар. участием, Саранск, 2-4 декабря 2013 г. Саранск: 2013. С. 109-116.

8. Тукшаитов Р. Конфиденциальность газового состава филаментной лампы. Нужна ли она производителю // Полупроводниковая светотехника. 2017. № 6. С. 38-40.

9. Тукшаитов Р., Сулейманова И. Филаментные светодиодные лампы. Аналитический обзор современных источников литературы // Полупроводниковая светотехника. 2018. № 1.

10. Айхайти Исыхакэфу, Тукшаитов Р.Х. Разработка новой методики определения спада светового потока осветительных приборов // Успехи современной науки. 2017. Т. 4. № 4. С. 121-125.

11. Sauter G. Goniphotometry: new calibration method and instrument design // Metrologia/ 1996. V. 32. pp. 685-689.

12. Тукшаитов Р.Х. Основы оптимального представления статистических показателей на графиках, диаграммах и в таблицах. Казань: КГЭУ, 2006. 227 с.

### References

1. Iosifov V.P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/)

2. Jennings J., Rubinstein F., DiBartolomeo D., Blanc S. Journal of the illuminating Engineering Society. 2000. V. 29. № 2. pp. 39-60.

3. Tukshaitov R.H., Ajhajtj Isyhakjefu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/)

4. Tukshaitov R.H., Ajhajtı Isyhakjefu, Nigmatullin R.M., Ishtyrjakova Ju.S., Hajrullina D.R. Uspekhi sovremennoi nauki. 2016. Vol. 4. № 9. pp. 129-131.
5. Tukshaitov R.H., Ajhajtı Isyhakjefu. Poluprovodnikovaja svetotehnika. 2017. № 4. pp. 72-74.
6. Sovremennaja svetotehnika 2016. № 2. pp. 38-40.
7. Barinova I.A., Ashryatov A.A., Tyutyushkin Yu.V. Problemy i perspektivy razvitiya otechestvennoj svetotehniki, jelektrotehniki i jenergetiki: Sb. nauch. tr. HI Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. v ramkah II Vserossijskogo svetotehnicheskogo foruma s mezhdunar. uchastiem [Problems and prospects for the development of domestic lighting, electrical engineering and energy: Sat. sci. tr. XI Intern. scientific-techn. Conf. Within the framework of the II All-Russian lighting technical forum with the international participation]. Saransk, December 3-4, 2013, pp. 109 - 116.
8. Tukshaitov R.H. Poluprovodnikovaja svetotehnika. 2017. № 6. pp. 38-40.
9. Tukshaitov R., Suleymanova I. Poluprovodnikovaja svetotehnika. 2018. № 1.
10. Ajhajtı Isyhakjefu, Tukshaitov R.H. Uspekhi sovremennoi nauki. 2017. Vol. 4. № 4. pp. 121-124.
11. Sauter G. Goniphotometry: new calibration method and instrument design. Metrologia. 1996. V. 32. pp. 685-689.
12. Tukshaitov R.H. Osnovy optimalnogo predstavlenija rezultatov issledovanija nagrafikah, diagrammah i tablicah (fizika, himija, tehnika, biologija i medicina) [Basics of optimal representation of research results on graphs, diagrams and tables (physics, chemistry, technology, biology and medicine)]. Kazan: KGEU, 2006. 227 p.