

# Сравнительный анализ характеристик светодиодных филаментных ламп для бытового освещения

Н.П. НЕСТЁРКИНА<sup>1</sup>, \* Ю.А. ЖУРАВЛЁВА<sup>2</sup>, О.Ю. КОВАЛЕНКО<sup>1</sup>, С.А. МИКАЕВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НИ Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск

<sup>2</sup> МИРЭА – Российский технологический университет, Москва

\* E-mail: ulypil@mail.ru

## Аннотация

Описаны ход и результаты сравнения характеристик светодиодных филаментных ламп с колбой типа А60 четырёх производителей: ООО «Лисма» (РФ), американской компании с производством в КНР *General Lighting Co., Ltd*, совместной китайско-российской компании *Uniel* и тайваньской компании *Smartbuy* – время стабилизации характеристик, световой поток, коррелированная цветовая температура, общий индекс цветопередачи, коэффициент пульсации освещённости и спектр излучения – в течение 6000 ч горения. Явным лидером по характеристикам оказалась лампа СДФ-8 («Лисма»).

**Ключевые слова:** световой поток, световая отдача, коррелированная цветовая температура, общий индекс цветопередачи, спектр излучения, кривая силы света, освещение, время стабилизации, светодиодная лампа.

## 1. Введение

В настоящее время наиболее энергоэффективными, надёжными и пер-

спективными ИС считаются светодиодные лампы. На рынке представлен широкий ассортимент этих ИС, в том числе светодиодных филаментных (СДФ) ламп, способствующий рациональному выбору этих изделий с учётом их назначения и основных характеристик [1–6]. Целью настоящей работы являлся сравнительный анализ светотехнических характеристик СДФ ламп для бытового освещения, призванный повысить рациональность выбора этих ИС, в основном, для замены ламп накаливания.

## 2. Исследование характеристик СДФ ламп с колбой типа А60

Для сравнительных исследований были приобретены СДФ лампы производства ООО «Лисма»<sup>1</sup> (РФ), американской компании с производством в КНР *General Lighting Co., Ltd*, совместной китайско-российской компании *Uniel* и тайваньской компании *Smartbuy*. Мощности исследуемых

<sup>1</sup> Ныне ООО «СЗ Лисма». – Прим. ред.

ламп – 5, 8 и 10 Вт, тип колбы – А60, тип цоколя – Е27.

Исследования проводились в лаборатории ЦКП «Светотехническая метрология» (Институт электроники и светотехники НИУ «МГУ им. Н.П. Огарёва») на измерительном комплексе фирмы *Gooch & Housego*, содержащем фотометрический шар *OL IS7600* диаметром около 2 м, спектрорадиометр *OL 770 VIS/NIR*, прецизионный источник постоянного тока *OL410–200 PRECISION LAMP SOURCE* (для питания вспомогательной лампы), арматуру для крепления ламп и компьютер [7].

Определялось время стабилизации сравниваемых характеристик (светотехнических) СДФ ламп. Оно составило для ламп *GLDEN-A60S-10–230-E27–2700 (General Lighting Co., Ltd)* и СДФ-8 («Лисма») 5 мин, для ламп *SKY-A60–8–30K-E27 (Uniel)* – 7 мин и для ламп *SBL-A60F-5–30K-E27 (Smartbuy)* – 4 мин.

Измерения параметров ламп проводились в фотометрическом шаре, согласно ГОСТ [8, 9]. Уровень световых пульсаций измерялся с помощью люксметра-пульсметра ТКА-ПКМ 08, измеряющего коэффициент пульсации освещённости  $k_{п}$  (в области спектра 380–760 нм).

В табл. 1 представлены результаты измерений характеристик исследуемых образцов ламп и значения характеристик, заявленные производителем.

Анализ результатов показал, что измеренные значения светового потока  $\Phi_v$  у ламп производства ООО «Лисма» (780 лм) и *General Lighting Co., Ltd* (890 лм) соответствуют заявлен-

Таблица 1

Параметры образцов ламп

Тип лампы	СДФ-8 («Лисма»)		GLDEN-A60S-10–230-E27–2700 ( <i>General Lighting</i> )		SKY-A60–8–30K-E27 ( <i>Uniel</i> )		SBL-A60F-5–30K-E27 ( <i>Smartbuy</i> )	
	заявленные значения	измеренные значения	заявленные значения	измеренные значения	заявленные значения	измеренные значения	заявленные значения	измеренные значения
$\Phi_v$ , лм	780	770	890	870	800	655	480	355
$T_{ки}$ , К	2700	2736	2700	2717	3000	2991	3000	2946
$R_a$	> 80	85	> 80	85	> 80	83	> 80	81
Мощность, Вт	8,0	7,6	10,0	7,0	8,0	5,4	5,0	3,22
$\eta_v$ , лм/Вт	97,5	101,3	89,0	124,2	100,0	121,0	96,0	110,0
$k_{п}$ , %	< 1	0,2	< 5	0,2	< 5	3,5	< 5	35

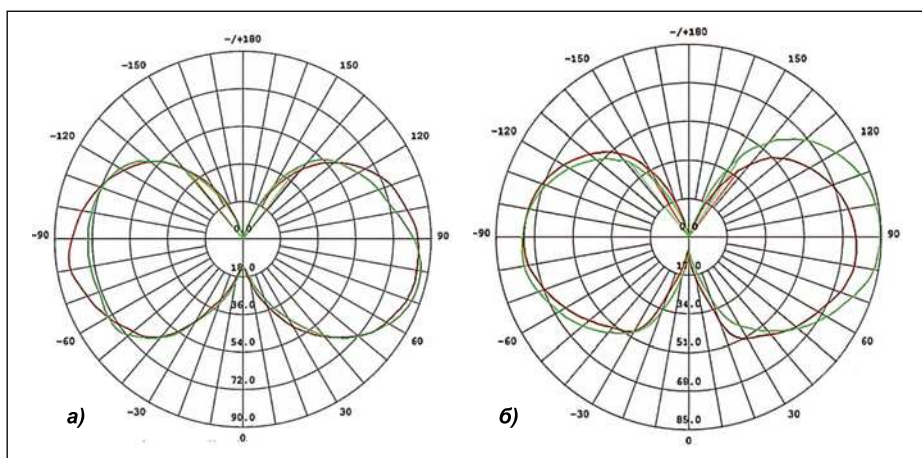


Рис. 1. КСС ламп:  
а – СДФ-А60–8–27К-Е27 («Лисма»); б – GLDEN-A60S-10-230-E27-2700 (General Lighting)

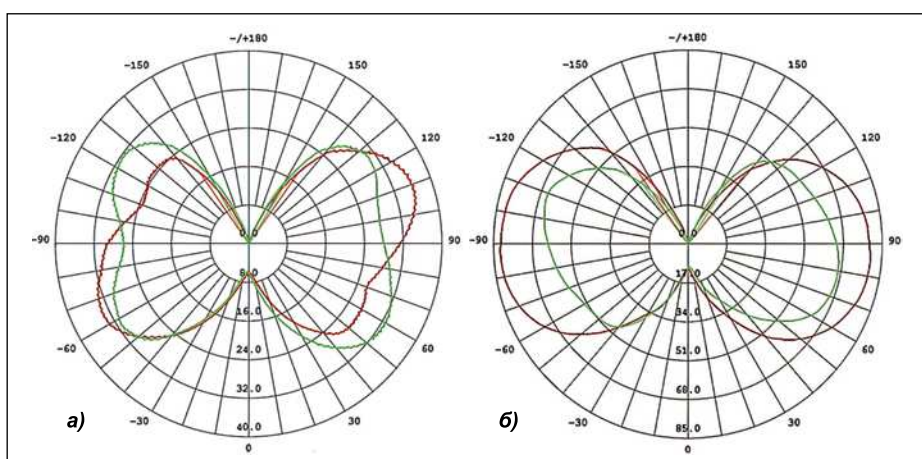
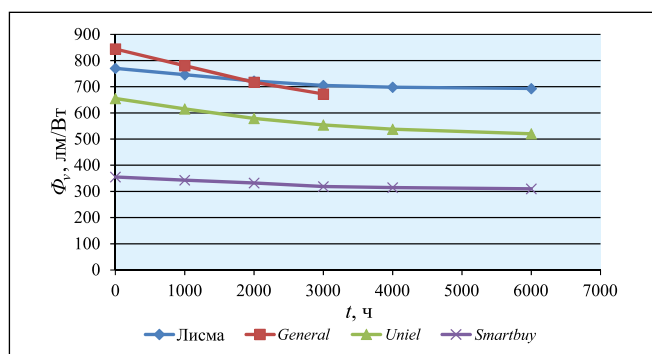


Рис. 2. КСС ламп:  
а – SBL-A60F-5-30K-E27 (Smartbuy); б – SKY-A60-8-30K-E27 (Uniel)

Рис. 4. Динамика спада светового потока сравниваемых ламп



ным значениям (770 и 870 лм соответственно), а у ламп производства Uniel и Smartbuy они заметно ниже (655 и 355 лм) заявленных (800 и 480 лм соответственно). Измеренные значения коррелированной цветовой температуры  $T_{кц}$  и общего индекса цветопередачи  $R_a$  у ламп всех производителей соответствуют заявленным. А мощность только у лампы «Лисма» близка к заявленной, у остальных же она на 30 % меньше заявленной. Реально меньшая на 30% (3 Вт) мощность

лампы GLDEN-10 (General Lighting Co., Ltd) на уровне  $\Phi_v$  не отразилась – он соответствовал заявленному; у лампы производства Smartbuy снижение мощности на 32,5 % снизило  $\Phi_v$  на 18,1 %, а у лампы производства Uniel при снижении мощности на 35,6 %  $\Phi_v$  снизился на 26 %. Световая отдача  $\eta_v$  у всех исследуемых ламп оказалась выше заявленной.  $k_n$  у ламп ООО «Лисма» и General Lighting Co., Ltd оказалась значительно ниже заявленного – 0,2 %, у лампы SKY-8 (Uniel) – в преде-

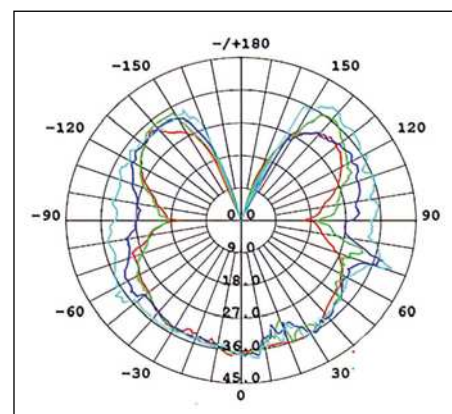


Рис. 3. КСС лампы накаливания Б230–40 (с колбой А60)

лах нормы, а у лампы SBL-5 (Smartbuy) составил не менее 35 % (!).

С помощью спектрорадиометра OL 770VIS/NIR снимались спектры излучения ламп. Спектр излучения СДФ ламп сплошной, занимает всю видимую область и его пиковая длина волны лежит в жёлто-оранжевой части спектра, обуславливая тепло-белый свет ламп. По цветовому графику МКО 1931 координаты цветности лампы СДФ-8 («Лисма») – (0,4558, 0,4104), что соответствует  $T_{кц}$  2700 К, а координаты цветности лампы SKY-A60-8-30K-E27 (Uniel) – (0,4338, 0,4009), что соответствует  $T_{кц}$  3000 К.

На гониофотометрическом комплексе GO 2000A (Everfine) снимались КСС исследуемых ламп (рис. 1 и 2). Как видно из рисунков, формы КСС ламп преимущественно синусные [10]; у лампы типа СДФ-А60–8–27К-Е27 максимальная сила света составляет 87 кд, у лампы SBL-A60F-5-30K-E27 – 35 кд, у лампы GLDEN-A60S-10-230-E27-2700 – 84 кд и у лампы SKY-A60-8-30K-E27 – 83 кд. Для сравнения, на рис. 3 приведена КСС лампы накаливания Б230–40 (с колбой А60) [11]. Как видим, КСС СДФ ламп лишь незначительно отличаются от КСС лампы накаливания.

В табл. 2 приведены результаты измерений характеристик СДФ ламп после 1000, 2000, 3000, 4000 и 6000 ч их непрерывного горения и результаты расчёта, согласно ГОСТ [8], коэффициента сохранения светового потока ламп через  $n$  ч горения ( $L$ ) по формуле  $L = (\Phi_{v,n} / \Phi_{v,0}) \cdot 100$ , %, где  $\Phi_{v,0}$  – начальный  $\Phi_v$ ,  $\Phi_{v,n}$  –  $\Phi_v$  через  $n$  ч горения. При этом лампа GLDEN-A60S-10-230-E27-2700 (General Lighting Co., Ltd) вышла из строя после 3466 ч горения.

Временная зависимость параметров образцов ламп

Тип лампы	Параметры	Время горения, ч					
		0,25	1000	2000	3000	4000	6000
СДФ-8 («Лисма»)	$\Phi_v$ , лм	770	746	722	705	700	693
	$k_{п}$ , %	5	0,5	0,5	2	0	0,5
	$L$ , %		96,9	93,8	91,6	90,9	90,0
GLDEN-A60S-10-230-E27-2700 (General Lighting)	$\Phi_v$ , лм	844	771	702	672		
	$k_{п}$ , %	5	0,2	2	3,5		
	$L$ , %		91,4	83,2	79,6		
SKY-A60-8-30K-E27 (Uniel)	$\Phi_v$ , лм	655	605	579	554	529	520
	$k_{п}$ , %	5	3,5	3,5	0,5	0	
	$L$ , %		92,4	88,4	84,6	80,8	79,4
SBL-A60F-5-30K-E27 (Smartbuy)	$\Phi_v$ , лм	355	343	332	319	315	310
	$k_{п}$ , %	5	35	35	30	25,5	26
	$L$ , %		96,6	93,5	89,9	88,7	87,3

На рис. 4 представлены графики изменения  $\Phi_v$  ламп при непрерывном горении.

В ГОСТ [8] установлены 5 категорий по  $L$ : А, В, С, D и E, каждая из которых характеризуется снижением  $\Phi_v$  от номинального по сравнению с предыдущей категорией на 10 %, с  $\Phi_{v,0}$  при 0 ч.

По результатам испытаний после 6000 ч горения лампу СДФ-8 («Лисма») можно условно отнести к категории А, лампу SKY-A60-8-30K-E27 (Uniel) – к категории В, а лампу SBL-A60F-5-30K-E27 (Smartbuy) можно тоже условно отнести к категории А, но у неё слишком высокий  $k_{п}$ .

### 3. Анализ результатов сравнения характеристик ламп

В результате исследований ламп в течение 6000 ч непрерывного горения можно сделать следующие выводы:

– лампа СДФ-8 («Лисма») имеет наибольший  $L$  (90 %) и наименьший  $k_{п}$ ;

– лампа SBL-A60F-5-30K-E27 (Smartbuy) имеет  $L = 87,3$  % и наибольший  $k_{п}$ , превышающий допустимую норму в 7 и более раз;

– у лампы SKY-A60-8-30K-E27 (Uniel)  $L = 79,4$  %, а  $k_{п}$  не выше нормированного;

–  $T_{ки}$  у всех ламп практически не менялись (с учётом допустимых погрешностей).

Лампа GLDEN-A60S-10-230-E27-2700 (General Lighting Co., Ltd), как уже говорилось, вышла из строя после 3466 ч горения, её  $L$  после 3000 ч горения составил 79,6 %, а  $k_{п}$  не выше нормированного. В результате эту СДФ лампу не следует рекомендовать для освещения бытовых помещений из-за низкого срока службы и  $L$ . При этом, согласно ГОСТ [8], её можно отнести к категории С.

Из всех исследованных СДФ ламп лишь лампа СДФ-8 («Лисма») может относиться к категории А, по ГОСТ [8], и только её можно рекомендовать для применения в осветительных приборах для бытового освещения

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железникова О.Е., Мохаммед С.Д., Михалькова А.Н., Микаева С.А. Освещение светодиодными источниками света // Автоматизация. Современная технология. – 2019. – Т. 73, № 12. – С. 540–543.

2. Железникова О.Е., Амелкина С.А., Сиднишина Л.В. Об эффективности освещения светодиодами по зрительной работе // Светотехника. – 2018. – № 2. – С. 6–10.

3. Журавлёва Ю.А., Коваленко О.Ю., Микаева С.А., Атишев А.В., Немов В.В. Исследование влияния форм-фактора светодиодных ламп для бытового освещения на их светотехнические характеристики // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2019. – № 6. – С. 24–27.

4. Nestyorkina N.P., Kovalenko O. Yu., Zhuravlyova Yu.A. Analysis of characteristics of led lamps with T8 bulb by various manufac-

turers / Light & Engineering. – 2019. – Vol. 27, No. 6. – P. 82–87.

5. Liu J., Xu C., Zheng H., Liu S. Numerical analysis and optimization of thermal performance of LED filament light bulb / in 2017 IEEE67th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), Orlando, FL, USA, 2017. – P. 2243–2248,

6. Xu C., Zhang Z., Chu J. Thermal dissipation enhancement of LED filament bulb by ionic wind / in 2016 17th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT), Wuhan, China, 2016. – P. 1212–1215.

7. Микаева С.А., Железникова О.Е., Сиднишина Л.В. Комплекс современного исследовательского оборудования для световых измерений // Автоматизация и современные технологии. – 2012. – № 12. – С. 33–36.

8. ГОСТ Р 54815–2011/IEC/PAS62612: 2009 «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжение свыше 50 В. Эксплуатационные требования».

9. ГОСТ Р 55702–2013 «Источники света электрические. Методы измерений электрических и световых параметров».

10. ГОСТ Р 54350–2015 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний».

11. Нестёркина Н.П., Кондрашин А.С. О характеристиках светодиодных филаментных ламп мощностью 4, 6, 8 Вт / Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (15–17 марта 2017 г., Саранск) в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием. – Саранск: Афанасьев В.С., 2017. – С. 358–366.



## Разработан способ искривления фотонной струи



**Нестёркина Нина Петровна**, инженер. Окончила в 1975 г. МГУ им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника и источники света». Зав. лабораторией, и старший преподаватель кафедры источников света

Института электроники и светотехники Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва. Область научных интересов: разрядные и светодиодные источники света, светотехнические установки, схемотехника



**Коваленко Ольга Юрьевна**, доктор техн. наук, доцент. Окончила в 1983 г. МГУ им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника и источники света». Профессор кафедры метрологии, стандартизации и серти-

фикации Института электроники и светотехники Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва. Область научных интересов: измерение и контроль параметров осветительных и облучательных систем



**Журавлёва Юлия Алексеевна**, кандидат техн. наук, доцент. Окончила в 2010 г. МГУ им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника и источники света». Доцент кафедры источников света Института

электроники и светотехники Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва и кафедры электроники РТУ «МИРЭА». Область научных интересов: энергосберегающие светотехнические установки; параметры компактных люминесцентных ламп и светодиодных источников света; вакуумная техника



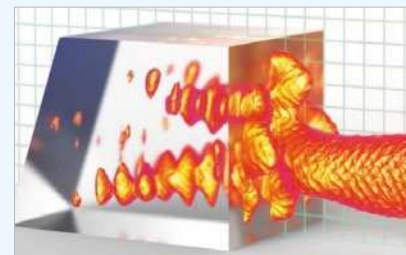
**Микаева Светлана Анатольевна**, доктор техн. наук, доцент. Окончила в 1988 г. МГУ им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника и источники света». Зав. кафедрой электро-

логического института РТУ «МИРЭА». Область научных интересов: светотехника и источники света, технология приборостроения, контроль и диагностика приборов, твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, приборы на квантовых эффектах

Российские учёные совместно с иностранными коллегами нашли простой способ создания из фотонной струи фотонного крючка. Для этого они частично перекрыли струю металлическим экраном. Исследование опубликовано в журнале «Optics Letters» (URL: <https://doi.org/10.1364/OL.402248>).

Фотонная струя представляет собой электромагнитную волну, сфокусированную у поверхности микросферы из кварцевого стекла, которая сама находится в фокусе линзы. Она привлекает внимание учёных своим необычным размером, который меньше дифракционного предела – минимального размера, получаемого с помощью электромагнитного излучения. Благодаря этой особенности фотонной струи, например, был создан наноскоп, который позволил рассматривать объекты размером в 50 нм, что было невозможно с помощью традиционных оптических микроскопов.

Учёные из Томского политехнического университета совместно с зарубежными коллегами разработали новый тип искривлённого светового луча на основе фотонной струи – фотонный крючок. Его получать значительно проще, чем известные аналоги. Для этого нужна лишь микрочастица определённой формы, через которую свет проходит и искривляется. Так получается фотонная струя, но если часть частицы перекрыть специальным экраном, то получится уже фотонный крючок. Фотонный крючок, например, позволяет перемещать наночастицы под действием давления света, огибать барьер, переносить их через него. Это делает его перспективным инструментом для биологии, медицины, производства микросхем,



создания новых материалов, где необходимо управлять клетками.

«Для получения фотонной струи и фотонного крючка используются микрочастицы из диэлектрического материала, например стекла. До сих пор считалось, что для этого нужны частицы разной формы. Для фотонной струи симметричные, для крючка – несимметричные. Однако оказалось, что это совсем не так. Мы провели моделирование и ряд экспериментов, которые показали, что в обоих случаях можно использовать симметричные частицы. Для этого мы немного перекрыли частицу экраном из металла. Экран микроразмера может быть из любого металла, но в экспериментах мы использовали алюминий», – говорит руководитель проекта, профессор отделения электронной инженерии ТПУ Игорь Минин.

По словам учёных, можно соединять фотонную струю и крючок в одном устройстве. И тогда, например, с помощью струи можно как бы захватывать и притягивать наночастицы, а если подставить экран, то луч искривится и частицы можно будет перемещать.

indicator.ru  
03.09.2020

## ПАРТНЁРЫ ЖУРНАЛА

Редколлегия и редакция с большим удовлетворением отмечают организацию сообщества «Партнёры журнала «Светотехника» и выражают благодарность нашим партнёрам, поверившим во взаимную эффективность такого сотрудничества



**interlight**  
RUSSIA

**intelligent building**  
RUSSIA