

Анализ характеристик светодиодных ламп с колбой T8 разных производителей

Н.П. НЕСТЁРКИНА, О.Ю. КОВАЛЕНКО, Ю.А. ЖУРАВЛЁВА*

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск

*E-mail: ulypil@mail.ru

Аннотация

Анализируются эксплуатационные характеристики светодиодных ламп с колбой T8 мощностью 10 Вт фирм-производителей ASD (РФ), Smartbuy (Тайвань) и VOLPE (КНР) и люминесцентной лампы с колбой T8 мощностью 18 Вт производства фирмы PHILIPS (Польша), в том числе их зависимость от напряжения питающей сети. Результаты измерений показывают, что: а) время стабилизации электрических параметров и светового потока светодиодных ламп не создаёт дискомфорта в освещении, в отличие от указанной ЛЛ, световой поток которой в момент включения составляет 70 % от номинального, которое достигается через 13 мин; б) при номинальном напряжении питающей сети световой поток светодиодных ламп типа ASD LED-T8R-STD10W (РФ) ниже заявленного на 6 %, а – типов Smartbuy SBL-T8-10-64K-A (Тайвань) и VOLPE LED-T8-10W/DW/G13/FR/FIX/N (КНР) и того ещё ниже; в) общий индекс цветопередачи всех исследованных светодиодных ламп ниже заявленного (72, а не 80); г) коэффициент пульсации всех исследованных светодиодных ламп не превышает заявленных 5 %; д) характеристики светодиодных ламп практически не зависят от изменения напряжения питающей сети в пределах ± 10 %.

Даются рекомендации по применению исследованных светодиодных ламп.

Ключевые слова: светодиодная лампа, колба T8, световой поток, цветовая температура, индекс цветопередачи, стабилизация светового потока, номинальное напряжение, световая отдача, коэффициент пульсации, световой поток.

1. Проблемы внедрения светотехнических изделий со светодиодами в народном хозяйстве

Светотехнические изделия с СД всё больше внедряются в разные сферы жизни, привлекая к себе внимание учёных [1–3]. Бесспорные преимущества СД и СД ламп – эффективность, компактность, экологичность – положительно оцениваются потребителями разных отраслей народного хозяйства. Однако, как показала практика, в начале 2010-х высокие характеристики СД, полученные в лабораторных условиях, производители приписывали своим промышленным образцам, доходящим до широкого потребителя в виде СД и СД источников света с заявленными высокими характеристиками. Так, измеренные в 2011 г. в лаборатории «Л.И.С.Т» значения светового потока четырёх типов СД серии «XLamp XP-E/XP-G/XM-L» компании

Cree оказались в среднем ниже заявленных почти на 10 % [4].

Исследуя эффективность сельскохозяйственного применения осветительных и облучательных приборов на основе СД и СД ламп, мы установили, что изготовленные для экспериментов образцы этих приборов не всегда обеспечивали нужные световые потоки, рассчитанные по заявленным производителями характеристикам СД.

В целом, проведённые нами на сельскохозяйственных растениях и животных исследования показали повышение их продуктивных показателей при освещении и облучении СД и СД лампами [5–8], что подтверждает перспективность расширения областей их применения при наличии надёжной информации о параметрах этих источников.

В статьях [1–3] отмечены проблемы, связанные с условиями освещения, влияющими на показатели зрительной работы, а в статье [9] показано несоответствие заявленных световых параметров светильников с СД их действительным.

В связи с вышеизложенным целью статьи явился собственный анализ практического вопроса соответствия заявленных производителями параметров СД ламп их действительным, что может представлять интерес для проектировщиков освещения или облучения и энергетических служб предприятий-потребителей.

2. Исследование характеристик СД ламп с колбой T8

Для экспериментальных сравнительных исследований в розничной торговой сети Саранска были приобретены три СД лампы с колбой T8 типов ASD LED-T8R-STD10W 230V G13 6500K 800lm 600mm (РФ), Smartbuy SBL-T8-10-64K-A (Тайвань), и VOLPE LED-T8-10W/DW/G13/FR/FIX/N (КНР) и одна ЛЛ с колбой T8 типа PHILIPS TL-D18W/33-640 польского производства [10–13] (рис. 1).

Эти исследования проводились в лаборатории Центра коллективного пользования «Светотехническая метрология» (в Институте электроники и светотехники МГУ им. Н.П. Огарёва). Измерения электрических и световых параметров проводились при нормальных условиях, в соответст-

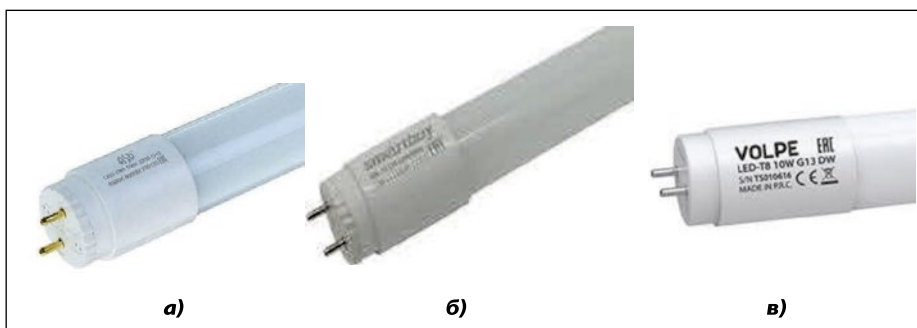


Рис. 1. – Внешний вид светодиодных ламп с колбой T8: а – ASD LED-T8R-STD10W 230V G13 6500K 800lm 600mm (РФ); б – Smartbuy SBL-T8-10-64K-A (Тайвань); в – VOLPE LED-T8-10W/DW/G13/FR/FIX/N (КНР)

Рис. 2. Изменение светового потока исследованных ламп Φ_v в период стабилизации

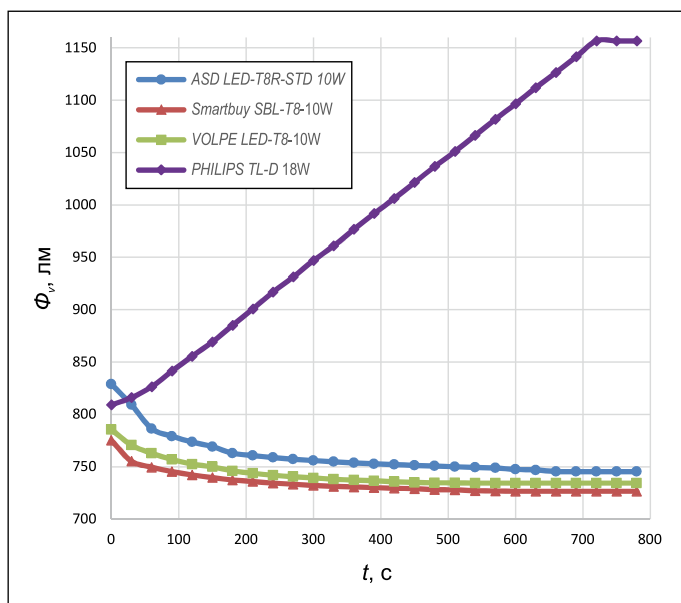


Рис. 3. Изменение мощности исследованных ламп P в период стабилизации

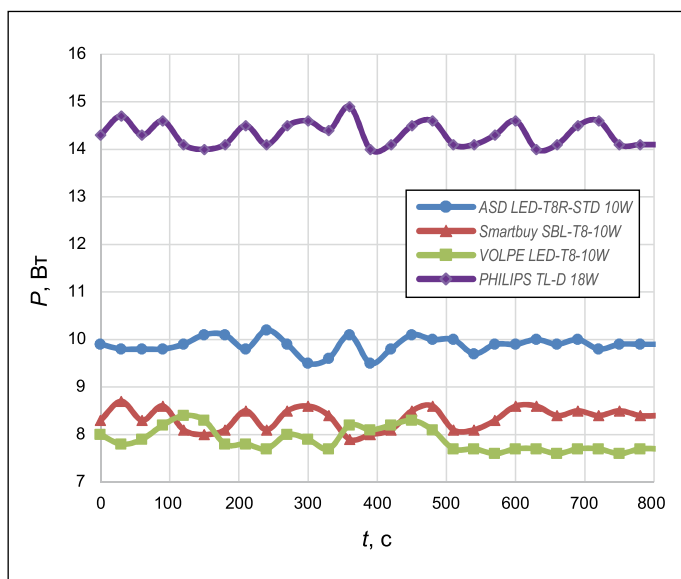
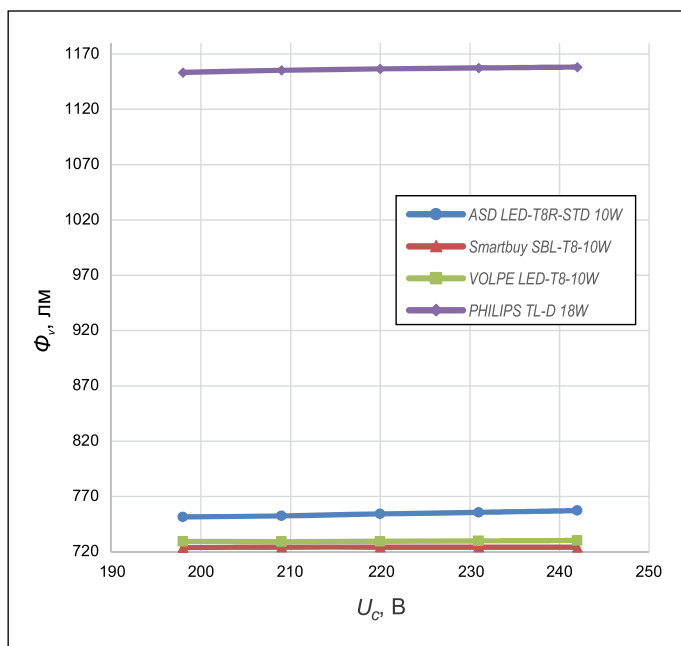


Рис. 4. Зависимость светового потока исследованных ламп Φ_v от U_c



вии с методикой по ГОСТ [14]. При этом измерения параметров всех указанных СД ламп проводились с помощью фотоколориметрической измерительной установки, блока питания переменного тока *DPS1060*, гониофотометрического комплекса, пульсметра-люксметра «ТКА-ПКМ» (08) и спектроколориметра «ТКА-ВД»/02.

Для определения координат цветности использовался спектрорадиометрический метод, а для оценки цветопередачи – спектрозональный. Использовались также методы измерения коррелированной цветовой температуры $T_{цк}$ и доминирующей длины волн согласно ГОСТ [14].

Измерения изменений мощности и светового потока ламп в период стабилизации их электрических и световых характеристик при номинальном U_c проводились на фотоколориметрической измерительной установке фирмы *Gooch & Housego*, содержащей фотометрический шар *OL IS7600* диаметром 2 м, многоканальный спектрорадиометр *OL 770 VIS/NIR*, оптоволоконный кабель *770-7G-3.0*, прецизионный источник постоянного тока *OL410-200 PRECISION LAMP SOURCE* для питания вспомогательной лампы *AUX LAMP A180* и арматуру для крепления ламп и ПК.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения светового потока: $\pm 9\%$, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат цветности x и y : $\pm 0,002$, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $T_{цк}$: ± 25 К, относительная погрешность установки выходного тока: $\pm 0,02\%$.

Принцип действия фотоколориметрической измерительной установки (номер СИ в госреестре: 66263-160) основан на измерении абсолютной спектральной плотности потока излучения, интегрировании её и нахождении таким образом потока излучения, попадающего на фотометрическую площадку – торец оптоволоконного ввода, связанного со спектрометром и ПЗС-линейкой. Все вычисления выполнялись автоматически. Программное обеспечение установки выполняет функции отображения на экране управляющего компьютера информации и задания условий измерений [15].

Вначале определялось время стабилизации электрических параметров и светового потока (рис. 2 и 3)¹.

Обработка результатов всех измерений проводилась с помощью встроенного программного обеспечения «GQ-Sof» с выводом результатов на ПК и бумажный носитель.

Измерения проводились при установившемся электрическом режиме после 15 мин непрерывного горения, согласно ГОСТ [14], при температуре окружающей среды (25 ± 2) °С, относительной влажности (65 ± 20)%, атмосферном давлении (101 ± 4) кПа, U_c (220 ± 22) В и частоте тока 50 Гц.

Результаты всех указанных измерений при номинальном напряжении питающей сети представлены в таблице.

Определялись также зависимости световых и электрических параметров ламп от U_c (рис. 4–6).

По методике ГОСТ [17], пульсметр-люксметром «ТКА-ПКМ» (08) определялась зависимость коэффициента пульсации ламп $k_{п}^2$ от U_c при изменениях U_c в пределах $\pm 10\%$. Измерения $k_{п}$ проводились в тёмное время суток при стабилизации светового потока в течение 45 мин и типовом размещении контрольных точек на плане помещения. В каждой контрольной точке проводилось трёхкратное измерение освещённости в течение 5 мин. Соответствующие результаты приведены на рис. 7 и 8.

3. Анализ результатов измерений характеристик СД ламп с колбой T8

Анализ результатов измерений показал, что времена стабилизации электрических параметров и светового потока СД ламп ASD LED-T8R-STD10W, Smartbuy SBL-T8-10W и VOLPE LED-T8-10W и ЛЛ PHILIPS TL-D18W составили 12, 10, 9 и 13 мин соответственно, а соответствующие спады световых потоков СД ламп –

¹ Время стабилизации – время, необходимое для достижения стабильных тепловых условий работы СД лампы, согласно ГОСТ [16]. При этом стабилизируются электрические и световые параметры лампы.

² $k_{п}$ – это критерий оценки относительной глубины колебаний освещённости в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при питании их переменным током [18].

Рис. 5. Зависимость мощности исследованных ламп P от U_c

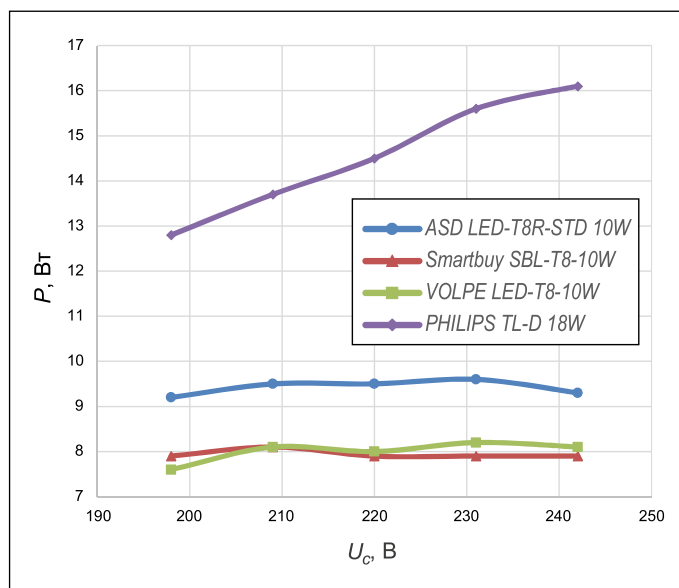


Рис. 6. Зависимость тока исследованных ламп I от U_c

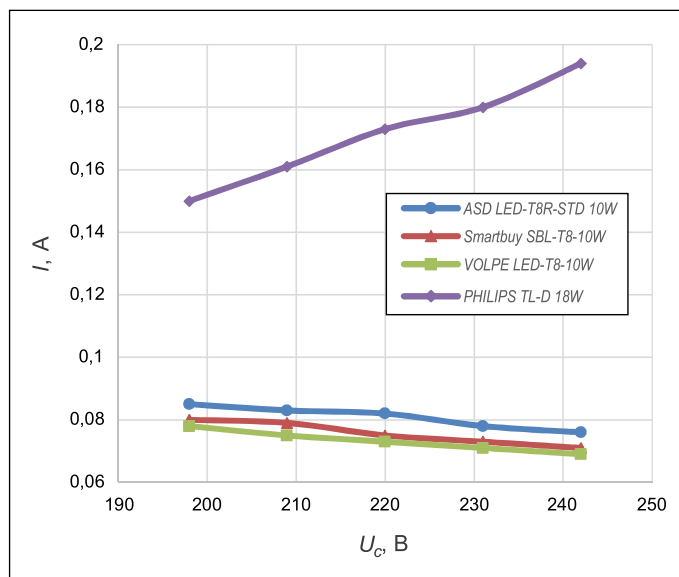
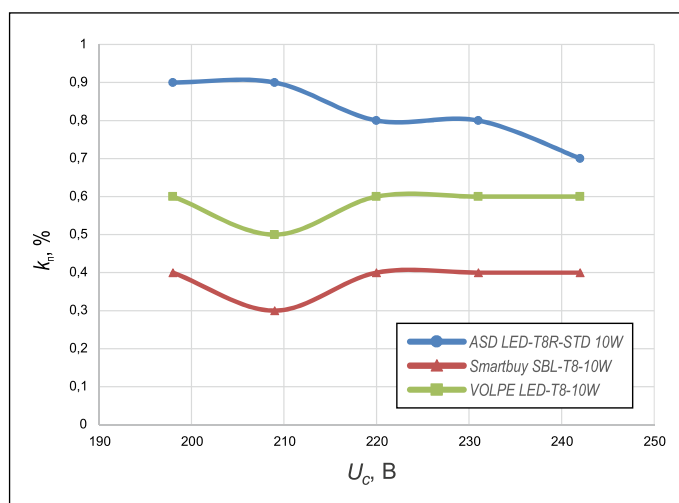


Рис. 7. Зависимость коэффициента пульсации исследованных ламп $k_{п}$ от U_c



93 лм (11,2 %), 49 лм (6,3 %) и 51 лм (6,4 %). Но это не создаёт дискомфорта в освещении, в отличие от использования ЛЛ PHILIPS TL-D18W/33–640, световой поток которой в момент включения составляет 70 % (809 лм) от номинального, достигаемого через 13 мин.

Результаты измерений электрических и светотехнических характеристик образцов ламп при номинальном напряжении питающей сети

Тип лампы	ASD LED-T8R-STD10W		Smartbuy SBL-T8-10W		VOLPE LED-T8-10W		PHILIPS TL-D18W		
	заявленные	измеренные	заявленные	измеренные	заявленные	измеренные	заявленные	измеренные	
Световой поток, лм	800	754,3	1100	724,3	900	729,5	1200	1156,6	
$T_{\text{цк}}$, К	6500	6491	6400	6260	6500	6362	4000	4037	
R_a	> 80	72	> 80	72	> 80	72	> 63	61	
Чистота цвета		0,077		0,058		0,058			
Доминирующая длина волны, нм		493,6		497,2		494,9			
Координаты цветности	x	0,313	0,3118	0,313	0,3160	0,313	0,3145	0,380	0,3818
	y	0,337	0,3364	0,337	0,3402	0,337	0,3351	0,380	0,3879
	u		0,1945		0,1960		0,1968		
	v		0,4721		0,4747		0,4718		
Мощность, Вт	10	9,5	10	7,9	10	8	18	14,72	
Световая отдача, лм/Вт	80	79,4	110	91,6	90	91,1	67	76,7	
$K_{\text{п}}$, %	< 5	0,8	< 5	0,4	< 5	0,6		8	

Анализ результатов измерений характеристик ламп при номинальном U_c позволяет заключить, что:

– световой поток всех исследованных ламп ниже заявленных значений: ASD LED-T8R-STD10W на 46 лм (5,7 %), Smartbuy SBL-T8-10W на 376 лм (34,1 %), VOLPE LED-T8-10W на 171 лм (18,9 %) и PHILIPS TL-D18W на 44 лм (3,6 %);

– измеренные $T_{\text{цк}}$ СД лампы ASD LED-T8R-STD10W и ЛЛ PHILIPS TL-D18W практически не расходятся с заявленными, а – СД лампы Smartbuy SBL-T8-10W и VOLPE LED-T8-10W отличны от заявленных на 140 К (2,1 %);

– общий индекс цветопередачи R_a всех исследованных СД ламп ниже заявленного (72, а не 80), и чуть ниже заявленного у исследованной ЛЛ;

– $k_{\text{п}}$ всех исследованных СД ламп ниже заявленных 5 %, составляя 0,4–0,8 %.

Анализ результатов измерений зависимости характеристик ламп от U_c показал, что:

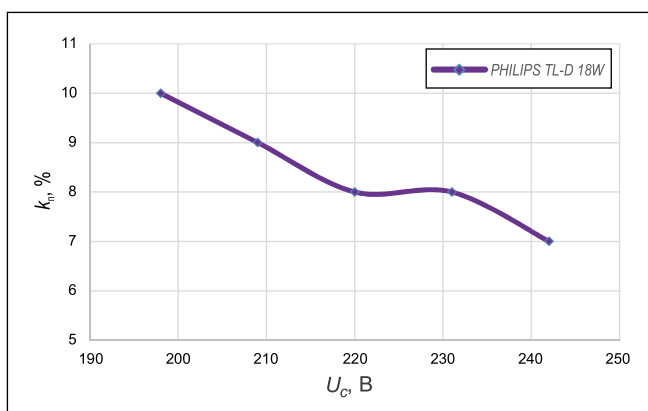
– световой поток ЛЛ PHILIPS TL-D18W уменьшается на 3,3 лм (0,2 %) при снижении U_c на 10 % и увеличивается на 1,6 лм (0,1 %) при повышении U_c на 10 %;

– мощность ЛЛ PHILIPS TL-D18W уменьшается на 1,7 Вт (11,7 %) при снижении U_c на 10 %, и увеличивается на 1,6 Вт (11 %) при повышении U_c на 10 %;

– ток ЛЛ PHILIPS TL-D18W уменьшается на 0,023 А (13,2 %) при снижении U_c на 10 %, и увеличивается на 0,021 А (12,1 %) при повышении U_c на 10 %;

– при изменении U_c в пределах $\pm 10\%$ световой поток, мощность и ток всех СД ламп изменяются в пределах $\pm 0,4\%$.

Рис. 8. Зависимость $k_{\text{п}}$ ЛЛ PHILIPS TL-D18W от U_c



Таким образом, характеристики СД ламп практически не зависят от изменения U_c в пределах $\pm 10\%$.

Анализ результатов измерений $k_{\text{п}}$ показал, что:

– $k_{\text{п}}$ СД ламп *Smartbuy SBL-T8-10W* и *VOLPE LED-T8-10W* при изменении U_c в пределах $\pm 10\%$ практически не меняется, равняясь 0,4 и 0,6 % соответственно;

– $k_{\text{п}}$ СД лампы *ASD LED-T8R-STD10W* при повышении U_c на 10 % остаётся практически неизменным, а при снижении U_c на 10 % незначительно увеличивается (с 0,8 до 0,9 %);

– $k_{\text{п}}$ ЛЛ *PHILIPS TL-D18W* при увеличении U_c на 10 % снижается с 8 до 7 %, а при снижении U_c на 10 % повышается с 8 до 10 %.

На основании проведённых исследований можно дать следующие рекомендации:

– СД лампы типов *ASD LED-T8R-STD10W 230V G13 6500 K 800 lm 600 mm* (РФ), *Smartbuy SBL-T8-10-64K-A* (Тайвань) и *VOLPE LED-T8-10W/DW/G13/FR/FIX/N* (КНР) не могут, согласно ГОСТ [18], быть рекомендованы к использованию в светильниках для освещения помещений административных зданий, детских дошкольных учреждений, учебных заведений, так как их R_a оказался ниже 80 на 10 %;

– СД лампы типов *Smartbuy SBL-T8-10-64K-A* (Тайвань) и *VOLPE LED-T8-10W/DW/G13/FR/FIX/N* (КНР) должны подвергаться входному контролю светового потока, так как у каждой из них он оказался заметно ниже заявленного.

Основной вывод по итогам проведённых исследований состоит в несоответствии действительного светового потока некоторых типов СД ламп заявленному. Так, например, световые потоки СД ламп *Smartbuy SBL-T8-10W* и *VOLPE LED-T8-10W* оказались ниже на 20–30 %³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аирияттов А.А., Кокинов А.М., Микаева С.А.* Исследование линейных светодиодных ламп // Естественные и технические науки.– 2012.– № 6. – С. 338–353.

2. *Байнева И.И., Байнев В.В.* Оптические системы для светодиодов // Фотоника.– 2016.– № 2(56). – С. 84–92.

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

4. *Никуфоров С.Г.* Исследования параметров светодиодов CREEX Lamp XP-E/XP-G/XM-L // Полупроводниковая светотехника.– 2011.– № 2. – С. 12–18.

5. *Коваленко О.Ю., Овчукова С.А., Белов В.В.* Влияние параметров источника излучения на биообъект // Известия Международной академии аграрного образования.– 2016.– № 30. – С. 122–126.

6. *Коваленко О.Ю., Пильщикова Ю.А.* Повышение эффективности и контроль параметров источников излучения и облучательных установок в сельском хозяйстве // Фотоника.– 2017.– № 8(68). – С. 68–73.

7. *Коваленко О.Ю., Пильщикова Ю.А., Аирияттов А.А., Амелькина С.А., Кудашкина М.В.* Устройство для облучения птицы / Пат. РФ на ПМ № 147826. 2014. Бюл. № 32.

8. *Kovalenko O.Y., Pilschikova Y.A.* Enhancement of efficiency of irradiation facility for domestic bird husbandry // International Journal of Pharmacy and Technology.– 2016. – Vol. 8, Iss. 2. – P. 14473–14479.

9. *Белых Н., Чуваткина Т., Сыромясов Д.* Энергетическая эффективность светодиодной светотехнической продукции: расчёты и реальность // Полупроводниковая светотехника.– 2014.– № 2. – С. 18–19.

10. URL: <http://www.philips.ru/> (дата обращения: 12.12.2018).

11. URL: <http://asd-electro.ru/> (дата обращения: 12.12.2018).

12. URL: <http://www.smartbuy-russia.ru/> (дата обращения: 12.12.2018).

13. URL: <http://volpe.ru/> (дата обращения: 12.12.2018).

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

15. URL: http://fundmetrology.ru/10_tipy_si/11/view.aspx?num=qJbKqJpWgBeM/ (дата обращения: 12.12.2018).

16. ГОСТ Р 54815–2011 «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжениях свыше 50 В».

17. ГОСТ 33393–2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещённости».

18. ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий».

³ Осветительные установки с такими СД лампами не обеспечат нужного освещения, и при проектировании установок с учётом действительных световых потоков ламп x потоков необходимо на 20–30 % увеличивать в них число светильников, что, соответственно, даёт такое же повышение капитальных и эксплуатационных затрат, что снижает желаемый эффект от внедрения СД оборудования.



**Нестёркина
Нина Петровна,**
инженер. Окончила в 1975 г. Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника и источники света».

Заведующий лабораторией, старший преподаватель кафедры источников света Института электроники и светотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». Область научных интересов: энергосберегающие современные разрядные и светодиодные источники света, светотехнические установки, схемотехника



Коваленко Ольга Юрьевна,
доктор техн. наук, доцент. Окончила в 1983 г. Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника

и источники света». Профессор кафедры метрологии, стандартизации и сертификации института электроники и светотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». Область научных интересов: измерение и контроль параметров осветительных и облучательных систем



**Журавлёва
Юлия Алексеевна,**
кандидат техн. наук. Окончила в 2010 г. Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва по специальности «Светотехника

и источники света». Доцент кафедры источников света института электроники и светотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». Область научных интересов: энергосберегающие светотехнические установки, параметры современных компактных люминесцентных ламп и светодиодных источников света, вакуумная техника