

Упрощенный метод качественной оценки светового потока светодиодных ламп

^{1*}КАЮМОВ Дамир Ирекович, докторант, damir_kayumov@mail.ru,

¹БУЛАТБАЕВ Феликс Назымович, к.т.н., декан, felix4965@mail.ru,

²КАЮМОВА Ильмира Ирековна, старший преподаватель, damir_kayumov@mail.ru,

¹НЕШИНА Елена Геннадьевна, к.т.н., зав. кафедрой, 1_neg@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Частное учреждение «Политехнический колледж корпорации «Казахмыс», Казахстан, Балхаш, ул. Абая, 36,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассматривается оригинальная экспресс-методика анализа светодиодных светильников для определения основных величин их энергоэффективности на примере уличных светильников Street-100 Eco, Getera-100 и SL-96. Авторами проведен анализ светодиодной продукции светотехнического назначения в мировом масштабе за последнее десятилетие. Полнота анализа проведенной работы позволяет авторам вывести множители и предложить формулу для упрощенного расчета светового потока. Для исследования был создан испытательный стенд, а также получены зависимости освещенности от времени. Данная методика была разработана с учетом нужд казахстанского потребительского рынка светодиодной продукции светотехнического назначения, где существует необходимость контроля качества продукции на стороне покупателя, не обременяя его на дорогостоящее оборудование и позволяя проводить первичную оценку в кратчайшие сроки.

Ключевые слова: LED, светодиодные светильники, качественная оценка, световой поток, источник света, электрические параметры, освещенность.

Введение. Рассматривая результаты реализации светодиодной продукции светотехнического назначения (СПСН) в мировом масштабе в период с 2010-2020 годы, можно сделать вывод об активном внедрении продукции во многие области [1, 2].

Активное развитие светодиодной продукции позволило обеспечить решение ряда специфических задач, связанных с эффективным освещением, начиная от масштабных объектов, таких как железнодорожные пути, автомагистрали, аэропорты, крупных промышленных предприятий и стадионы, до бытовых помещений [3-5]. При этом промышленностью выпускается широкий спектр различных светодиодных ламп. СПСН применяется не только для освещения производственных и бытовых площадей, но и для подсветки растений в сельском хозяйстве [1].

Отмечается стремительное развитие светодиодного освещения, в котором имеются определенные лидеры, внедряющие передовые технологии и инновации, например компании Nichia, Samsung LED, OSRAM Opto Semiconductors, LG Innotek, Seoul Semiconductor, Cree, Philips Lumileds, Sharp, Toyota Gosei, Everlight, на рынке

преобразователей Texas Instruments занимает ведущие позиции в производстве чипов [4, 6].

Свой вклад в повышение доверия к СПСН приносят и официальные регуляторы. В 2018 г., наконец, были введены в действие специфические нормы именно для СПСН. Оценка эффективности СПСН описана зарубежными авторами [7, 8], особенно важен зарубежный опыт различных лет от этапа становления до современного уровня разработок [9-12]. Существенным недостатком представленных методов является сложность оценки, лабораторные условия и применение дорогостоящего и маломобильного оборудования [13, 14].

В то же время существует необходимость в более простой методике, которая позволяет быстро оценить СПСН по нескольким величинам и является более мобильной и простой в техническом плане.

Целью исследования является разработка экспресс-метода оценки энергоэффективности и светового потока СПСН, отличающегося от существующих аналогов наглядностью и простотой.

Актуальность работы. В качестве СПСН в работе использовались уличные светодиодные светильники следующих марок наиболее популяр-

лярных производителей. В таблице 1 представлены паспортные данные о характеристиках трех из них: Street 100 Eco фирмы GL, Gemera-100, SL-96.

В исследовании применялся метод, обеспечивающий эффективную оценку, соответствующую заявленным паспортным и проектным параметрам светодиодного светильника при помощи многопараметрического метода контроля светодиодных светильников.

Обеспечение питания и определение электрических параметров продукции СПСН. В качестве источника питания использовалась потребительская электрическая сеть 220 В с частотой 50 Гц. Для измерения текущих показателей питания СПСН использовался ваттметр (Сертификат о зав. поверке № 316-7 от 1.10.2019 г.) для контроля потребляемой мощности, силы тока и напряжения в сети.

Для обеспечения точности измерений все за-

меры проводились десять раз, после чего определялось среднее арифметическое значение параметра. Отклонение значений в выборке составляло не более 1%.

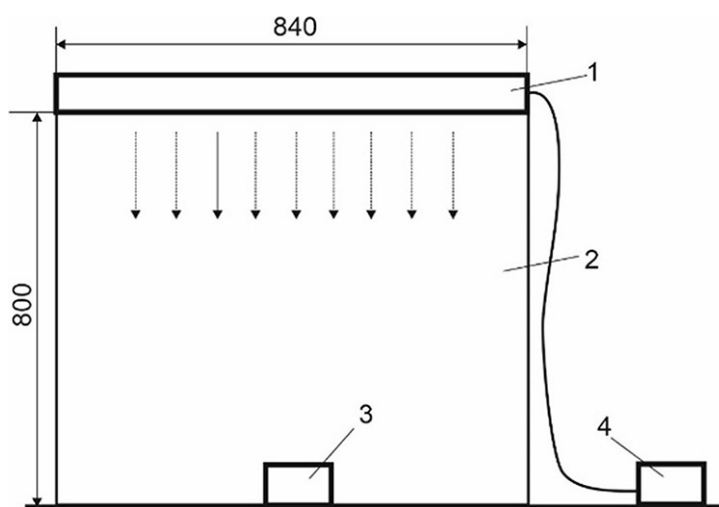
Испытательный стенд и его комплектация. Для исследований был разработан стенд. Упрощенная конструкция испытательного стенда представлена на рисунке 1.

Светодиодные светильники, прошедшие поверку, были установлены на смонтированный короб для обеспечения одинаковой высоты. Для снижения уровня внешнего светового загрязнения все внешние источники света были затенены. Внутренняя поверхность короба обита плотной светопоглощающей тканью черного цвета.

Все измерения производились в одинаковых условиях, которые соблюдались на протяжении всего времени проведения эксперимента. Идентичные условия созданы за счет разработанного

Таблица 1 – Паспортные данные уличных светодиодных светильников

	Street-100 Eco	Gemera-100	SL-96
			
Потребляемая мощность, Вт	95	100	80
Общий световой поток, лм	12900	13800	17600
Количество светодиодов, шт.	240	520	96
Степень защиты	IP 65	IP 67	IP 65
Габаритные размеры светильника (ДхШхВ), мм	455 × 166 × 146	835 × 85 × 75	660 × 220 × 140



1 – светильник, 2 – боковая грань короба, 3 – окно для установки приборов контроля освещенности, 4 – источник электрической энергии 220 В, 50 Гц

Рисунок 1 – Упрощенная конструкция испытательного стенда

испытательного стенда. Светильники располагались на одной высоте от измерительного прибора, равной 800 мм. Для понимания конструкции стенда представлена фотография стенда на рисунке 2.

Для оценки энергоэффективности светильника проводилось измерение электрических параметров и светового потока. Измерение светового потока выполнялось двумя приборами аналоговым и цифровым. Все замеры проводились согласно ГОСТ № 16962.1 (при комнатной температуре 25.1°C, влажностью 45% с нормальными климатическими условиями) [14-15].

При замерах использовались следующие приборы: аналоговый люксметр Ю-116 № 001961 (сертификат о гос. поверке № 15334 от 14.06.2019 г.); цифровой люксметр ТКА-ПКМ-09 № 09-2078 (сертификат о зав. поверке от 18.02.2020 г.); цифровой мультиметр с термопарой UT70B; тепловизор Fluke Ti25 (Ts-015) № 2413600018. Замеры приборами производились в соответствии с методами, которые описаны в инструкции по их эксплуатации.

Первоначально были проведены предвари-

тельные исследования по выбору светильников с одинаковыми параметрами по отношению освещенности к потребляемой мощности, всего было исследовано 100 светильников и отобраны два. Все измерения проводились в сертифицированной лаборатории с использованием прецизионных приборов, прошедших обязательную поверку. Выбранные светильники имеют наиболее близкие параметры и взяты как эталон для оценки параметров других светильников. Данный метод позволяет упростить оценку качественных параметров светового потока светодиодных светильников и упростить контроль их качества, а также вести предварительную оценку их эффективности.

Определение освещенности СПСН различных производителей. Используя испытательный стенд, были получены зависимости освещенности от времени, представленные на рисунке 3. Момент включения светильника соответствует на графике 0 минутам.

Как видно из рисунка 3, наибольшее значение освещенности соответствует Street 100 Eco фирмы GL, на втором месте SL-96 и на последнем месте Gemera-100. Разница между наилучшим и наи-



Рисунок 2 – Фотография стенда

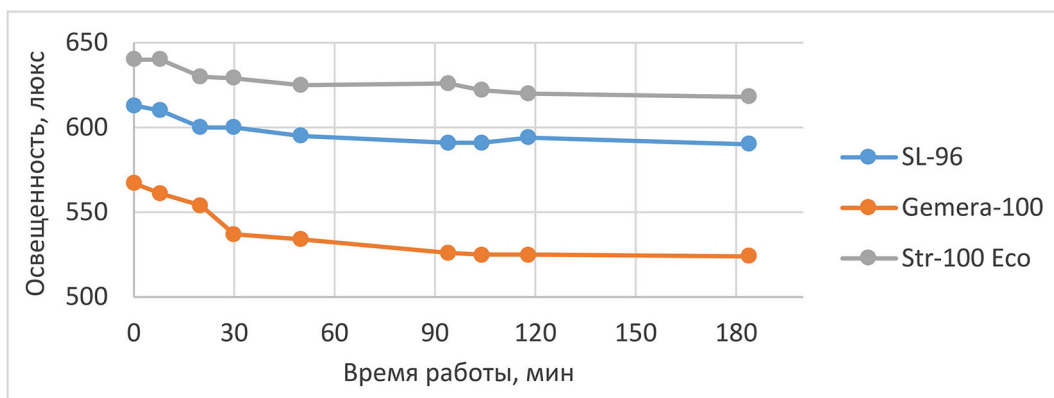


Рисунок 3 – Зависимость изменения освещенности СПСН различных производителей от времени в процессе их работы

худшим результатами составила 17,94%. Выход в стационарный режим происходит по истечении 1,5 ч.

При этом потребляемая мощность ламп различна (таблица 2). Наибольшее значение у SL-96, что является недолгим результатом.

Для удобства интерпретации данных информация, представленная в таблице 2, была пересчитана в удельную потребляемую мощность как отношение потребляемой мощности к площади осветительной панели лампы. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что удельная потребляемая мощность светильников достаточно сильно различается у разных производителей. В связи с этим необходимо определить энергоэффективность светильника как отношение освещенности к потребляемой мощности. Чем выше это значение, тем более эффективным будет светильник. На рисунке 5 представлен результат расчета энергоэффективности светильников.

Таким образом, из диаграммы видно, что наиболее энергоэффективным светильником является

Таблица 2 – Определенные в экспериментах мощности ламп различных производителей

Лампа	Мощность, Вт
SL-96	122,4
Gemera-100	95,39
Street-100 Eco	99,3

ся Street-100 Eco.

С другой стороны, эффективность светильника можно оценивать по удельной энергоэффективности, которая определяется как отношение освещенности светильником одной единицы площади на единицу потребляемой мощности. На рисунке 6 представлены результаты расчета удельной энергоэффективности светильников.

Из рисунка видно, что по удельной энергоэффективности светильник Gemera-100 лучше остальных. Однако необходимо отметить, что создаваемая ею освещенность на 17,94% ниже максимально достигнутого значения освещенно-

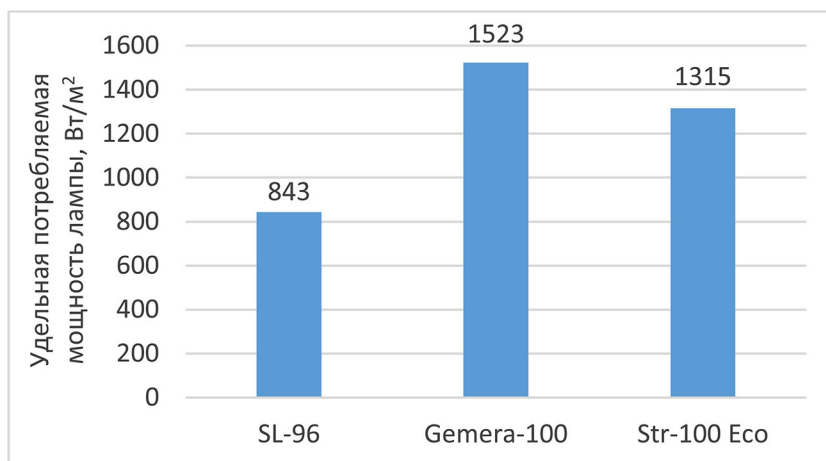


Рисунок 4 – Удельная потребляемая мощность ламп

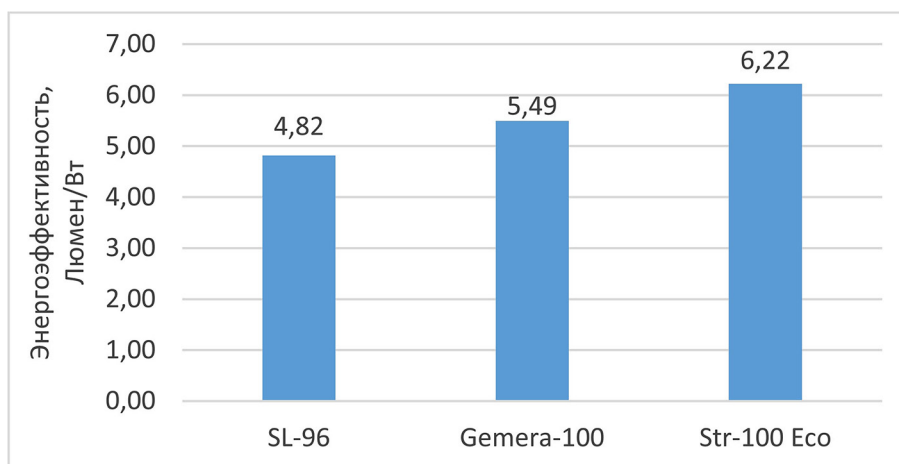


Рисунок 5 – Энергоэффективность исследуемых светильников

сти среди протестированных ламп, что означает необходимость расчета требуемого количества ламп для соответствия минимально необходимому уровню освещенности и проведение экономической оценки – закупка ламп в большем количестве с меньшей освещенностью или закупка ламп с более высокой освещенностью, но с меньшим количеством. Данный расчет выходит за рамки текущей статьи, что обусловлено различными вариантами применения таких ламп и, соответственно, различным условиям минимальной освещенности и большой вариативности расчетов [15]. У SL паспортные данные были занижены, световой поток оказался выше за счет использования более мощных диодов и, как следствие, мощность всего светильника выше, что делает SL менее энергоэффективным.

Рассмотрим в дальнейшем только светильник Street-100 Eco.

Электротехнические параметры ламп

Street-100 Eco и оценка энергоэффективности лампы. Предлагается для оценки лампы использовать следующее выражение для определения введенного множителя K :

$$K = \frac{\eta}{E_v},$$

где η – световая отдача, которая для лампы Street-100 Eco составляет 119.09 Лм/Вт;

E_v – освещенность полученная от закрепленного источника света в определенной точке на постоянном расстоянии (Лк).

Анализ формулы позволяет сделать следующий вывод: один из двух светильников будет более энергоэффективен по сравнению с другим при схожей освещенности, если его множитель K имеет максимальное значение.

На рисунке 7 представлена зависимость температуры светильника от времени его работы.

В соответствии с графиком рисунка 7, спустя

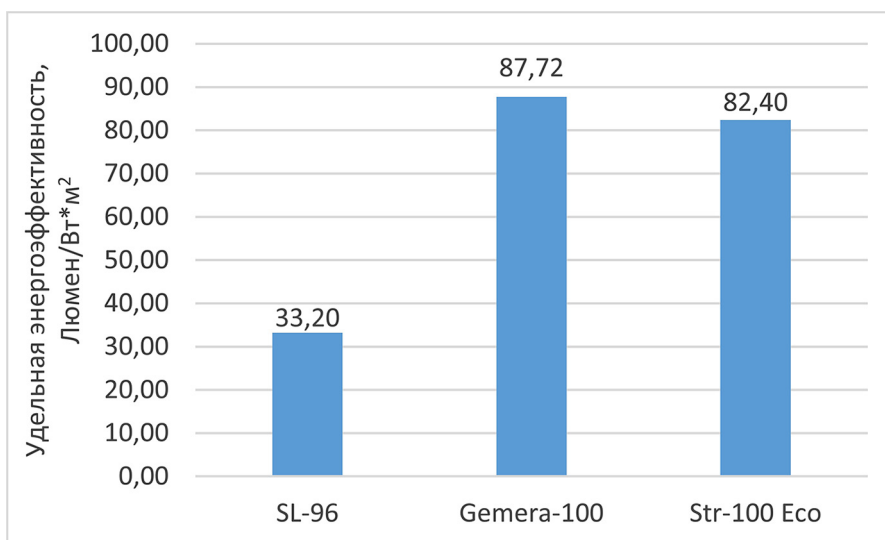


Рисунок 6 – Удельная энергоэффективность светильников

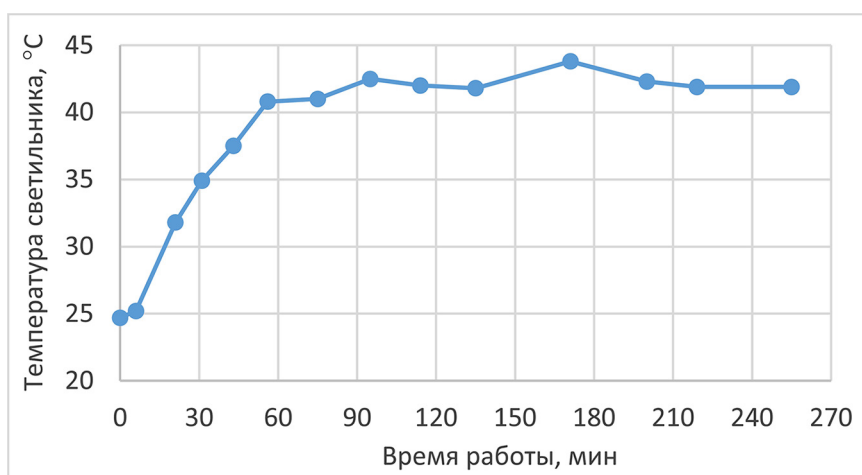


Рисунок 7 – Нагрев светильника при работе

1,5 часа температуру светильника можно считать постоянной – светильник вышел на свой рабочий режим, что соответствует графику зависимости светового потока от времени. Стоит отметить, что с увеличением рабочей температуры существенно снижается срок службы светильника, что обусловлено деградацией кристалла. Поэтому снижение рабочей температуры светильника является актуальной задачей. Чем эффективней будет охлаждение, тем больше прослужит светильник, что особенно важно в странах с повышенной температурой или в летний день на солнце в странах с умеренным климатом [14, 15]. Разработка, например, радиаторов со специальной формой, позволяет снизить рабочую температуру.

Для исследования были отобраны два светильника Street-100 Eco с близким соотношением светового потока к потребляемой мощности в результате анализа в аккредитованной лаборатории, которая составила для первого светильника 119,09 Лм/Вт и для второго светильника 117,4 Лм/Вт.

Из таблицы 3 видно, что в процессе работы множитель K каждого светильника увеличивает-

ся, что может показаться странным. Однако, как было выше указано, множитель K можно оценивать со схожей освещенностью. Именно освещенность у нас изменяется в процессе работы светильника. Вследствие изменения освещенности, у нас изменяется и множитель K . Изменение составляет 7,16 и 4,29%, чего вполне достаточно для экспресс-метода оценки энергоэффективности светильника как в первоначальный момент включения, так и для оценки в процессе его работы спустя некоторый промежуток времени.

Выводы. В статье для разработки алгоритма оценки светового потока в светотехнической лаборатории были исследованы светодиодные светильники трех производителей. Были определены показатели энергоэффективности светильников, что в итоге позволило авторам работы предложить свой экспресс-метод оценки энергоэффективности светильников. Предложенная методика предполагает быструю и относительно простую оценку необходимых параметров и может быть широко внедрена на потребительском рынке разных стран СНГ, в том числе – на рынке Казахстана.

Таблица 3 – Освещенность образцов светильников и расчет характеристик

		Освещенность, Лк		Множитель K		
		В начальный момент времени	Спустя 1,5 ч работы	В начальный момент времени	Спустя 1,5 ч работы	Изменение, %
Номер светильника	№1	640	620	0,1816	0,1946	7,16
	№2	602	588	0,1914	0,1996	4,29

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Hong G.W. and Abe N. (2012) Modeling and optimizing a sub-centralized LED lamps provision system for rural communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16 (7). 4616-4628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.009>
- Khorasanizadeh H., Parkkinen J., Parthiban R. and Moore J.D. (2015) Energy and economic benefits of LED adoption in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 49. 629-637. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.112>
- Wang Q., Zhang J., Hu R. and Shao Y. (2011) Automatic two axes sun-tracking system applied to photovoltaic system for LED street light. *Applied Mechanics and Materials*. 43. 17-20. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.43.17>
- Zajac P. and Przybylek G. (2020) Lighting lamps in recreational areas – Damage and prevention, testing and modelling. *Engineering Failure Analysis*. 115. 104693. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104693>
- Islam G., Darbayeva E., Rymbaev Z., Dikhanbayeva D and Rojas-Solorzano L. (2019) Switching-off conventional lighting system and turning-on LED lamps in Kazakhstan: A techno-economic assessment. *Sustainable Cities and Society*. 51. 101790. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101790>
- Сухова Ю.В. (2017) Освещение парковых зон светильниками с автономным питанием // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 12 (1). 192-195. <https://cyberleninka.ru/article/n/osveschenie-parkovyh-zon-svetilnikami-s-avtonomnym-pitaniem>
- Производственное светотехническое объединение / [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alb.ru/articles/dimming> (дата обращения 04.09.20).
- Shashlov A. B. et.al. *Osnovy svetotekhniki. Uchebnik*. 2015. Logos. 272 p. <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook322/01/part-001.htm>
- Elvik R. (1995) Meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure. *Transportation research record*. 1485. 112-123. <https://trid.trb.org/view/451827>
- Wanvik P. (2009) Effects of road lighting: an analysis based on Dutch accident statistics 1987-2006. *Accident analysis and prevention*. 41 (1). 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.003>
- American Association of State Highway and Transportation Officials., *Highway safety manual*. 1st ed., 2010. [Online]. Available: <http://aP.knovel.com/hotlink/toc/id: kpHSM00002/highway-safety-manual/highway-safety-manual>. [Accessed 22.06.2017].

12. Liping G., Marjukka E. and Halonen L. (2007) Luminance monitoring and optimization of luminance metering in intelligent road lighting control systems. *Ingenieria Illuminatului*. 24-40. <http://lib.tkk.fi/Diss/2008/isbn9789512296200/article5.pdf>
13. Sun F., Zhuo X., Fang Q. and Xie J. Experimental study of light intensity variation of LED lamp with flicker and statistical characteristics. *Optik*. 2019. 193. 163023. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.163023>
14. Hao J., Ke H.L., Sun R.T., Sun Q. and Jing L. (2019) Analysis of the reliability of LED lamps during accelerated thermal aging test by online method. *Optik*. 178. P. 1045-1050. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.09.131>
15. Souza D.F., Silva P.P., Fontenele L.F., Barbosa G.D. and Oliveira Jesus M. (2019) Efficiency, quality, and environmental impacts: A comparative study of residential artificial lighting. *Energy Reports*. 5. 409-424. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.03.009>

Жарықдиодты шамдардың жарық ағынын сапалы бағалаудың жеңілдетілген әдісі

^{1*}**КАЮМОВ Дамир Ирекович**, докторант, damir_kayumov@mail.ru,

¹**БУЛАТБАЕВ Феликс Назымович**, т.ғ.к., декан, felix4965@mail.ru,

²**КАЮМОВА Ильмира Ирековна**, аға оқытушы, damir_kayumov@mail.ru,

¹**НЕШИНА Елена Геннадьевна**, т.ғ.к., кафедра меңгерушісі, 1_neg@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²«Қазақмыс» корпорациясының Политехникалық колледжі» жеке мекемесі, Қазақстан, Балқаш, Абай көшесі, 36,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Street-100 Eco, Gemera-100 және SL-96 көше шамдарының мысалында энергия тиімділігінің негізгі шамаларын анықтау үшін жарықдиодты шамдарды талдаудың өзіндік экспресс-әдістемесі қарастырылады. Авторлар соңғы онжылдықта жаһандық ауқымда жарықтандыру мақсатында жарықдиодты өнімдерді талдады. Зерттеулер жүргізу кезінде жарық сәулесінің геометриясының диодты торлы спектрометрдің диффузиялық жарықпен өткізу қабілеттілігінің сипаттамаларына әсері ескерілді. Жүргізілген жұмысты талдаудың толықтығы авторларға факторларды шығаруға және жарық ағынын жеңілдетілген есептеу формуласын ұсынуға мүмкіндік береді. Зерттеу үшін зертханалық стенд жасалып, жарықтандырудың уақытқа тәуелділіктері алынды. Бұл әдістеме қазақстандық тұтыну нарығының жарықдиодты өнімдерінің қажеттіліктерін ескере отырып әзірленді, мұнда сатып алушы тарапынан өнімнің сапасын қымбат жабдықта ауыртпалықсыз бақылау және бастапқы бағалауды қысқа мерзімде жүргізуге мүмкіндік беру қажеттілігі туындайды.

Кілт сөздер: LED, жарықдиодты шамдар, сапалы бағалау, жарық ағыны, жарық көзі, электрлік параметрлер, жарық.

A Simplified Method for the Qualitative Assessment of the Luminous Flux of Led Lamps

^{1*}**KAYUMOV Damir**, Doctoral Student, damir_kayumov@mail.ru,

¹**BULATBAEV Felix**, Cand. of Tech. Sci., Dean, felix4965@mail.ru,

²**KAYUMOVA Ilmira**, Senior Lecturer, damir_kayumov@mail.ru,

¹**NESHINA Yelena**, Cand. of Tech. Sci., Head of Department, 1_neg@mail.ru,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Private Institution «Polytechnic College of Corporation «Kazakhmys», Kazakhstan, Balkhash, Abay Street, 36,

*corresponding author.

Abstract. An original express method of analysis of LED lamps to determine the main values of their energy efficiency is considered on the example of street lamps Street-100 Eco, Gemera-100 and SL-96. During the research, the influence of the geometry of the illumination beam on the characteristics of scattered light and the bandwidth of a diode array spectrometer was taken into account. The authors analyzed LED products for lighting purposes on a global scale over the past decade. The completeness of the analysis of the work carried out allows the authors to derive multipliers and propose a formula for a simplified calculation of the luminous flux. For the study, a laboratory stand was created, and the dependences of illumination on time were obtained. This methodology was developed taking into account the needs of the Kazakhstani consumer market of LED products for lighting purposes, where there is a need for product quality control on the buyer's side, without burdening him with expensive equipment and allowing for an initial assessment in the shortest possible time.

Keywords: LED, LED lamps, qualitative assessment, luminous flux, light source, electrical parameters, illumination.

REFERENCES

1. Hong G.W. and Abe N. (2012) Modeling and optimizing a sub-centralized LED lamps provision system for rural communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16 (7). 4616-4628. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.009>
2. Khorasanizadeh H., Parkkinen J., Parthiban R. and Moore J.D. (2015) Energy and economic benefits of LED adoption in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 49. 629-637. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.112>
3. Wang Q., Zhang J., Hu R. and Shao Y. (2011) Automatic two axes sun-tracking system applied to photovoltaic system for LED street light. *Applied Mechanics and Materials*. 43. 17-20. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.43.17>
4. Zajac P. and Przybylek G. (2020) Lighting lamps in recreational areas – Damage and prevention, testing and modelling. *Engineering Failure Analysis*. 115. 104693. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104693>
5. Islam G., Darbayeva E., Rymbaev Z., Dikhanbayeva D and Rojas-Solorzano L. (2019) Switching-off conventional lighting system and turning-on LED lamps in Kazakhstan: A techno-economic assessment. *Sustainable Cities and Society*. 51. 101790. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101790>
6. Sukhova Yu.V. (2017) Lighting of park areas with lamps with autonomous power supply // *News of TUSU. Technical sciences*. 12 (1). 192-195. <https://cyberleninka.ru/article/n/osveschenie-parkovyh-zon-svetilnikami-s-avtonomnym-pitaniem>
7. Production lighting association/[Electronic resource]. URL: <http://www.alb.ru/articles/dimming> (accessed 04.09.20).
8. Shashlov A. B. et.al. *Osnovy svetotekhniki. Uchebnik*. 2015. Logos. 272 p. <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook322/01/part-001.htm>
9. Elvik R. (1995) Meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure. *Transportation research record*. 1485. 112-123. <https://trid.trb.org/view/451827>
10. Wanvik P. (2009) Effects of road lighting: an analysis based on Dutch accident statistics 1987-2006. *Accident analysis and prevention*. 41 (1). 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.003>
11. American Association of State Highway and Transportation Officials., *Highway safety manual*. 1st ed., 2010. [Online]. Available: <http://aP.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHSM00002/highway-safety-manual/highway-safety-manual>. [Accessed 22.06.2017].
12. Liping G., Marjukka E. and Halonen L. (2007) Luminance monitoring and optimization of luminance metering in intelligent road lighting control systems. *Ingenieria llluminatului*. 24-40. <http://lib.tkk.fi/Diss/2008/isbn9789512296200/article5.pdf>
13. Sun F., Zhuo X., Fang Q. and Xie J. Experimental study of light intensity variation of LED lamp with flicker and statistical characteristics. *Optik*. 2019. 193. 163023. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.163023>
14. Hao J., Ke H.L., Sun R.T., Sun Q. and Jing L. (2019) Analysis of the reliability of LED lamps during accelerated thermal aging test by online method. *Optik*. 178. P. 1045-1050. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.09.131>
15. Souza D.F., Silva P.P., Fontenele L.F., Barbosa G.D. and Oliveira Jesus M. (2019) Efficiency, quality, and environmental impacts: A comparative study of residential artificial lighting. *Energy Reports*. 5. 409-424. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.03.009>