

Научная статья  
УДК 621.516  
doi: 10.28983/asj.y2023i7pp106-111

**Оценка степени влияния различных видов источника света на уровень выходного сигнала датчика освещённости при его работе по отражённому сигналу**

**Анатолий Александрович Анашкин<sup>1</sup>, Антон Анатольевич Анашкин<sup>1</sup>, Геннадий Григорьевич Угаров<sup>2</sup>, Сергей Мударисович Бакиров<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ООО «КБ СпецПроект», г. Москва, Россия.

<sup>2</sup>Камышинский технологический институт ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоградская обл., г. Камышин, Россия.

<sup>3</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

<sup>2</sup>ФГБНУ «РосНИИПМ», Ростовская обл., г. Новочеркасск, Россия.

e-mail: s.m.bakirov@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены требования к характеристикам датчиков освещённости, при их использовании в составе системы автоматического управления светодиодными светильниками, в том числе варианты их пространственного расположения по отношению к рабочей поверхности. Представлены результаты экспериментальных исследований степени влияния вида источника света на выходной сигнал датчика освещённости при его работе по отражённому сигналу. Изложена методика, позволяющая минимизировать влияние вида источника света на выходной сигнал датчика освещённости при его работе по отражённому от рабочей поверхности сигналу. Приведён пример практического использования данной методики в составе действующей системы автоматического управления.

**Ключевые слова:** экономия электропотребления; источник света; датчик освещённости; рабочая поверхность; спектральная характеристика; коэффициент нормирования; система автоматического управления.

**Для цитирования:** Анашкин А. А., Анашкин А. А., Угаров Г. Г., Бакиров С. М. Оценка степени влияния различных видов источника света на уровень выходного сигнала датчика освещённости при его работе по отражённому сигналу // Аграрный научный журнал. 2023. № 7. С. 106–111. [http: 10.28983/asj.y2023i7pp106-111](http://10.28983/asj.y2023i7pp106-111).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

**Evaluation of the degree of influence of different types of light source on the level of the output signal of the light sensor when its work on the reflected signal**

**Anatoly A. Anashkin<sup>1</sup>, Anton A. Anashkin<sup>1</sup>, Gennady G. Ugarov<sup>2</sup>, Sergey M. Bakirov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ООО KB SpetsProekt, Moscow, Russia.

<sup>2</sup>Kamyshin Institute of Technology, Volgograd State Technical University, Volgograd region, Kamyshin, Russia.

<sup>3</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia.

e-mail: s.m.bakirov@mail.ru

**Abstract.** The article considers the requirements for the characteristics of light sensors when they are used as part of an automatic control system for LED lamps, including options for their spatial arrangement in relation to the working surface. The results of experimental studies of the degree of influence of the type of light source on the output signal of the light sensor during its operation on the reflected signal are presented. A technique is described that allows minimizing the influence of the type of light source on the output signal of the light sensor when it operates on the signal reflected from the working surface. An example of the practical use of this technique as part of an existing automatic control system is given.

**Keywords:** saving power consumption; light source; light sensor; working surface; spectral characteristic; normalization coefficient; automatic control system.

**For citation:** Anashkin A. A., Anashkin A. A., Ugarov G. G., Bakirov S. M. Evaluation of the degree of influence of different types of light source on the level of the output signal of the light sensor when its work on the reflected signal // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(7): 106–111. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i7pp106-111](http://10.28983/asj.y2023i7pp106-111).



**Введение.** Современные системы освещения имеют в составе микропроцессорные устройства управления, позволяющие выполнять различные задачи по энергосбережению, продолжительности освещения, поддержанию требуемой освещенности и т.п. [1–4]. Известно, что управление искусственным освещением в помещениях с доступом естественного солнечного света задается нормой освещенности. Однако при создании систем автоматического управления датчики освещенности по-разному реагируют на фоновую освещенность, создаваемую на рабочей поверхности. Например, если сравнить влияние на датчик освещенности действие естественного солнечного излучения и излучения лампы накаливания, при создании одной и той же освещенности, датчиком будет генерироваться разная величина выходного сигнала, обусловленная разным спектральным составом источников излучения, что в дальнейшем определяет неточное регулирование искусственной системы освещения.

Цель исследования - выявить степень влияния различного вида источников фонового освещения на эффективность стабилизации средствами системы автоматического управления заданного значения освещенности рабочей поверхности, а также разработать методику, позволяющую минимизировать влияние дестабилизирующих факторов в виде фонового освещения на работоспособность системы управления.

**Методика исследований.** Существует большое разнообразие по техническим характеристикам и конструктивному исполнению устройств, осуществляющих преобразование освещенности рабочей поверхности (РП) в электрический сигнал. Однако применение данных устройств в составе систем автоматического управления освещением сопряжено с выполнением определенных требований.

Первоочередным является требование к спектральной характеристике датчиков освещенности (ДОС), график которой должен максимально близко совпадать с графиком относительной спектральной чувствительности глаза, изображенной на рис. 1 (международное обозначение CIE), принятой в 1924 г. Международной комиссией по освещенности МКО в качестве нормативного требования к средствам измерения освещенности, в том числе, всем портативным люксметрам [5, 6].

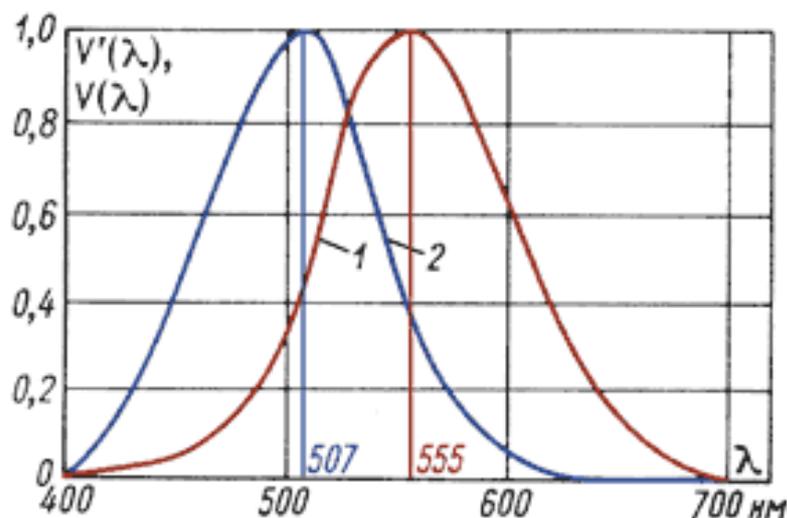


Рис. 1. Относительная спектральная чувствительность глаза: 1 – дневное зрение; 2 – ночное зрение

Таким образом, требование к спектральным характеристикам ДОС, входящего в состав системы автоматического управления (САУ) люксметра, используемого в качестве контрольного измерительного средства, должно быть первоочередным, как при проведении экспериментальных исследований по оценке влияния различных видов источников света на выходной сигнал ДОС, так и при разработке САУ светодиодным освещением.

В соответствии с [5, 6] при проведении экспериментальных исследований по оценке влияния различных видов источников света на выходной сигнал ДОС в составе САУ использован фотодатчик модели SFH5711-2/3-Z [7], а в качестве контрольного измерительного средства использован люксметр модели DT-8809A [8].



Обозначим коэффициент преобразования показаний люксметра  $K_{пр}$  как уровень выходного сигнала ДОС

$$K_{пр} = \frac{L}{U_{дос}}, \quad (1)$$

где  $L$  – показания люксметра, лк;  $U_{дос}$  – уровень выходного сигнала ДОС, мВ.

Отметим, что удовлетворение выбранных для проведения исследований средств измерения освещенности нормативным требованиям, приведенным в [5, 6], обеспечивает неизменность численного значения  $K_{пр}$  при создании на РП источниками света с различными спектральными характеристиками одного и того же по показаниям люксметра значения освещенности.

Существенное значение при проведении экспериментальных исследований по оценке влияния различных видов источников света на выходной сигнал ДОС имеет вариант размещения ДОС. На практике используются два варианта размещения ДОС. В первом варианте ДОС размещается на РП, во втором варианте ДОС размещается на корпусе светильника. При использовании первого варианта при работе ДОС осуществляется преобразование прямого светового потока. При использовании второго варианта – при работе ДОС осуществляется преобразование отражённого от РП светового потока. Первый вариант является более дорогим. Однако второй вариант имеет особенности в приеме и обработке отражённого от РП светового потока. При этом освещённость РП имеет нелинейную обратно-квадратичную зависимость от высоты подвеса осветительного прибора.

Рассмотрим более сложный в программной обработке вариант, при котором ДОС размещен на корпусе светильника.

Помещение для проведения исследований оснащено светонепроницаемыми шторами, позволяющими изменять освещённость РП, создаваемую потоком солнечного света, от нулевого до максимально возможного для данного помещения значения, при отсутствии других источников света. В качестве источников света при проведении экспериментальных исследований использовались следующие наиболее распространённые виды: светодиодный светильник, лампа накаливания, люминесцентный светильник и естественный источник солнечного света. Управление яркостью светодиодного светильника осуществлялось системой дистанционного управления (СДУ-СВ) производства ООО «КБ СпецПроект», а входящий в её состав контроллер КТР-СВ с встроенным датчиком ДОС закреплен на корпусе светодиодного светильника. Расстояние от ДОС до РП было установлено равным 2,3 м. Управление яркостью ламп накаливания и компактных люминесцентных ламп осуществлялось выборочным подключением необходимого количества ламп к питающей сети. Дозирование освещения РП солнечным светом осуществлялось изменением положения светонепроницаемых штор.

В качестве РП использована панель размером 1,5x1,5 м, размещение которой обеспечивало освещение её лицевой поверхности световым потоком любого из используемых в экспериментальных исследованиях источников света. Люксметр закреплён на лицевой части панели для фиксирования выходного сигнала ДОС использован вольтметр постоянного напряжения, подключённый к технологическому разъёму контроллера КТР-СВ системы управления СДУ-СВ.

Оценка влияния различных видов источника света на выходной сигнал ДОС проводилась поочередно для каждого источника света. Для этого путем изменения яркости источника света, ориентируясь на показания люксметра, на РП устанавливалось значение освещенности, после чего по показаниям вольтметра определялось значение выходного сигнала ДОС. Описанные действия повторялись для остальных значений освещенности в пределах выбранного диапазона исследования, принятого равным 0...200 лк.

На рис. 2 приведены зависимости уровня выходного сигнала ДОС от освещенности РП для различных источников света. Из рисунка 2 следует, что коэффициент преобразования показаний люксметра в уровень выходного сигнала датчика освещенности ДОС, приведённый в выражении (1), имеет различное значение для различных источников света. При этом освещенность РП по показаниям люксметра остаётся неизменной. Например, при освещенности РП, равной



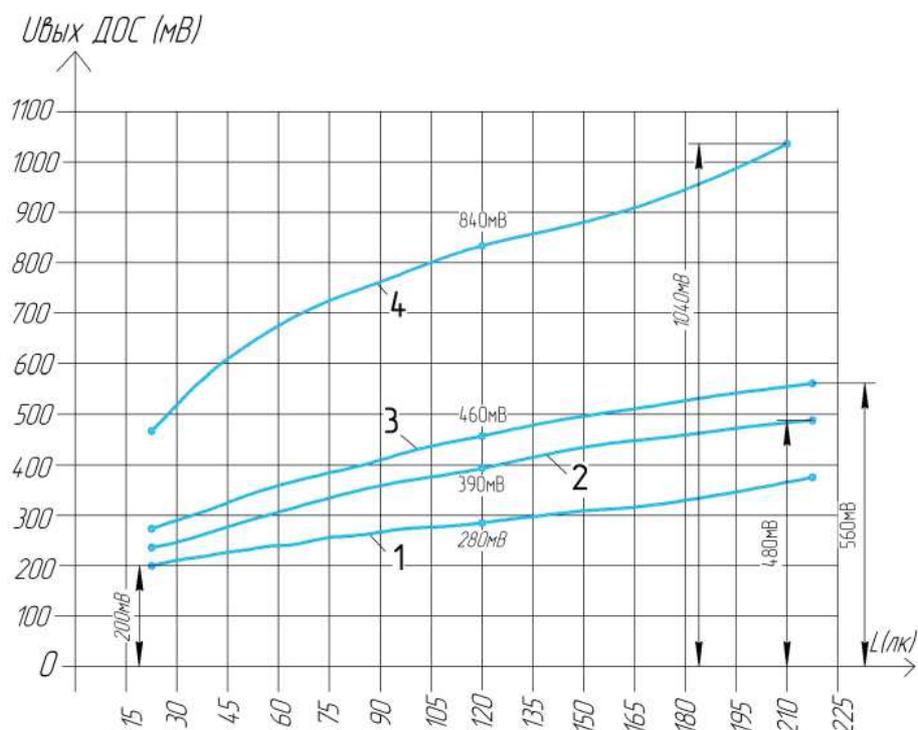


Рис. 2. Графическая зависимость уровня выходного сигнала датчика ДОС (размещён на корпусе светильника) от освещенности РП при воздействии на неё различных источников света:  
 1 – светодиодный источник света; 2 – источник света в виде лампы накаливания;  
 3 – люминесцентный источник света; 4 – естественный источник солнечного света

120 лк, выходной сигнал ДОС при воздействии на РП светодиодного источника света имеет значение 280 мВ, а при воздействии лампы накаливания – 390 мВ, при воздействии люминесцентной лампы – 450 мВ, при воздействии солнечного света – 840 мВ.

Исходя из того, что выбранные для проведения исследований средства измерения освещенности соответствуют нормативным требованиям, отличие между собой спектральных характеристик различных видов источников света не может быть причиной того, что численное значение  $K_{пр}$ , при неизменных показаниях люксметра, принимает разные числовые значения для различных видов источников света. Причина может заключаться в специфике измерения освещенности РП по отражённому сигналу. Для проверки данного предположения проведены дополнительные эксперименты, в ходе которых построены зависимости выходного сигнала ДОС от освещенности РП, при размещении ДОС на лицевой стороне панели, рядом с люксметром (рис. 3).

Из рис. 3 следует, что при воздействии на РП различных видов источника света  $K_{пр}$  изменяется незначительно, что является подтверждением предположения о влиянии места размещения ДОС при воздействии на РП различных видов источников света.

**Результаты исследований.** Для снижения влияния фоновых источников света на эффективность стабилизации освещенности РП посредством САУ разработана методика нормирования выходного сигнала ДОС при воздействии на РП фонового источника света по отношению к выходному сигналу ДОС при воздействии на РП светодиодного светильника, управляемого САУ.

Согласно методике на этапе настройки САУ определяется графическая зависимость выходного сигнала ДОС от освещенности РП, создаваемой светодиодным светильником. Высота подвеса светильника устанавливается в соответствии с техническим заданием заказчика. После этого с помощью фонового источника света создаётся максимальное значение освещенности РП в пределах указанного в техническом задании рабочего диапазона. Полученное по показаниям вольтметра значение выходного сигнала ДОС фонового светильника делится на минимальное значение выходного сигнала ДОС для светодиодного светильника. Результат деления является коэффициентом нормирования конкретного фонового источника света.



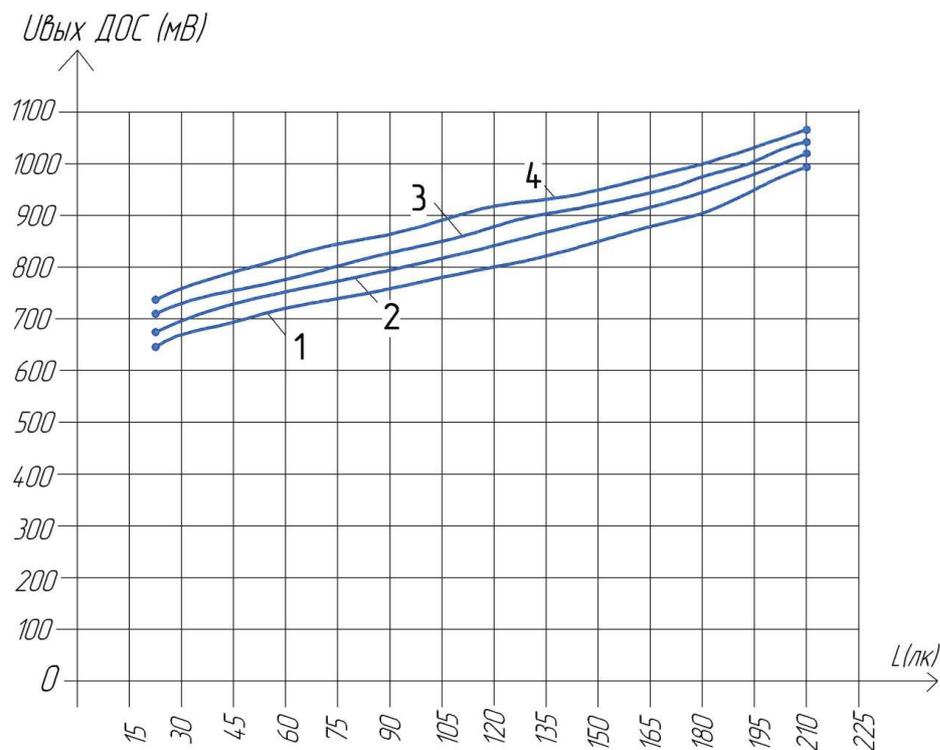


Рис. 3. Графическая зависимость уровня выходного сигнала датчика ДОС (размещён на РП вблизи с люксметром), от освещенности РП при воздействии на неё различных источников света: 1 – светодиодный источник света; 2 – источник света в виде ламп накаливания; 3 – люминесцентный источник света; 4 – источник солнечного света

Применительно к результатам эксперимента, коэффициент нормирования для фонового источника света в виде ламп накаливания  $K_{\text{н.ЛН}}$  (см. рис. 2) имеет вид

$$K_{\text{н.ЛН}} = \frac{U_{\text{ДОС-ЛНmax}}}{U_{\text{ДОС-СДmin}}}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{ДОС-ЛНmax}}$  – максимальное значение в рабочем диапазоне выходного сигнала ДОС для фонового источника света в виде ламп накаливания, мВ;  $U_{\text{ДОС-СДmin}}$  – минимальное значение в рабочем диапазоне выходного сигнала ДОС для светодиодного светильника, управляемого САУ, мВ.

Таким образом, согласно экспериментальным данным, приведённым на рис. 2, для  $U_{\text{ДОС-ЛНmax}} = 480$  мВ и  $U_{\text{ДОС-СДmin}} = 200$  мВ  $K_{\text{н.ЛН}} = 2,4$ .

Коэффициент нормирования  $K_{\text{н.ЛЛ}}$  для фонового люминесцентного источника света имеет вид

$$K_{\text{н.ЛЛ}} = \frac{U_{\text{ДОС-ЛЛmax}}}{U_{\text{ДОС-СДmin}}}, \quad (3)$$

где  $U_{\text{ДОС-ЛЛmax}}$  – максимальное значение в рабочем диапазоне выходного сигнала ДОС для фонового люминесцентного источника света, мВ.

Или согласно экспериментальным данным при  $U_{\text{ДОС-ЛЛmax}} = 560$  мВ –  $K_{\text{н.ЛЛ}} = 2,8$ .

Коэффициент нормирования  $K_{\text{н.СС}}$  для фонового источника света в виде солнечного излучения (см. рис. 2) имеет вид

$$K_{\text{н.СС}} = \frac{U_{\text{ДОС-ССmax}}}{U_{\text{ДОС-СДmin}}}, \quad (4)$$

где  $U_{\text{ДОС-ССmax}}$  – максимальное в рабочем диапазоне значение выходного сигнала ДОС для фонового источника света в виде солнечного света, мВ.

По экспериментальным данным для  $U_{\text{ДОС-ССmax}} = 1040$  мВ –  $K_{\text{н.СС}} = 2,8$ .

Эффективность методики нормирования выходного сигнала ДОС при воздействии на РП любого фонового источника света по отношению к выходному сигналу ДОС при воздействии



на РП светодиодного светильника экспериментально проверена в режиме автоматического поддержания системой САУ заданного значения освещенности РП при воздействии на неё различных фоновых источников света.

**Заключение.** В ходе экспериментальных исследований установлена зависимость влияния вида источника света на выходной сигнал датчика освещенности, установленного на корпусе светодиодного светильника, по отраженному от рабочей поверхности сигналу при неизменной освещенности.

Разработана методика нормирования выходного сигнала датчика освещенности, при воздействии на РП фонового источника света, по отношению к выходному сигналу датчика освещенности при воздействии на РП светодиодного источника света, позволяющая минимизировать влияние дестабилизирующих факторов в виде фоновых источников света на эффективность стабилизации заданного значения освещенности РП средствами САУ. В лабораторных условиях проверена сходимость теоретических и экспериментальных данных в составе системы дистанционного управления светодиодными светильниками СДУ-СВ на базе производства ООО «КБ СпецПроект».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pandharipande A., Caicedo D. Intelligent indoor lighting systems with luminaire-based sensors: a review of lighting control approaches // *Energy and Buildings*. 2015. Vol. 104. P. 369–377.
2. Simpson R.S. *Lighting control: technologies and applications*. Taylor & Francis, 2003.MLA.
3. Galasiu A.D. et al. Energy-saving lighting control systems for open-plan offices: a field study // *Leukos*. 2007. Vol. 4. No. 1. P. 7–29.
4. Комиссаров А. Светодиодный светильник AMASIS 2.0 под управлением интеллектуальной системой управления освещением // *Полупроводниковая светотехника*. 2019. № 4 (60). С. 74–75.
5. ГОСТ 8.332-2013. Световые измерения. Значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
6. Лейви А.Я., Шульгинов А.А. *Основы светотехники*. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. С. 4–13.
7. SFH5711 Лист данных (PDF) OSRAM GmbH. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/194271/OSRAM/SFH5711.html>.
8. Люксметр с режимом регистрации данных , модель DT-8809A. URL: [https://cem-instruments.ru/images/pdf/DT-8809A\\_eac.pdf](https://cem-instruments.ru/images/pdf/DT-8809A_eac.pdf).

#### REFERENCES

1. Pandharipande A., Caicedo D. Intelligent indoor lighting systems with luminaire-based sensors: a review of lighting control approaches. *Energy and Buildings*. 2015; 104: 369–377.
2. Simpson R.S. *Lighting control: technologies and applications*. Taylor & Francis, 2003.MLA.
3. Galasiu A.D. et al. Energy-saving lighting control systems for open-plan offices: a field study. *Leukos*. 2007; 4; 1: 7–29.
4. Komissarov A. LED lamp AMASIS 2.0 controlled by an intelligent lighting control system. *Semiconductor lighting technology*. 2019; 4 (60): 74–75. (In Russ.)
5. GOST 8.332-2013. Light measurements. Values of the relative spectral light efficiency of monochromatic radiation for daytime vision. General provisions. Moscow: Standartinform, 2014. 12 p.
6. Leyvi A.Ya., Shulginov A.A. *Fundamentals of lighting engineering*. Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU, 2016: 4–13. (In Russ.).
7. SFH5711 Datasheet (PDF) OSRAM GmbH. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/194271/OSRAM/SFH5711.html>.
8. Luxmeter with data logging mode, model DT-8809A. URL: [https://cem-instruments.ru/images/pdf/DT-8809A\\_eac.pdf](https://cem-instruments.ru/images/pdf/DT-8809A_eac.pdf).

*Статья поступила в редакцию 14.02.2023; одобрена после рецензирования 21.03.2023; принята к публикации 30.03.2023.*

*The article was submitted 14.02.2023; approved after reviewing 21.03.2023; accepted for publication 30.03.2023.*

