УДК 628.932.3 : 621.328

А.Г Литвинов [1,2] , Е.В. Билык [1]

[1] *ООО «Светодиодные Технологии Украина»*

[2] *Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова*

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ В ВУЗах

В статье рассмотрена математическая модель, возможная к применению в автоматизированной системе управления светодиодных осветительных систем для удержания освещенности на рабочих поверхностях в заданных пределах. Выбраны и обоснованы составные части аппаратно-программного комплекса управления освещением в данной ее части.

Ключевые слова: система управления, параметр, светодиод, светильник, мощность, датчик освещенности.

Постановка проблемы

Создание математических моделей и алгоритмов управления светодиодным освещением являются достаточно нетривиальным благодаря характеристикам светодиодов. Нелинейность вольтамперных характеристик (ВАХ) и уникальность световых (люмен-ватных) характеристик каждого светодиода, несмотря на жесткий отбор по параметрам, доставляют достаточное количество неприятных моментов разработчикам, как систем управления, так и производителям самих осветительных установок. При изготовлении источников питания светильников в большинстве случаев применяются компоненты с точностью соблюдения параметров ±5% и в очень редких случаях ±1%. Что же касается светодиодов или светодиодных матриц (COB), то стандартным для них является ±7% колебания светового потока [2]. Таким образом, при изготовлении управляемого комплекса освещения можем получить до 12 % ухода от заявленных параметров по световому потоку. А это выше пороговой чувствительности глаза в части определения яркости свечения светильников в 10% [3].

Для предотвращения этого и предлагается математическая модель системы управления освещением с обратной связью с несколькими датчиками освещенности.

Изложение основного материала

Предположим, имеем некий светильник с параметрами указанными в табл.1. А изменение светового потока светильника при его управлении на рис.1. Задача осветить с заданной освещенностью помещение с размерами длиной L= 5.3 м, шириной D=5.8 м, высотой H= 3.2 м.

Примем как основную версию то, что по предварительным расчетам для освещения данной

Таблица 1. Основные характеристики светильника

Наименование параметров	
Активна мощность потребления (P, Вт)	44,2
Коэффициент мощности (PF)	0,99
Полный коэффициент гармонических искажений тока (ITHD, %)	7,4
КПД блока питания (%)	92,0
Световой поток (F, лм)	3485
Световая отдача (E_v, лм/Вт)	78,8
Цветовая температура (CCT, K)	5787
Индекс цветопередачи (R_a)	73
Коэффициент пульсации светового потока (Кп, %)	4,3

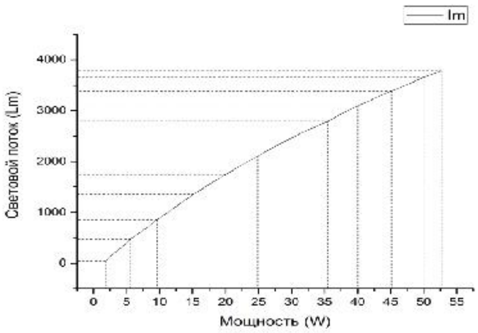

Рис.1. $\Phi = f(P)$ светильника

аудитории с освещенностью 500 лк. на рабочей поверхности в 0.8 м. от уровня пола, необходимо установить 9 светильников (рис.2) со световыми характеристиками (рис.3, 4)

Рис.2. Внешний вид светильника 595х595 мм

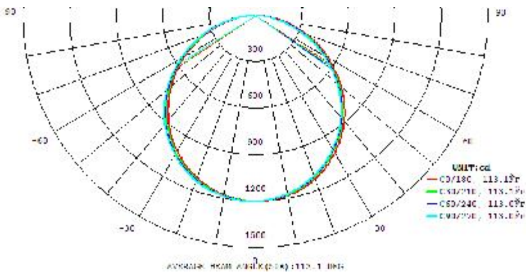

Рис.3. Кривые силы света светильника

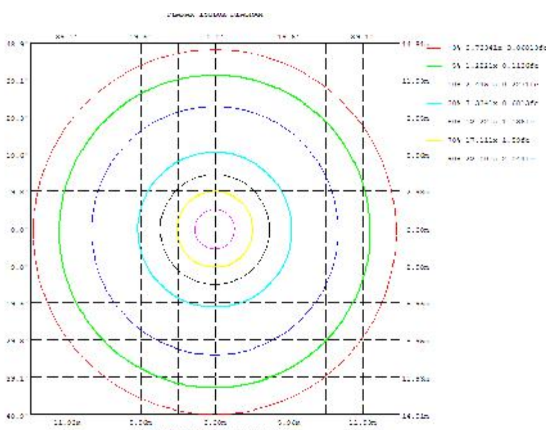

Рис.4. Планарная изолюксовая диаграмма

Расположение светильников в аудитории симметричное (рис. 5).

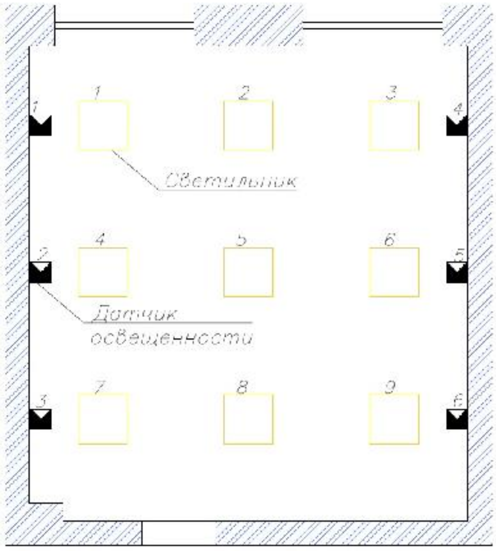

Рис.5. Эскиз аудитории

Предположим что, освещенность на одном рабочем месте под светильником *n* определяется таким выражением

$$E_{norm} = E_0 + E_{св(n)} \qquad (1)$$

где E_0 - естественная освещенность,

$E_{св(n)}$ - искусственная освещенность *n-го* рабочего места, создаваемая одним светильником определяемая следующей зависимостью рис.1.

$$E_{св(n)} = \frac{\Phi_{св(n)}}{S} = \frac{f(P_{св(n)})}{S}, \qquad (2)$$

где $\Phi_{св(n)}$ световой поток светильников;

$P_{св(n)}$ - мощность светильника установленного над рабочим местом площадью S.

Таким образом

$$E_{norm} = E_0 + \frac{f(P_{св(n)})}{S}, \qquad (3)$$

Допустим, что $P_{св(n)}$ есть функция от датчиков освещенности (рис.5). Тогда обратная связь по подаваемой мощности от освещенности датчиков можно представить следующим выражением

$$\begin{Bmatrix} P_{св(n)} = f(E_{Dk}) \\ E_{Dk} \to mE_{norm} \end{Bmatrix}, \qquad (4)$$

где E_{Dk} - освещенность *k-го* датчика,

m - коэффициент соответствия, зависящий от высоты установки датчика освещенности.

k – номер датчика в помещении.

Примем во внимание тот факт, что в модели освещенность под светильниками, где не установлены датчики, считается следующим образом.

$$\left\{\begin{aligned} E_{D14} &= \frac{1}{2}(E_{D1}+E_{D4}) \\ E_{D25} &= \frac{1}{2}(E_{D2}+E_{D5}) \\ E_{D36} &= \frac{1}{2}(E_{D3}+E_{D6}) \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

где E_{D14} - освещенность между первым и четвертым датчиками,

E_{D25} - освещенность между вторым и пятым датчиками,

E_{D36} - освещенность между третьим и шестым датчиками.

В результате получаем модель управления с обратной связью (3х3).

Следует учесть тот факт, что для обеспечения правильной работы датчиков необходимо ввести коррекцию переотражения от подвижных объектов (людей) а также контроль мощностей светильников 1,2,3 4,5,6 7,8,9 [6,7]

$$\left\{\begin{matrix} (P_{св(1)}-P_{св(2)});(P_{св(2)}-P_{св(3)});(P_{св(1)}-P_{св(3)}) \\ (P_{св(4)}-P_{св(5)});(P_{св(5)}-P_{св(6)});(P_{св(4)}-P_{св(6)}) \\ (P_{св(7)}-P_{св(8)});(P_{св(8)}-P_{св(9)});(P_{св(7)}-P_{св(9)}) \end{matrix}\right\}\Delta 10\%$$

$$E_0 \to 0 \qquad (6)$$

Выводы

В результате проведенной работы создана математическая модель управления освещением с обратной связью, позволяющая изменять освещенность на рабочих поверхностях в широких пределах мощностей управляемых светодиодных светильников при применении автоматизированных систем.

Литература

1. Cree XLamp® CXA3070 LED Datasheet http://www.cree.com/~/media/Files/Cree/LED-Components-and-Modules/XLamp/Data-and-Binning/ds-CXA3070.pdf

2. ДСТУ 2226-93 Автоматизированные системы термины и определения.

3. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

4. ДБН В.2.5-28-2006 Природне та штучне освітлення.

5. ДБН В.2.5-28:20ХХ Природне і штучне освітлення проект редакція друга.

6. H.R. Schifman SENSATION AND PERCEPTION An Integrated Approach (5 Ed.) / Ощущение и восприятие Х.Р Шиффман 5-е изд.-СПб.:Питер. 2003.-928с.:ил.

7. Peter H. Lindsay and Donald A. Norman Human Information Processing: Introduction to Psychology : (2 Ed.) Academic Press Inc.. 1977.-800 p.

References

1. Cree XLamp® CXA3070 LED Datasheet http://www.cree.com/~/media/Files/Cree/LED-Components-and-Modules/XLamp/Data-and-Binning/ds-CXA3070.pdf

2. State Standart DSTU 2226-93 Avtomatizirovannye sistemy terminy i opredelenija.

3. Ajzenberg Ju.B. Spravochnaja kniga po svetotehnike / Pod red. Ju.B. Ajzenberga. – M.: Znak, 2006. – 972 s.

4. State Standart budivel'ni normi DBN V.2.5-28-2006 Pryrodne ta shtuchne osvitlennja.

5. State Standart budivel'ni normi DBN V.2.5-28:20XX Pryrodne i shtuchne osvitlennja proekt redakcija druga.

6. H.R. Schifman SENSATION AND PERCEPTION An Integrated Approach (5 Ed.) / Oshhushhenie i vosprijatie H.R Shiffman 5-e izd.-SPb.:Piter. 2003.-928s.:il.

7. Peter H. Lindsay and Donald A. Norman Human Information Processing: Introduction to Psychology : (2 Ed.) Academic Press Inc.. 1977.-800 p.

Рецензент: Назаренко Леонид Андреевич

доктор технических наук, профессор зав.кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова

Автор: ЛИТВИНОВ Александр Григорьевич
технический директор ООО «Светодиодные технологии Украина»,
аспирант кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова
E-mail - alex7185047@gmail.com

Автор: БИЛЫК Елена Викторовна
инжинер ООО «Светодиодные технологии Украина»
E-mail – helen219002@ukr.net

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РЕГУЛЮВАННЯ ОСВІТЛЕНОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ АВТОМАТИЗОВАНИМИ СИСТЕМАМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ У Вузах

О.Г Литвинов, О.В. Білик

У статті розглянута математична модель, можлива до застосування в автоматизованій системі керування світлодіодних освітлювальних систем для втримання освітленості на робочих поверхнях у заданих межах. Обрані й обґрунтовані складові частини апаратно-програмного комплексу керування освітленням.

Ключові слова: *система керування, параметр, світлодіод, світильник, потужність, датчик освітленості.*

IMPLEMENTATION AND THE PARAMETER OPTIMIZATION OF THE AUTOMATIC SYSTEMS OF CONTROL BY LUMINANCE APPARATUSES IN UNIVERSITIES

O. Lytvynov, O. Bilyk

In article is considered mathematical model, to possible application in the automatic system of the control of LED luminance systems for the illumination confinement on acting surfaces in predetermined limits. Are chosen and justified the piece of the hardware-program complex of control by illumination.

The implementation of mathematical models and the algorithms of control LED illumination are fairly not trivial owing to the behaviors of emitting diodes. The nonlinearity of current-voltage behaviors (CURRENT-VOLTAGE CURVE) and uniqueness light (the lumen-watt) of the behaviors of every emitting diode, despite inflexible breeding as to performance, carry the sufficient quantity of unpleasant moments to designers, as of control systems, to so and the manufacturers of self luminance apparatuses. In the construction of the pover packs of illuminants in most cases are applied add-on with the accuracy of the observance of performance ±5% and in very less-common incidents ±1%. What touches emitting diodes or LED arrays (COB) that standard-scale for them is ±7% the oscillation of luminous flux [2]. Thus, in the construction of the controlled complex of illumination can receive till 12% drift from claimed performance as to luminous flux. And this above threshold sensitivity of eyelet in the frequent detection of the brightness of the glow of illuminants in 10% [3].

For preventing of this and is suggested the mathematical model of control system by illumination with feedback with the several generators of illumination.

As a result led operation is created the mathematical model of control by illumination with feedback allowing to change illumination on the acting surfaces over a wide range of powers of controlled LED illuminants in the application of automatic systems.

Key words: *Control system, parameter, emitting diode, illuminant, power, digital light sensor.*