



## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ОСВЕТИТЕЛНИ УРЕДБИ С ТРЪБНИ ЛУМИНЕСЦЕНТНИ ЛАМПИ ПРИ ДИМИРАНЕ

## RESEARCH OF ENERGY-CONSUMPTION ON LIGHTING INSTALLATIONS WITH FLUORESCENT LAMPS IN DIMMING MODE

**ас. д-р инж. Орлин Петров**  
Русенски университет „Ангел Кънчев”

**маг.инж. Садетин Басри**  
Русенски университет „Ангел Кънчев”

**маг.инж-диз. Теодор Кючуков**  
Русенски университет „Ангел Кънчев”

### Abstract

*There was made research of lighting installation on characterized administrative room. For lighting of the room there was used fluorescent lamps T5, controlled by dimmable electronic ballasts. The total installed power of the installation is 235 W.*

*There was made research on electricity consumption of luminaries depend to obtaining lighting flux. The resulting dependence is nonlinear function. Mathematical model is derived describing consumption on electricity power as a function of receiving light flow, when the installation was in dimming regime.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Приложението на съвременни системи за управление на светлинния поток на луминесцентни лампи разкрива нови възможности за реализиране на икономия на електрическа енергия и адекватно дозиране на необходимото количество светлина. Плавното регулиране на светлинния поток дава възможност за поддържане на една и съща стойност на конкретна експлоатационна осветеност във всеки един момент.

Оказва се, че зависимостта на светлинния поток във функция от консумираната електрическа мощност не е линейна зависимост.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследвано е електропотреблението на осветителна уредба с тръбни луминесцентни лампи с димируема електронна пусково-регулируваща апаратура (плавно управление на светлинния поток). Електронната апаратура използва цифровия протокол за управление Digital Addressable Lighting Interface (DALI).

Изследването е проведено в характерно административно помещение. Осветителната уредба се състои от 4 осветителя, с по 4 тръбни луминесцентни лампи T5 с мощност

14 W. Общата номинална (инсталирана) мощност на уредбата е  $P_n = 224$  W.

Лампите са димирани плавно в диапазона  $(0 \div 100\%) \Phi_n$  (където  $\Phi_n$  е номиналният светлинен поток на лампите).

Изследването е проведено в тъмната част от денонощието, за да бъде избегната грешката от наличието на дневно естествено осветление.

В табл. 1 са показани обобщените данни във връзка с изследването. По номиналните стойности на светлинния поток и мощността, съответно  $\Phi_n$  и  $P_n$ , са пресметнати съответните относителни стойности  $\Phi_{отн} = \Phi / \Phi_n$  и  $P_{отн} = P / P_n$ . Графичната интерпретация на функцията  $\Phi_{отн} = f(P_{отн})$  е показана на фиг. 1.

Установява се, че в основния диапазон на регулиране на светлинния поток  $(30 \div 90\%) \Phi_n$ , зависимостта е линейна. Потребената електрическа мощност обаче не съответства на излъчения светлинен поток. Така например при светлинен поток 50%  $\Phi_n$  консумираната мощност е около 58%  $P_n$ .

В ниския диапазон на регулиране  $(0 \div 30\%) \Phi_n$  малката промяната на светлинния поток води до голяма промяна на консумацията на електрическа мощност.

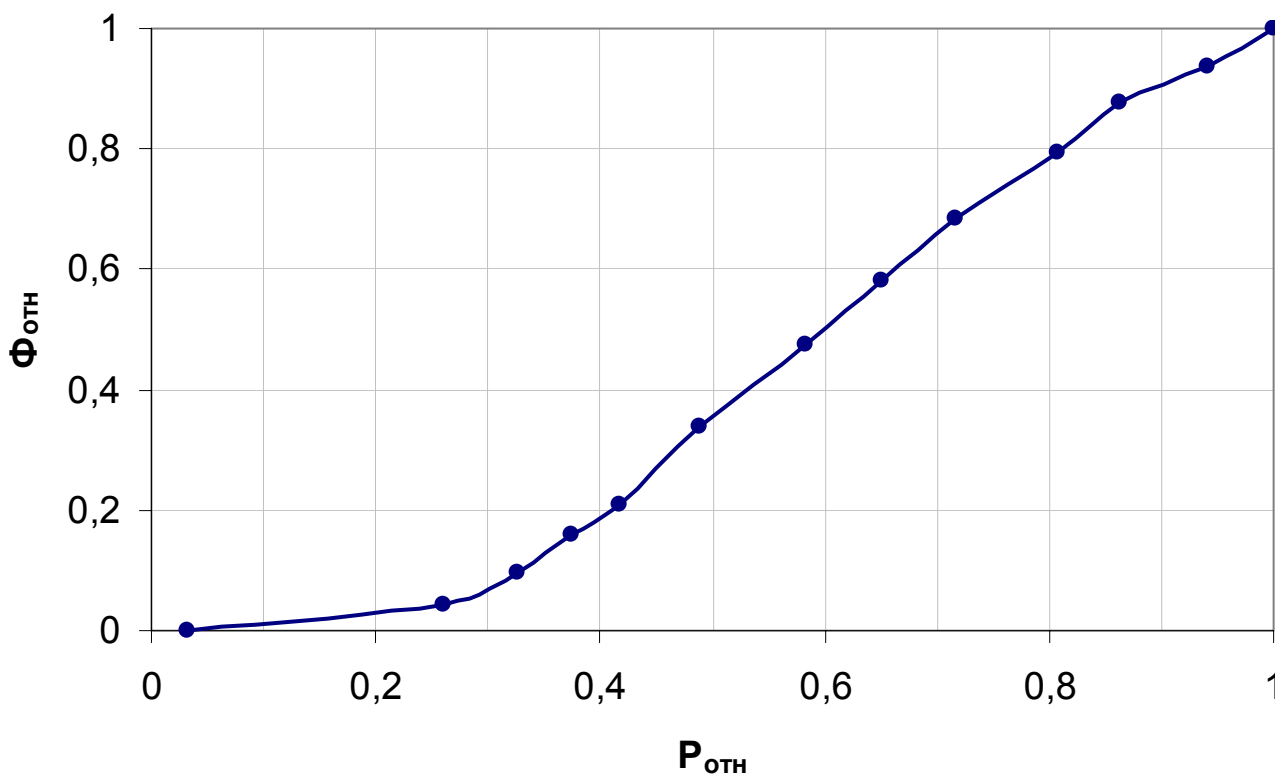
По получените резултати е изведен математичен модел на функцията  $\Phi_{отн} = f(P_{отн})$  съгласно формула (1). Адекватността на полученият модел е проверена при 5% ниво на значимост. За целта са пресметнати

стойностите на критериите, поместени в табл. 2. Получените резултати от статистическия анализ показват адекватността на изведения математически модел.

**Таблица 1**

**Зависимост на относителния светлинен поток във функция от относителната мощност, консумирана от осветителната уредба при димиране**

№ по ред	P, W	$\Phi$ , lm	$\Phi_{отн} = \Phi/\Phi_H$	$P_{отн} = P/P_H$
1	10,53	0	0	0,032573
2	116,38	969	0,043269	0,260586
3	124,30	2186	0,097596	0,325733
4	130,62	3564	0,159135	0,374593
5	141,15	4663	0,208173	0,416938
6	158,01	7560	0,337500	0,488599
7	179,07	10629	0,474519	0,583062
8	200,14	13052	0,582692	0,651466
9	216,05	15335	0,684615	0,716612
10	239,12	17812	0,795192	0,807818
11	255,90	19643	0,876923	0,863192
12	272,68	20967	0,936058	0,941368
13	291,56	22400	1,000000	1,000000



**Фиг. 1. Изменение на относителния светлинен поток във функция на относителната електрическа мощност при димиране**

$$\ln \Phi_{отн} = 0,82832069 - 0,4743332 \cdot (\ln P_{отн})^2 - \frac{0,83106403}{P_{отн}} \quad (1)$$

Таблица 2

Резултати от статистическия анализ

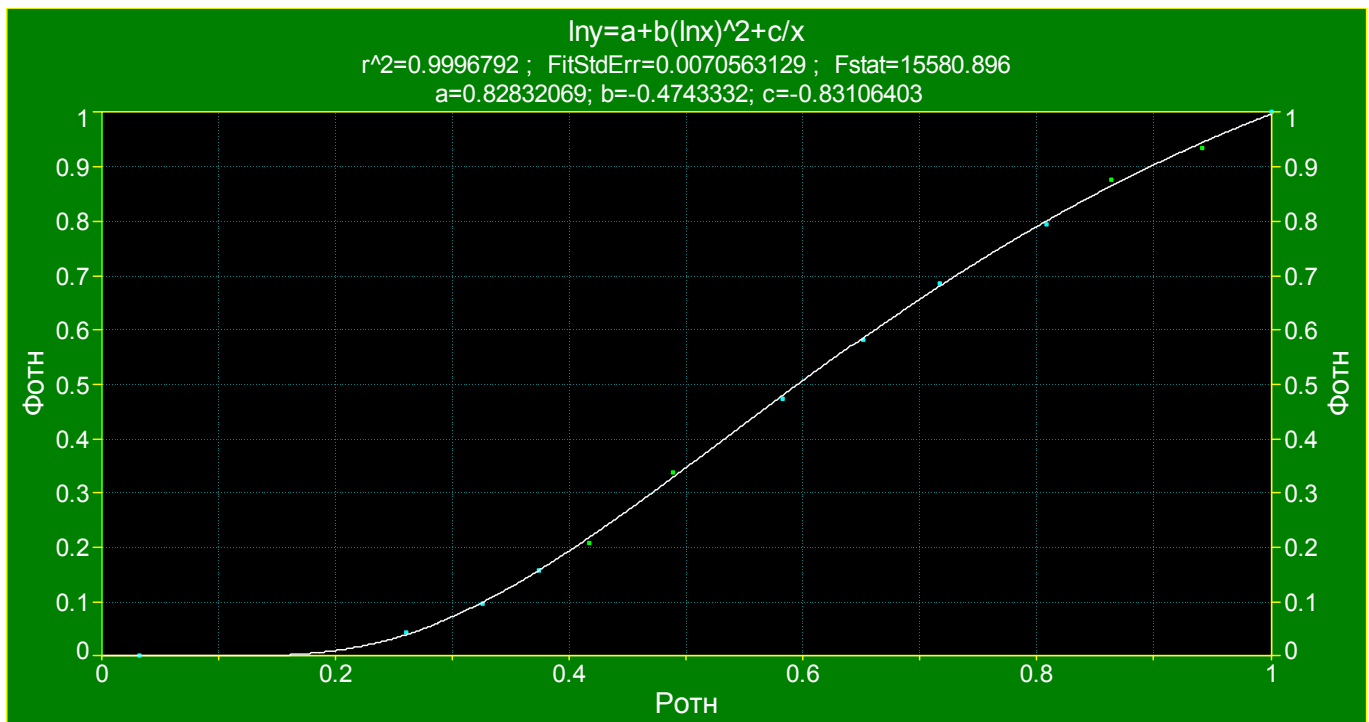
Наименование на статистическата величина	Означение	Стойност
Ниво на значимост (p-level)	p	p < 0,007056
Критерий на Фишер	F	15580
Коефициент на определеност	R <sup>2</sup>	0,9996792

Извеждането на математичния модел е направено с програмния продукт „Table Curve 2D”. От заложените в продукта 2100 математични модели е подбран адекватен и значим модел, който описва с голяма точност получената зависимост. Графична интерпретация на полученият модел е показана на фиг. 2.

С помощта на изведената зависимост, може да се определи теоретично първо, при

зададена мощност на осветителната уредба, и второ при димиране, получавания светлинен поток в относителни единици.

Задаването на мощността и светлинния поток в относителни единици дава удобството, че модела може да бъде приложен при осветителни уредби с инсталирана мощност различаваща се от изследваната.



Фиг. 2. Графична интерпретация на получения математичен модел  $\Phi_{отн} = f(P_{отн})$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изследвано е електропотреблението на осветителна уредба с тръбни луминесцентни лампи, управлявана с димируема електронна пусково-регулираща апаратура.

2. Изследването е проведено в характерно административно помещение. Осветителната уредба се състои от 4 осветителя, с по 4 тръбни луминесцентни лампи T5 с мощност 14 W. Общата номинална (инсталирана) мощност на уредбата е  $P_n = 224 \text{ W}$ .

3. Изведена е зависимостта на относителния светлинен поток  $\Phi_{\text{отн}}$  във функция от относителната потребявана мощност от уредбата  $P_{\text{отн}}$ .

4. По получените резултати е изведен математичен модел на функцията  $\Phi_{\text{отн}} = f(P_{\text{отн}})$ . Адекватността и значимостта на получения математичен модел е проверена при 5% ниво на значимост.

5. С помощта на изведената зависимост, може да се определи теоретично първо, при зададена мощност на осветителната уредба, и второ при димиране, получавания светлинен поток в относителни единици.

Задаването на мощността и светлинния поток в относителни единици дава удобството, че модела може да бъде приложен при осветителни уредби с инсталирана мощност различаваща се от изследваната.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Промислено осветление, Сп. Инженеринг ревю - брой 6, 2007
- [2] Матев Д., В. Гюров, Р. Киров, Енергетични показатели при димиране на осветители с НЛВН, Национален семинар „Управление на уличното осветление”, Варна, 2008

- [3] Кючуков Р., М. Димитров, Демонстрационна осветителна уредба, управлявана чрез DALI – протокол, Научни трудове на Русенския университет, том 47, серия 3.1, Русе, 2008
- [4] Монеv Т., Тенденции в развитието на системите за управление на осветлението с DALI – протокол, XI Национална конференция по осветление „Осветление-2001”, Варна, 2001
- [5] Петринска И., Управление на изкуственото осветление в обществени сгради, Автореферат на дисертационен труд за получаване на ОНС „Доктор”, София, 2010
- [6] <http://www.dalibydesign.us/DALI.html>

## ЗА КОНТАКТИ

**ас. д-р инж. Орлин Петров**

E-mail: opetrov@uni-ruse.bg

**маг.инж. докторант Садетин Басри**

E-mail: sbasri@uni-ruse.bg

**маг.инж.–диз.докторант Теодор Кючуков**

E-mail: teodor\_mbg@yahoo.com

Русенски университет „Ангел Кънчев”  
тел. 082/888 319

Изследванията са подкрепени по договор № **BG051PO001-3.3.04/28**, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на **Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз**“.