

УДК 628

О. Ю. Поліщук, ас.

Харківська національна академія
міського господарства

Тел. 707-31-17

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА НА ВУЛИЦЯХ МІСТА

Вступ. Зовнішнє освітлення являє собою важливу складову безпечного та комфортного перебування людини в темні часи доби на вулицях міст. Для цього щорічно витрачається багато коштів на проектування, встановлення, обслуговування, ремонт та модернізацію систем зовнішнього освітлення (ЗО). Основним напрямком модернізації ЗО є впровадження заходів, щодо забезпечення ефективного освітлення на дорогах. Ефективність - є властивість системи визначена, як відношення результату до витрат, що обумовили його отримання. Ефективністю системи освітлення можна вважати виконання якісної роботи по створенню світлового середовища вулиць та магістралей міст в заданих умовах при менших витратах. Для створення ефективного світлового середовища використовують сучасні світлотехнічні розробки джерел світла, які б відповідали вимогам по нормативним документам та енергоекономічним показникам. Найбільш революційним сьогодні є встановлення та заміна існуючих джерел світла на світильники на основі світлодіодів. Суттєві переваги, такі як довготривалий термін служби, миттєвий пуск, екологічність та ін. зробили світлодіоди джерелами світла майбутнього та зайняли основне місце в сучасних світлотехнічних розробках. В результаті цього ринок світлотехнічної продукції пропонує широкий різновид цих світильників. Постала задача вибору найбільш оптимального та ефективного продукту, який би відповідав необхідним нормам та умовам.

Постановка задачі. Для того щоб дати оцінку роботи світлодіодного світильника щодо відповідності характеристик освітленості нормованим значенням необхідно ввести його в експлуатацію та визначити його параметри при реальних умовах. Для цього підприємству КП «Міськвітло» було запропоновано встановити на ділянці “Червоношкільна набережна” від проспекту Московського до вулиці Університетської міста Харкова декілька типів світильників на основі світлодіодів. Найбільш оптимальним та обраним для подальшого впровадження було визначено світильник типу SU-24. В рамках пілотного проекту на ділянці вулиць були замінені світильники типу ЖКУ-250 та встановлені на діючі опори світильники на основі світлодіодів. Для подальшої оцінки ефективності такої заміни необхідно проведення світлотехнічних та електротехнічних досліджень, які б показали об’єктивну картину актуальності впровадження світлодіодного освітлення на вулицях міста.

Дослідження. На ділянці “Червоношкільна набережна” від проспекту Московського до вул. Університетської були проведені обстеження, які показали, що для даної категорії об’єкту за освітленням [1] середня горизонтальна освітленість покриття повинна складати 15÷20 люкс залежно від інтенсивності руху (одиниць автомобілів за годину), при цьому середня яскравість покриття повинна відповідати значенням 1.2÷0.8 кд/м².

Натурні вимірювання освітленості виконувались на підставі ДСТУ Б В.2.2.-6-97 “Методи вимірювання освітленості” по сітці. Одна частина освітленої світлодіодними світильниками вулиці мала одностороннє розташування опор (рис.1), друга - двостороннє прямокутне (рис.2).

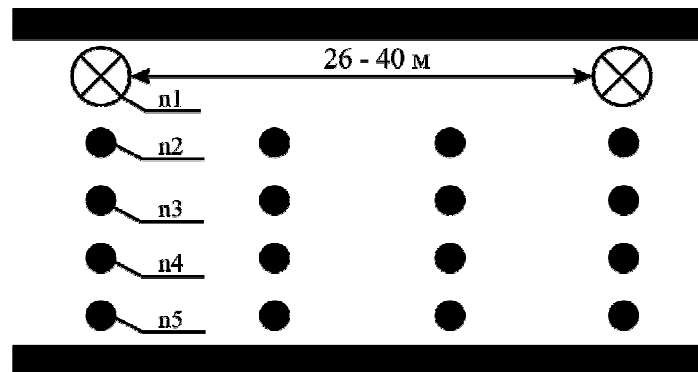


Рис. 1 - Розміщення контрольних точок при вимірюванні середньої освітленості при однорядному розташуванні світильників типу LED-SU-24

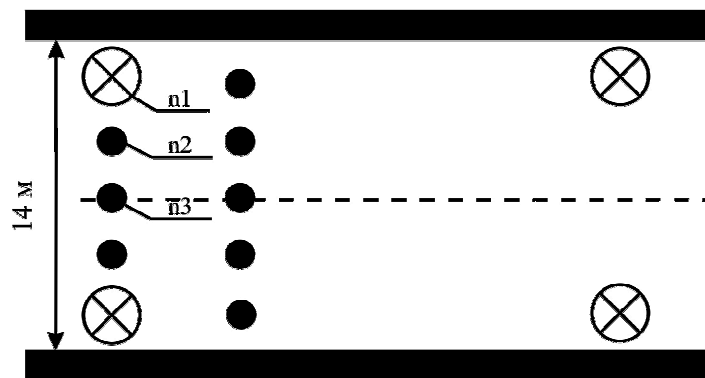


Рис. 2 - Розміщення контрольних точок при вимірюванні середньої освітленості при дворядному прямокутному розташуванні світильників типу LED-SU-24

Проведені в контрольних точках вимірювання показали, що освітленість змінюється при однорядному встановленні світильників типу LED-SU-24 в межах від 24,5 лк в точці 1.1, що знаходиться безпосередньо під світильником до 5 лк в точці 4.5 розташованій на узбіччі протилежно від світильника. При дворядному розташуванні світильників типу LED-SU-24 освітленість змінюється в межах від 32 лк в точці 1.1, що знаходиться безпосередньо під світильником, до 40 лк в точці 1.3, що знаходиться по центру проїздної частини дороги, що досить легко пояснюється додаванням освітленості від двох світильників.

Таблиця 1.

Дорога з однорядним розміщенням світильників (в'їзд на Червоношкільну наб. із сторони Московського пр.)

контрольні точки				
п.1 – Е, лк	п.2 – Е, лк	п.3 – Е, лк	п.4 – Е, лк	п.5 – Е, лк
1.1 – 24.5	1.2 – 28	1.3 – 21.7	1.4 – 15	1.5 – 10.8
2.1 – 26.5	2.2 – 20.5	2.3 – 14	2.4 – 14	2.5 – 8.5
3.1 – 15	3.2 – 16	3.3 – 12.5	3.4 – 11	3.5 – 10
4.1 – 9	4.2 – 8.8	4.3 – 8	4.4 – 5	4.5 – 5

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum E_n$$

$$E_{\text{ср}} = 283.1 : 20 = 14,16 \text{ лк (при нормованих значеннях 15-20 лк)}$$

Таблиця 2.

Дорога з дворядним прямокутним розміщенням світильників

контрольні точки		
п.1– E, лк	п.2– E, лк	п.3– E, лк
1.1 – 32,	1.2 – 39	1.3 – 40
2.1 – 30	2.2 – 36	2.3 – 38
3.1 – 18	3.2 – 20	3.3 – 29
4.1 – 10	4.2 – 15	4.3 – 18
5.1 – 7	5.2 – 5.5	5.3 – 6.5
6.1 – 11	6.2 – 15	6.3 – 17
7.1 – 20	7.2 – 20	7.3 – 28
8.1 – 30	8.2 – 36	8.3 – 38
9.1 – 32	9.2 – 38	9.3 – 40

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum E_n$$

$$E_{\text{ср}} = 669 : 27 = 24,7 \text{ лк (при нормованих значеннях 15-20 лк)}$$

Виходячи з вищенаведеного, можна вважати, що середня освітленість близька до нормованих значень для даної категорії дороги, а при дворядному розміщенні світильників навіть перевищує це значення. Однак коефіцієнт нерівномірності та показник осліпленості в деяких точках можуть значно перевищувати нормативні показники. Відношення максимальної освітленості до середньої освітленості для даної категорії дороги не повинно перевищувати 3:1 . В нашому випадку це значення складає:

- дорога з однорядним розміщенням світильників – $24.5 : 14.16 = 1.73$

- дорога з дворядним розміщенням світильників – $40 : 24,7 = 1.61$, що знаходиться в межах норм [1].

Але, враховуючи, що відстань між опорами при однорядному встановленні світильників складає 30 метрів, а висота 10 м. добре пояснюється той факт, що вже на відстані 15 метрів між опорами освітленість по контрольних точках № 5.1 (лінія світильника) до № 5.5 (край протилежного узбіччя) має відповідні значення: 9 - 8.8 - 8 - 5 - 5 лк. Таке ж спостерігається і при дворядному розташуванні світильників типу LED-SU-24. Відстань між опорами світильників складає 40 метрів, висота 10 м, що створює таку ж ситуацію стосовно нерівномірності яскравості дорожнього покриття, з'являються так звані "темнові" ями. При цьому освітленість вже на відстані 15 метрів між опорами змінюється в контрольних точках по ширині проїзної частини по значеннях: 10-15-18-16-10 люкс, а на відстані 20 метрів ці точки мають наступні значення: 7- 5.5 – 6,5 – 6, - 5 люкс.

Для підвищення точності вимірювання було проведено розрахунок відносної актинічності, яка враховує спектральний склад випромінювання світлодіодів, що входять до складу світильника.

$$A = \frac{\int_{\lambda_i}^{\lambda_j} \varphi_e(\lambda) V_n(\lambda) d\lambda \int_{\lambda_i}^{\lambda_j} \varphi_e(\lambda) e_T V_0(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_i}^{\lambda_j} \varphi_e(\lambda) e_T V_n(\lambda) d\lambda \int_{\lambda_i}^{\lambda_j} \varphi_e(\lambda) V_0(\lambda) d\lambda}$$

де: $\varphi_e(\lambda)_{eT}$ – відносна спектральна щільність потоку випромінювання зразкового джерела типу А;

$\varphi_e(\lambda)$ – відносна спектральна щільність потоку випромінювання світлодіодного світильника;

$V_n(\lambda)$ – функція відносної спектральної чутливості даного приймача (люксметр);

$V_0(\lambda)$ – функція відносної спектральної чутливості зразкового приймача.

Для цього була розроблена експериментальна установка, що дозволила визначити відносну спектральну щільність випромінювання світлодіодів, крива якої наведена на рисунку 3.

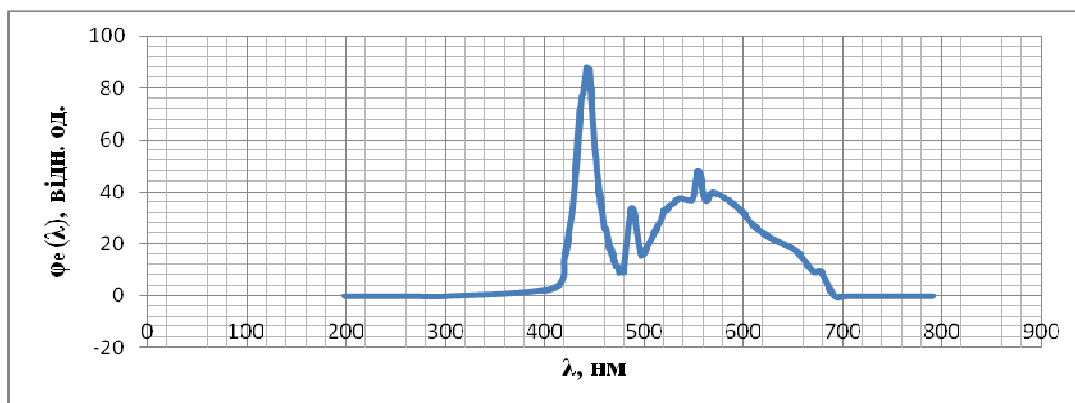


Рис. 3 - Крива розподілу відносної спектральної щільності потоку випромінювання світлодіодного світильника типу SU-24

Після підрахунків значення коефіцієнта для люксметра на основі фотодіода складає 1,0055.

Світловий потік даного світильника рис. 4 може бути розрахований по приведеним нижче формулам.

$$M = \frac{\Phi}{A_{\text{пов}}};$$

$$\Phi = M \cdot A_{\text{пов}} = \pi \cdot \ell \cdot A_{\text{пов}} = \frac{\pi \cdot I}{A_{\text{пов}} \cdot \cos \alpha} \cdot A_{\text{пов}} = \frac{\pi \cdot I}{\cos \alpha}$$

Значення сили світла в напрямку ℓ розраховуються за законом зворотних квадратів.

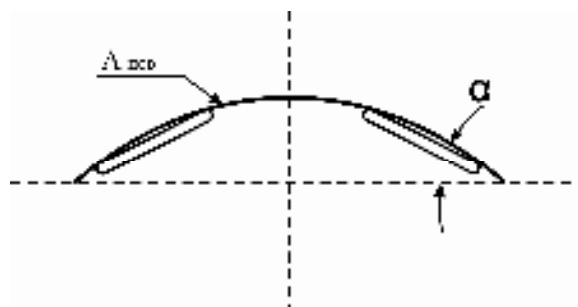


Рис. 4 – Корпус світильника в схематичному вигляді.

У зв'язку з відсутністю у експлуатуючої організації паспортних даних на світильник типу LED-SU-24, а саме: кривої сили світла було проведено вимірювання і отримані значення, що дозволили побудувати КСС (рис. 5 та 6) в полярній системі координат, яка показала, що світильник має світлорозподіл, який наближається до широкого.

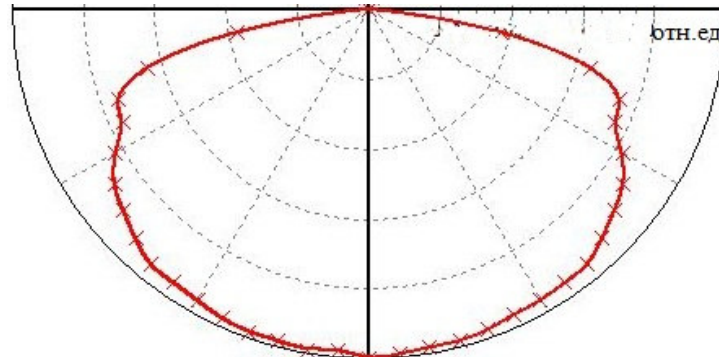


Рис. 5 – КСС у відносних одиницях для світильника типу SU-24, $C=0^{\circ}$

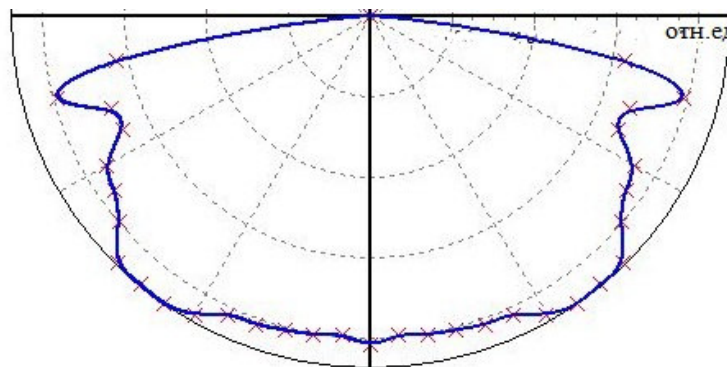


Рис. 6 – КСС у відносних одиницях для світильника типу SU-24, $C=90^{\circ}$

Інформація виробника, що наведена в Інтернеті у вигляді діаграми у відносних одиницях підтверджує достовірність проведених вимірювань, має аналогічний характер і носить назву рівномірної. Проведені вимірювання дають змогу розрахувати відстань при якій освітленість в точках вже не буде відповідати нормам.

Висновки

1. Підвищення ефективності систем ЗО передбачає насамперед застосування найбільш ефективних сучасних джерел світла – світлодіодів та світлових приладів на їх основі. В даний час не всі виробники світлодіодної продукції надають повну інформацію, щодо характеристик світлового приладу особливо світлотехнічних, іноді заявляючи не підтвержені дані. Роботи по дослідженню параметрів світлодіодних світильників для ЗО повинні продовжуватись, що дозволить розробити рекомендації по найбільш ефективному їх застосуванню. Але заміна існуючих освітлювальних установок з іншими типами ламп (ДРЛ, ДНаТ тощо) не повинні проводитись без аналізу та попередніх розрахунків.

2. Для підвищення ефективності та подальшого використання даних світильників слід чітко визначати відстань між опорами та висоту їх встановлення для створення належних умов застосування, враховуючи, що крім освітленості і яскравості дорожнього покриття є також такі фотометричні показники, як коефіцієнт нерівномірності, коефіцієнт засліпленості і т. ін.

Література

1. ДБН В.2.5 - 28-2006 Естественное и искусственное освещение.
2. ДСТУ Б В.2.2-6-97 Методи вимірювання освітленості
3. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.:Знак, 2006.-972 с.
4. В.В. Мешков Основы светотехники. – М.: Энергия, 1979. – 368 с.
5. Степура В.И. Светодиоды в уличном освещении Киева.// Современная светотехника Lightexpert.- февраль 2012.- с.83-89.
6. Паспорт на «Світільники світлодіодні LED-SU-24. Технічні умови»

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА УЛИЦЫ ГОРОДА.

О. Ю.Полищук

Исследованы светотехнические параметры светового прибора на основе светодиодов в реальных условиях. Дана оценка использования світьльника в составе действующих установок наружного освещения. Рассчитана относительная актиничность излучения світьльника на основе светодиода.

EXPERIENCE OF INTRODUCTION IN CITY OF LIGHT-EMITTING-DIODE SOURCES OF LIGHT ON THE STREETS.

O. U. Polishchuk

The lighting parameters of source of light are investigational on the basis of Led`s in real`nikh terms. The relative actinichness of radiation of lamp is expected on the basis of led`s.