

УДК 628.979

В. С. Чернець канд. техн. наук
Харківська національна академія
міського господарства,
Каф. світлотехніки і джерел світла
вул. Революції, 12, м.Харків, 61002,
тел.: (057)707-32-42,
e-mail acidverse@mail.ru

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ М. ЛЮБОТИН (ЗА ВИСНОВКАМИ ПОТОЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ)

Характеристика поточного стану системи вуличного освітлення м. Люботина

Місто Люботин розташоване в 24 км від обласного центру – м. Харкова. У даний час економіка м. Люботина характеризується підвищеною енергоємністю в порівнянні з середніми показниками України.

Одним з основних видів споживаного енергетичного ресурсу на території районного центру є електроенергія. Проте при цьому структура вуличного освітлення міста зовсім не розвинена. Крім того, в місті відсутня організація, що відповідає за експлуатацію і поточний стан системи зовнішнього освітлення.

Протяжність вулиць м. Люботин складає 226км; існуюча система вуличного освітлення охоплює 180 км. При цьому, при в'їзді в місто уздовж дороги стоять стовпи вуличного освітлення, проте повністю відсутнє світлотехнічне і електротехнічне обладнання, необхідне для освітлення дороги (див. рис. 1). В нічний час доби дана ділянка дороги абсолютно не освітлюється. Також неосвітленими є повороти основної міської дороги з перепадом висот до 75м.

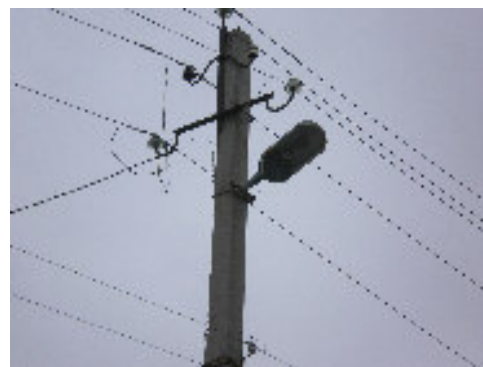


Рис. 1 - Поточний стан системи вуличного освітлення м. Люботин

У місті розташовано 9254 опори на напругу 380В. Підпорядкованість – Обленерго. Світильники і п'ятий дріт належать Місцевому Управлінню. Введення в експлуатацію опор здійснювалося з 1947г. по 1982г. Загальна протяжність повітряного кабелю – 280,492 км. Реконструкції системи не було, у зв'язку з чим, навіть для забезпечення необхідного мінімуму дорожнього освітлення слід доставити 30-50 опор (за словами Місцевого Управління) на поворотах доріг і на в'їзді в місто.



Рис. 2 - План-схема по вузлах обліку

На даних ділянках освітлювальної траси стоять однофазні лічильники Меркурій-200. Схема облікової ділянки електромережі представлена на рис. 2.

Управління системою освітлення носить хаотичний характер: безоблікова ділянка (в тих районах, де є світильники) управляється мануальний місцевим населенням від вимикачів, розташованих на кожній опорі освітлення; ділянка з вузлами обліку – від автоматів в трьох точках встановлення.

180 км освітлювальних мереж міста розподіляються на 2 системи обліку – безоблікова (46 кВт) і система з 4 вузлами обліку (18 кВт). На поточний момент вся система освітлення споживає ~ 62 кВт електроенергії щогодинно. Характеристика системи вуличного освітлення подана у табл. 1 та табл. 2.

Система з вузлами обліку охоплює 12,5 км доріг міста:

1-й вузол: сел. Караван – 2км;

2-й вузол: вул. Леніна, вул.

Кооперативна, вул. 8 Березня – 3км;

3-й вузол: вул. Деповська, вул.

Радянська – 3,5 км;

4-й вузол: вул. Гайдара,

вул. Дімітрова, вул. Говенко,

вул. Мерэфянська – 4 км.

Таблиця 1

Характеристика системи вуличного освітлення ділянки з вузлами обліку*

№ вузла	Найменування вулиць	Тип ІС	Потужність ІС, Вт	К-ть, шт	Загальна потужність, кВт
1-й вузол	сел. Караван	ДРЛ	250	25	6,250
2-й вузол	вул. Леніна, вул. Кооперативна, вул. 8 Березня	ДНаТ (ЖКУ)	100	30	3,000
3-й вузол	вул. Деповська, вул. Радянська	ЛН	300	40	12,000
4-й вузол	вул. Гайдара, вул. Дімітрова, вул. Говенко, вул. Мерэфянська	ДНаТ	100	40	4,000
Загальна потужність ділянки					25,25 кВт

*За проектом модернізації дана ділянка розрахована на 25,25 кВт споживаній потужності, проте, по факту споживається 18 кВт, що говорить про зменшення світлоточок системі. Цей факт указує на повну відсутність моніторингу системи вуличного освітлення і своєчасного обслуговування світлотехнічного і електротехнічного обладнання, що в свою чергу знижує ефективність роботи системи і її відповідність нормативним вимогам.

У всіх світильниках вуличного освітлення використовуються електромагнітні пуско-регулюючі апарати.

Таблиця 2

Характеристика системи вуличного освітлення ділянки без вузлів обліку

Найменування ділянки	Тип ІС	Потужність ІС, Вт	К-ть, шт	Загальна потужність, кВт
Ділянка без вузлів обліку	ДРЛ	125	370	46,25
Загальна потужність ділянки				46,25 кВт

Схема живлення системи зовнішнього освітлення. Живлення системи зовнішнього освітлення здійснюється від трансформаторних підстанцій, розташованих за адресами: ТП 235 – вул. Гайдара, 3; ТП 37 – вул. Леніна, 46; ТП 1 – від ЮЖД.

На ділянці з вузлами обліку на освітлення виділено окремих п'ять дріт (однофазне підключення), на ділянці без вузлів обліку підключення світлоточок розбито на 2 або 3 фази лінії. Вузли обліку розташовані безпосередньо на підстанціях.

Нормативні вимоги щодо освітлення районних центрів згідно діючого законодавства України. Перевірка відповідності системи зовнішнього освітлення м. Люботина нормативним вимогам проводилася відповідно до діючих на території України наступних документів:

ДБН В.2.3-5-2001, розділ 7 «Зовнішнє освітлення»

ДБН В.2.5-28-2006, розділ «Зовнішнє освітлення міських і сільських поселень»

ДБН В.2.5-23:2010, «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»

Рівень освітлення проїжджої частини вулиць, доріг і площ з перехідними і нижчими типами покриттів в міських поселеннях (таких як м. Люботин) регламентується величиною середньої горизонтальної освітленості, яка для вулиць, доріг і площ категорії Б повинна бути 6 лк, для вулиць і доріг категорії В при перехідному типі покриттів - 4 лк і при покритті нижчого типу - 2 лк.

Тарифікація. У даний час стан системи вуличного освітлення м. Люботин супроводжується з одного боку невідповідністю нормативним вимогам за кількістю світлової енергії, що виробляється, і густини її розподілу з іншою – великими втратами енергоресурсів, як на стадії транспортування, так і на стадії споживання електроенергії.

Практично не ведеться облік витрачання енергоресурсів через відсутність приладів обліку електроенергії (за винятком 4 лічильників для ділянки електрифікації 12,5 км з 226 км необхідної протяжності системи), як у виробників, так і у споживачів комунальних послуг. Поетапне збільшення вартості електроенергії і відповідне зростання тарифів на комунальні послуги може компенсуватися лише підвищенням ефективності використання енергоресурсів, і впровадженням нових технологій і матеріалів в систему зовнішнього освітлення.

На даний момент тарифікація системи ведеться двома способами – оплата по факту спожитої електроенергії за даними лічильників на вузлах обліку і розрахунок оплати електроенергії по Постанові 10.30 НКРЕ за ціною Обленерго на момент розрахунку для безоблікової ділянки мережі.

Розрахунок для безоблікової ділянки за електричну енергію, яка відпускається на споживи зовнішнього освітлення, здійснюються за єдиним роздрібним тарифом відповідного класу напруги із застосуванням коефіцієнта 0,25:

$46 \text{ кВт} \cdot 30 \text{ (днів)} \cdot 12 \text{ (ч/день)} \cdot 0,25 \text{ (коєф)} \cdot 1,2 \text{ (тариф на поточний час)}$.

Структура витрат і фінансування. Об'єми фінансування системи зовнішнього освітлення міста виділяється з бюджету з розрахунку фактично використаної електроенергії на 11 місяців згідно облікових даних і розрахункових значень.

Структура витрат і фінансування системи зовнішнього освітлення м. Люботин складається з показників, представлених у табл. 3.

Таблиця 3

Структура витрат і фінансування системи зовнішнього освітлення м. Люботин

Найменування статті витрати	Структура витрат
Експлуатація системи (оплата електроенергії)	30 000 грн/місяць
Реконструкція системи і її елементів	Кошти не виділяються
Ремонт системи і її елементів	Кошти не виділяються
Придбання електротехнічного і світлотехнічного обладнання, ел.матеріалів	Кошти не виділяються

Оцінка ситуації згідно проведеного натурального огляду

Тривала негативна зміна економічних умов функціонування організацій комунального комплексу на фоні падіння рівня доходів населення і обмеженості можливостей бюджетного фінансування зовнішнього освітлення м. Люботин не могла не відбитися на технічному стані і ефективності роботи даної інфраструктури. Підприємства галузі, не маючи достатніх доходів від наданих послуг, не проводили інвестицій до основних виробничих фондів в об'ємах, необхідних не тільки для розвитку інфраструктури, але і для її підтримки. В свою чергу населення і бюджетні організації – споживачі комунальних послуг в своїй більшості позбавлені можливості їх об'єктивної якісної і кількісної оцінки, а також можливості оптимізації об'ємів споживання електроенергії і її оплати. Все це привело до ряду проблем, основними з яких є:

- Невідповідність існуючої системи зовнішнього освітлення нормативним вимогам;
- неоптимальний розподіл комунальних потужностей, що приводить до неефективного використання існуючої системи освітлення;
- високий рівень морального і фізичного зносу елементів системи;
- неефективне використання і високі втрати електроенергії на стадіях її транспортування і споживання через використання морального і фізично застарілого обладнання;
- низька ефективність системи управління зовнішнім освітленням через відсутність організації і фахівців, що відповідають за стан системи.

Фізичний знос основних фондів системи зовнішнього освітлення м. Люботин склав 85 відсотків. В результаті цього зносу витрата енергетичних ресурсів складає на 25 – 30 відсотків, а іноді і до 50 відсотків вище, ніж необхідно витратити для задач якісного функціонування системи зовнішнього освітлення міста.

Значною проблемою при створенні прозорої і зрозумілої системи розрахунків між організаціями житлово-комунальної сфери і споживачами разом з їх недостатньою оснащеністю приладами обліку є відсутність автоматизованих систем збору, аналізу інформації про фактичне споживання енергоресурсів і формування на її основі територіальних балансів.

Розробка Програми підвищення ефективності системи зовнішнього освітлення м. Люботин

Для підвищення ефективності роботи системи зовнішнього освітлення і зниження енерговитрат на її роботу необхідні негайні заходи щодо її реконструкції та модернізації. Для цього обов'язковим є рішення наступних задач:

- підвищення надійності і стійкості енергозабезпечення споживачів міста;

- заборона зростання витрат населення і місцевого бюджету на оплату електроенергії в системах вуличного освітлення за рахунок підвищення ефективності їх використання;
- модернізація і реконструкція системи зовнішнього освітлення міста;
- мінімізація витрат електроенергії на стадіях транспортування і споживання;
- оснащення приладами обліку споживання і автоматичного регулювання споживання електроенергії системою зовнішнього освітлення;
- організація проведення обов'язкових енергетичних обстежень;
- розробка енергозберігаючих проектів, що володіють інвестиційною привабливістю;
- створення організації, до складу якої входитимуть всі необхідні служби для експлуатації, моніторингу і обслуговування системи зовнішнього освітлення міста;
- навчання і підготовка персоналу організації.

Механізм реалізації Програми

Механізм реалізації Програми передбачає послідовне виконання наступних заходів:

- розробку світлотехнічного проекту реконструкції та модернізації системи зовнішнього освітлення м. Люботин;
- визначення об'ємів фінансування на реалізацію заходів Програми, опрацювання питання про спів фінансування заходів з інших джерел;
- розробка проектно-кошторисної документації по об'єктах реконструкції і капітального ремонту;
- проведення відповідних робіт.

Програмні заходи можуть бути скоректовані, змінені або доповнені за рішенням адміністрації м. Люботин. Конкретні об'єми фінансування уточнюються щорічно виходячи з можливостей бюджету на відповідний рік і з урахуванням оперативних даних про технічний стан вуличного освітлення.

Форми і методи організації управління реалізацією Програми визначаються замовником - адміністрацією м. Люботин.

Очікувані соціально-економічні результати від реалізації Програми

Приведення мереж вуличного освітлення в технічно справний стан з коефіцієнтом горіння у вечірній і нічний час доби не нижче 90% дозволить забезпечити зниження аварійності дорожнього руху, зниження криміногенної обстановки, а так само забезпечить комфортне мешкання населення.

Реалізація заходів Програми дозволить поліпшити освітленість вулиць міста, дозволить поліпшити технічний стан об'єктів муніципальної власності.

У результаті реалізації програм буде досягнуто:

- ✓ істотне зниження споживання електроенергії (на 40 – 60%);
- ✓ поліпшення освітленості вулиць, підвищення безпеки дорожнього руху і поліпшення криміногенної обстановки;
- ✓ підвищення надійності, безпеки і ефективності експлуатації електроосвітлювального обладнання;
- ✓ скорочення витрат на експлуатацію і ремонт обладнання;
- ✓ підвищення ефективності використання кадрового і технічного потенціалу спеціалізованих підприємств обслуговування систем вуличного освітлення.

Комплексний підхід при рішенні, як технічних, так і фінансових питань дозволить провести реалізацію Програми в стислі строки і з максимальною ефективністю.

Стратегія реконструкції і модернізації системи зовнішнього освітлення м. Люботин

Система зовнішнього освітлення – складна, просторово розподілена організаційно-технічна структура, об'єднуюча сукупність інженерних комплексів, систем енергопостачання, підприємств і підрозділів управління і обслуговування, а також установок зовнішнього освітлення, обладнаних на певній території і призначених для забезпечення освітлення утиліти.

Пропонується розробити інтегровану інформаційно-управляючу систему зовнішнього освітлення м. Люботин як єдиний, незалежний комплекс, призначений для управління силами і засобами системи зовнішнього освітлення, в якому виконуються всі процеси введення, зберігання, обробки і представлення інформації.

Головна мета створення системи полягає в істотному підвищенні ефективності, надійності і якості зовнішнього освітлення і забезпеченні оперативного реагування на надзвичайні і аварійні ситуації в системі зовнішнього освітлення міста за рахунок забезпечення необхідною інформацією всіх учасників і процесів в сфері зовнішнього освітлення і автоматизації виконання основних видів діяльності і процесів системи.

Задачі, вирішувані за допомогою пропонованої *системи*, включають:

- автоматизацію технологічних, виробничих і організаційних процесів зовнішнього освітлення;
- підтримку централізованого управління зовнішнім освітленням;
- забезпечення планування всіх процесів, контролю цільового використання засобів і виконання договорів підрядними організаціями на всіх рівнях системи;
- підвищення оперативності формування звітності на всіх рівнях;
- підвищення ефективності і надійності системи зовнішнього освітлення м. Люботин;
- інтеграцію інформаційних систем різного рівня і призначення.
- У соціально-економічній сфері створення системи сприяє рішення наступних основних задач:
 - забезпечення безпечних і комфортних умов для мешкання жителів і рухи автотранспорту в м. Люботин;
 - поліпшення естетичного вигляду вулиць, магістралей, площ, внутрішньо кварталних і внутрішньо дворових територій міста;
 - зменшення криміногенної обстановки в місті;
 - створення додаткових потужностей для електропостачання установок зовнішнього освітлення;
 - скорочення витрат на енергоспоживання;
 - скорочення витрат на обслуговування системи зовнішнього освітлення і пов'язані з ним процеси.

Концепція модернізації системи. Згідно нормам зовнішнього освітлення центрів регіону [1-3] на основних вулицях міста необхідно витримувати рівномірну освітленість в блк, на допоміжних дорогах – 4 лк. Загальна довжина основних дорожніх вузлів міста складає 80 км, допоміжні - 146 км.

Згідно вимог до освітлення вулиць і доріг [1] опори освітлення повинні бути розташовані на відстані 35÷40м. Таким чином, для освітлення міста необхідно порядка 5650 опор зовнішнього освітлення уздовж дорожнього покриття, розташованих на рівній відстані один від одного.

Проведемо усереднений розрахунок для визначення приблизної кількості необхідного обладнання для забезпечення нормативних показників вуличного освітлення міста.

Розрахунок представимо для двох сценаріїв реконструкції і модернізації системи зовнішнього освітлення м. Люботин: базової, що забезпечує мінімальні нормативні вимоги, і інноваційної – що забезпечує якісне і максимально енергоефективне освітлення вулиць м. Люботин.

Сценарій №1 «Базовий»

Якість і рівень енергоефективності вуличного освітлення м. Люботин на даний момент не відповідає загальноприйнятим нормам. ККД світильників складає не більше 40 – 50 %. Унаслідок повного зносу світильників і використання низько ефективних ламп розжарювання (світлова віддача 15 Лм/Вт) і ДРЛ (50 Лм/Вт) витрати на експлуатацію вуличного освітлення не виправдано великі. Для зниження витрат на електроенергію і експлуатацію передбачається реконструювати системи вуличного освітлення населених пунктів з використанням:

Енергоефективних світильників (ККД більше 70 %) з натрієвими лампами (110 Лм/Вт). Наприклад, консольні світильники марки Galad (табл. 4) Ліхославльського заводу світлотехнічних виробів.

Таблиця 4

Характеристики консольних світильників марки Galad

Параметри	Лампи ДНаТ 150	Лампи ДРЛ 250
Світлова віддача	> 40...100 lm/W	> 30...50 lm/W
Фотопічна ефективність (сприймана оком)	30...80 Plm/W	25...40 Plm/W
Зниження рівня світлового потоку після 2000 годин роботи	< 30%	< 45%
Термін служби	3000-20000 годин	3000-6000 годин
Температура лампи	> 250°C	> 250°C
Індекс перенесення кольорів	30 Ra	25 Ra
Повторний запуск	через 5-15 хв.	через 5-15 хв.
Мерехтіння	є	є
Споживання енергії, кВт/ч	170	290
Споживання електроенергії в місяць, кВт/ч	51	87
Споживання електроенергії за рік, кВт/ч	612	1044
Економія за рік, кВт/ч	41%	

Таблиця 5 [4]

Порівняльна таблиця енергоспоживання світильників з ПРА і ЕПРА

Тип ЕПРА	Діапазон живлячого напруги в середньому, В	Потужність, лампи, Вт	Загальна потужність світильника з ЕПРА, Вт	Загальна потужність світильника із стандартним ПРА, Вт	Економія кВт/год при роботі 3650ч./год
ЕПРА 150 ДНаТ	220±10%	150	185	240	200,75
ЕПРА 250 ДНаТ	220±10%	250	275	360	310,25

1. Установка в світлотехнічних приладах електронних ПРА, що дозволить скоротити енергоспоживання на 30%, підвищити світловидатність на 30%, понизити витрати на обслуговуванні на 50% в порівнянні з використанням електромагнітної апаратури. Коефіцієнт потужності ЕПРА складає $\cos\varphi = 0,95$, а ККД = 98% в порівнянні з коефіцієнтом потужності ЕмПРА $\cos\varphi = 0,7$ і ККД = 60% [4].

Виходячи з вищезгаданих даних і характеристик різного типу ПРА і ЕПРА, висновок:

- Окупність світильників з ЕПРА складає не більше 8÷9 місяців тільки по енерговитратах.

- У перебігу 5-ти років економія електроенергії складає 1005ч÷1550,00 грн.

- Якщо взяти до уваги, що вартість електроенергії щорічно збільшується на 15-20%, а так само збільшення терміну служби лампи з ЕПРА до 25 000 — 35 000 годин (стандартний термін служби до 15000 годин), сумарна економія світильників з ЕПРА складає до 2375,00 грн. протягом 5 років або в середньому 475,00 грн./год., висновок :

2. Установка приладів обліку електроенергії в системі вуличного освітлення. Згідно даним КП «Міськвітло» установка багатотарифних лічильників дозволяє скоротити споживання електроенергії у 2÷4 рази.

3. Установка фотореле в шафах управління для включення системи зовнішнього освітлення при заданому критичному значенні природної освітленості. Використовування фотореле дозволяє скоротити витрату електроенергії на 10%.

4. Рекомендується встановлювати шафи управління ШУНО-01. 001 ПС з багатотарифними лічильниками EMS 122.01.4. Шафи можуть бути обладнані терміналом зв'язку диспетчерського пункту організації, що здійснює контроль і обслуговування системи управління – термінал шафи управління виконавчого пункту (СЕА СУГО-Я-02). Після монтажу шаф необхідно виконати заземлення. Заземлення виконується на кожній п'ятій опорі і на всіх кінцевих опорах шляхом приєднання нульового дроту розподільної мережі до заземлювача опори заземлюючим пристроєм діаметром не менші за перетин фазного дроту через шпильку на кронштейні. На всіх опорах заземлення виконується шляхом приєднання корпусу світильника і кронштейна до нульового дроту розподільної мережі (згідно ПУЕ 6.1.41) заземлюючим пристроєм.

5. Рекомендується всі частини мережі зовнішнього освітлення перевести з напруги 220В на 380В, що дозволить розробити каскадне управління системою і розташувати світлоточки на різних фазах. Такий прийом дає можливість гнучкого управління включенням/виключенням системи і регулюванням світлового потоку освітлювальної установки.

6. Створення диференційованого обліку електроенергії вуличного освітлення дозволяє економити 30÷60% грошових коштів без зміни об'єму споживання. На підставі Постанови Національної комісії по регулюванню електроенергетики України

№ 1030 від 22 жовтня 2004 р. «Про порядок диференціювання по годинам доби тарифів на електроенергію, що використовується для зовнішнього освітлення населених пунктів» ТОВ НПП «Енерго-інтел» встановлює диференційований облік електроенергії вуличного освітлення. Диференційований облік знижує оплату за вуличне освітлення до 3÷4 разів, оскільки нічний тариф складає 25% від денного. Диференційований облік складається з багатотарифного лічильника і системи автоматики, які вмонтовуються в спеціальній шафі зовнішнього виконання при трифазному підключенні світлоточок. Багатотарифні електронні лічильники програмується за графіком НКРЕ. Вони надійні і зручні в експлуатації, сертифіковані, внесені в Державний реєстр України. Термін їх служби складає до 30 років. Система

автоматики складається з пускової і відключаючої апаратури і здійснює гнучке управління вуличним освітленням.

7. Систему зовнішнього освітлення виконувати самонесучими ізольованими дротами (СП) з проколюючими затисками. Рекомендуються до використання самонесучі ізольовані дроти, що не поширюють горіння, мазкі AsXSn виробництва ТОВ «ТФ Кабель» і допускається до вживання дріт марки СПн-4 виробництва ТОВ «Севкабель-холдинг». Використовування СП дозволяє скоротити витрати на капітальних витратах за рахунок їх меншої довжини в порівнянні з традиційними повітряними лініями, що закупляються із запасом за рахунок провисання дротів. Очікуваний економічний ефект – 20÷25% економії.

8. При необхідності установки опор освітлення використовувати тільки нові залізобетонні опори СВ 105 (поточного року випуску) з обов'язковим додатком технічного сертифікату, виданого заводом-виготівником; кутові і кінцеві опори встановлювати здвоєними. Кронштейни повинні бути оцинковані методом гарячого цинкування. Крюки на кронштейнах повинні застосовуватися сертифіковані: КН-18, крюки SOT. Конструкція кронштейнів повинна передбачати установку консольного світильника на оголовник під кутом 15 градусів до горизонту; розрахункові дані винесення оголовника повинні бути передбачені проектом. Оголовник повинен бути поворотним, для чого в конструкції кронштейна необхідно передбачити поворотний стакан.

У табл. 6 наведен попередній розрахунок капітальних витрат і окупності базового варіанту системи зовнішнього освітлення м. Люботина. Розрахунок проводився виходячи з вимог нормативної літератури, а також об'ємів дорожнього покриття і класів доріг міста. Згідно попередньому розрахунку для забезпечення мінімальної нормативної кількості світла на дорожньому покритті необхідно встановити 5650 світлоточок на 226 км доріг міста.

Таблиця 6

Попередній розрахунок капітальних витрат і окупності системи за базовим сценарієм

№п/п	Найменування обладнання	К-ть	Ціна, грн	Сума, млн.грн
1	Світильник Galad Ліхославльського заводу світлотехнічних виробів	5650	572,00	3,2318
2	ЕПРА ДнаТ 150	5650	463,00	2,61595
3	Лампа ДнаТ 70/250 Вт Osram SON-T 70/250W (для розрахунку беремо середнє значення 150Вт)	5650	80,00	0,452
4	Шафа управління ШУНО-01. 001 ПС з багатотарифними лічильниками EMS 122.01.4 на 35 кВт	25	25 000	0,625
5	Фотореле AWZ 30 Плюс	25	295,00	0,007375
6	Опора СВ 105 (повна комплектація)	50/5650	1754,00	0,0877
7	Самонесучий ізольований дріт (СП) марки AsXSn	~300 км	20,58/м	6,174
	<i>Разом:</i>			<i>13,2млн. грн</i>

Очікувана економія електроенергії за рахунок вживання вказаного світлотехнічного і електротехнічного обладнання складе 60%.

Сценарій №2 «Інноваційний»

Поява нових технологій в системах вуличного освітлення дозволяє одержати великий економічний ефект. Практика показує, що при їх упровадженні потенціал економії електроенергії в більшості муніципальних систем вуличного освітлення

може складати більше 50 % від базового складу обладнання системи.

Інноваційний варіант допускає модернізувати базовий варіант системи зовнішнього освітлення за рахунок оснащення світлодіодними світильниками. Даний захід є тим, що рекомендується до впровадження у м. Люботин, оскільки дозволить підвищити якість послуг, що надаються, громадянам, а також підвищити надійність функціонування системи вуличного освітлення, яке досягається за рахунок:

- терміну служби світильника - до 50000 годин (~25років). Всі елементи світильника довговічні, на відміну від ламп, де застосовуються нитки розжарення;
- надвисокої економічності енергоспоживання. Досягається загальний рівень зниження енерговитрат в порівнянні з світильниками, де застосовуються традиційні лампи;
- повної екологічної безпеки, що дозволяє зберігати навколишнє середовище, не вимагаючи спеціальних умови по утилізації (не містять ртуть, її похідних і інших отруйних, шкідливих або небезпечних матеріалів і речовин);
- високої надійності, механічної міцності, вібростійкої;
- показника використання світлового потоку, який рівний ста відсоткам (на відміну від застарілих стандартних вуличних світильників, де такий коефіцієнт рівний всього 60-75%);
- можливості спрямовувати світловий потік за рахунок спеціальної оптики;
- повної відсутності шкідливого ефекту низькочастотних пульсацій в світлодіодних світлотехнічних виробках (так званого стробоскопічного ефекту, які можна помітити, якщо дивитися на газорозрядні лампи);
- відсутність небезпеки перевантаження міських і муніципальних електромереж у момент включення світлодіодних світильників;
- можливості регулювання рівня яскравості світлодіодних світильників за рахунок зниження живлячої напруги, що відповідає нормативній базі України, і для економії електроенергії допускає в нічний час зниження рівня освітленості на 30-50%;
- миттєвого запалення при подачі живлячої напруги і стабільної працездатності при будь-якій температурі навколишнього простору;
- надійності запуску системи освітлення (світильники з лампами ДРЛ і ДНаТ для вуличного освітлення у край незадовільно запускаються при низьких температурах від мінус 15 градусів, що є середньою зимовою температурою практично по всій країні).

Даний сценарій припускає наступну комплектацію системи освітлення м. Люботин:

Енергоефективні світлодіодні світильники для вуличного освітлення. Рекомендуються світильники FLC-60 Falcon Українського заводу-виробника LedLife як заміна традиційним світильникам РКУ-150 (Galad) з натрієвими лампами 150Вт. Порівняльна характеристика вказаних світильників представлена в табл. 7.

1. Прилади обліку електроенергії в системі вуличного освітлення.
2. Установка фотореле в шафах управління.
3. Установка СП марки AsXSn з проколюючими затисками для живлення.
4. Установка залізобетонних опор СВ 105 з оцинкованими кронштейнами і сертифікованими крюками КН-18, SOT.
5. Установка шаф управління ШУНО-01. 001 ПС з багатотарифними лічильниками EMS 122.01.4.
6. Переклад всіх ділянок мережі зовнішнього освітлення з напруги 220В на 380В.

Нижче приведений попередній розрахунок капітальних витрат і окупності інноваційного варіанту системи зовнішнього освітлення м. Люботин (табл. 8).

Очікувана економія електроенергії за рахунок вживання вказаного світлотехнічного і електротехнічного обладнання складає 75% згідно проведеного розрахунку (рис. 3 а,б, 4).

Таблиця 7

Порівняння характеристик консольних світильників РКУ-150 Galad зі світлодіодними світильниками FLC-60 Falcon

Характеристики	FLC-60 Falcon	Galad (РКУ-150)
Потужність джерел світла, Вт	60	150
Потужність світильника, Вт	66	190
Світловий потік, лм	3 857	6 600
КПД світильника, %	95 – 98	65 – 70
Колірна температура (Тс), До	4 000 – 6 500	3 800
Індекс перенесення кольорів (Ra)	>80	42 – 50
Можливість повторного включення відразу після відключення живлення	Є	Ні
Термін служби не менший, ч	50 000	15 000
Вага не більш, кг	11	5 – 10
Габаритні розміри LxWxH, мм	575x243x105	795x375x355
Ступінь захисту IP	IP67	IP54
Діаметр кронштейна, мм	до 60	48

Таблиця 8

Попередній розрахунок капітальних витрат і окупності інноваційного варіанту системи

№п/п	Найменування обладнання	К-ть	Ціна, грн	Сума, млн.грн
1	Світильник FLC-60 Falcon	5650	3506,00	19,8089
2	Шафа управління ШУНО-01. 001 ПС з багатотарифними лічильниками EMS 122.01.4 на 35 кВт	25	25 000	0,625
3	Фотореле AWZ 30 Плюс	25	295,00	0,007375
4	Опора СВ 105 (повна комплектація)	50/5650	1754,00	0,0877
5	Самонесучий ізолюваний дріт (СІП) марки AsXSn	~300 км	20,58/м	0,006174
	<i>Разом:</i>			<i>20,52 млн. грн</i>

Світлодіодний світильник **FLC-60 Falcon**

світловий потік світильника 3857 лм

енергоспоживання **66,0** Вт/год
 режим роботи **10** годин/добу
 вартість 1 кВт/час **1,20** грн.
 вартість 1 світильника **3606** грн.
 кількість світильників **5650** штук

роки	к-ть (шт.)	споживання в рік (режим 10 годин/добу), кВт	ціна 1 кВт, грн. без пдв (+15% щорічно)	вартість споживання в рік, грн.	Вартість підключення енергопотужності	витрати на обслуговування в рік, грн.	вартість світильників, грн.	вартість володіння РКУ-150 з урахуванням всіх витрат нарахованим підсумком
2012		1 361 085,0	1,20	1 633 302,00		-	19 808 900	21 442 202,00
2013		1 361 085,0	1,38	1 878 291,30		-		23 320 493,30
2014		1 361 095,0	1,59	2 160 041,90		-		25 480 535,20
2015	4 шт.	1 361 085,0	1,83	2 484 048,18		-		27 964 583,37
2016		1 361 095,0	2,10	2 856 855,11		-		30 821 241,79
2017		1 361 085,0	2,41	3 285 153,72		-		34 106 395,51
2018		1 361 085,0	2,78	3 773 924,77		-		37 884 320,27
2019		1 361 095,0	3,19	4 344 815,79		-		42 229 911,08
2020		1 361 085,0	3,67	4 996 308,16		-		47 225 249,22
2021		1 361 085,0	4,22	5 746 134,38		-		52 971 003,61

а)

Світильник РКУ-150 з ЕПРА		енергоспоживання		186 Вт/год
світловий потік світлопотока 3800 лм		кількість 1 світильника (комплекс)		1115 грн
		витрати на обслуговування 1 світильника в рік		110 грн
		кількість світильників		5650 штук

роки	к-ть (шт.)	споживання в рік (режим 10 годин/добу), кВт	ціна 1 кВт, грн. без пдв (+15% щорічно)	вартість споживання в рік, грн.	Вартість підключення енергопотужності	витрати на обслуговування в рік, грн.	вартість світильників, грн.	вартість володіння РКУ-150 з урахуванням всіх витрат нарастаючим підсумком
2012	5 650	3 015 180	1,20	4 570 195,00		821 500	8 299 750	11 199 145,00
2013		3 815 183	1,38	5 264 304,29		714 026		17 479 084,29
2014		3 815 183	1,58	6 024 887,89		821 034		24 315 880,89
2015		3 015 180	1,80	6 862 082,32		945 224		32 280 777,32
2016		3 815 183	2,10	8 007 291,67		1 087 007		41 368 078,07
2017		3 015 180	2,41	9 200 385,42		1 250 050		51 018 519,90
2018		3 815 183	2,78	10 589 843,27		1 437 557		63 843 730,48
2019		3 015 180	3,19	12 179 099,77		1 650 202		77 875 022,55
2020		3 015 180	3,87	14 004 000,27		1 901 103		93 591 000,44
2021		3 815 183	4,77	16 105 523,77		2 186 300		111 872 882,20

б)

Рис. 3 - Порівняльна характеристика вартості володіння світильниками вуличного освітлення для базового та інноваційного сценаріїв модернізації системи освітлення м. Люботин



Рис. 4 - Графік зміни вартості експлуатації світильників у роках

Резюме

Реконструкція системи вуличного освітлення позитивно впливає на ряд важливих соціальних аспектів. Відомо, що соціальна і економічна сфери нерозривно зв'язані між собою і зміни соціального характеру звичайно спричиняють за собою зміни у фінансовій сфері.

При недостатньому освітленні водії планують основну частину поїздок в денний час. Через збільшення інтенсивності руху транспорту відбувається прискорене руйнування дорожнього покриття. Таким чином підвищення ефективності вуличного освітлення економічно пов'язаний із зниженням витрат на експлуатацію доріг.

Реалізація запропонованої програми по кожному з розглянутих сценаріїв дозволяє досягти наступних результатів:

- економія електроенергії;

- скорочення експлуатаційних витрат;
- вдосконалення системи управління зовнішнім освітленням;
- забезпечення надійності роботи мереж вуличного освітлення;
- скорочення аварійних ситуацій на мережах;
- зниження витрат при будівництві систем зовнішнього освітлення.

Різниця полягає лише в ступені ефекту енергозбереження:

✓ Базовий сценарій гарантує економію споживання електроенергії на 60% за рахунок вживання рекомендованого світлотехнічного та електротехнічного обладнання;

✓ Інноваційний сценарій окупиться вже через 4,5 років у порівнянні з Базовим (рис.3) і гарантує зниження витрат на споживання електроенергії в 2,1 рази менше, ніж при реалізації Базового сценарію (рис. 4).

Література

1. ДБН В.2.3-5-2001, розділ 7 «Зовнішнє освітлення»
2. ДБН В.2.5-28-2006, розділ «Зовнішнє освітлення міських і сільських поселень»
3. ДБН В.2.5-23:2010, «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»
4. <http://www.energoportal.ru/articles/elektronnyj-puskoreguliruyuschij-apparat-epra-1930.html>
5. Sturm R. Managing for Impact: Lessons from the Implementation of the Seven-Country IFC Efficient Lighting Initiative. Proceeding of «Right Light 6» Conference, Shanghai, Mai 2005.
6. Chen Jansheng. China's Lighting Industry: Making Efficient & Affordable Lighting Products. Proceedings. Proceeding of «Right Light 6» Conference, Shanghai, 2005.
7. Айзенберг Ю.Б., Рожкова Н.В., Федюкина Г.В. Оценка перспективных возможностей энергосбережения в светотехнических установках.- 2005. 64стр.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ М. ЛЮБОТИН (ЗА ВЫВОДАМИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ)

В.С. Чернець

Проведено натурное обследование текущего состояния системы наружного освещения г. Люботин. Предложена стратегия модернизации и повышения эффективности системы уличного освещения г. Люботин с двумя сценариями реализации данной программы в рамках внедрения мероприятий повышения энергетической эффективности города.

INCREASE OF THE EXTERNAL ILLUMINATION SYSTEM POWER EFFICIENCY FOR LUBOIN CITY (AT CURRENT CONCLUSIONS OF STATUS OF SYSTEM)

V. S. Chernets

The model inspection of current status of the urban illumination of Lyubotyn system is conducted. Strategy of modernization and increase of efficiency for the street illumination system is offered with two scenarios of this program realization within the framework of measures of city power efficiency increase.