УДК.628.94.003.13.001.24.

М. Тарасенко, В. Гончар

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

В статті приведена методика розрахунку, яка дозволяє визначити величину економічного ефекту і оцінити ефективність від впровадження (заміни існуючих) найсучасніших джерел світла та освітлювальних приладів.

Умовні позначення:

F - сумарний світловий потік освітлювальної установки, яка аналізується, лм;

$F_{лс}$, ($F_{лн}$) - номінальний світловий потік одного малоефективного (високоефективного) джерела світла, лм;

$P_{лс}$, ($P_{лн}$) - потужність одного малоефективного (високоефективного) джерела світла з врахуванням втрат в пускорегулюючій апаратурі, Вт;

$\tau_{лс}$, ($\tau_{лн}$) - термін служби малоефективного (високоефективного) джерела світла, роки;

$C_{лс}$, ($C_{лн}$) - вартість одного малоефективного (високоефективного) джерела світла, ...;

$C_с$, ($C_н$) - вартість малоефективного (високоефективного) освітлювального приладу, ...;

$C_{ус}$, ($C_{ун}$) - вартість установки одного малоефективного (високоефективного) освітлювального приладу;

$\tau_{опе}$, ($\tau_{опн}$) - термін служби малоефективного (високоефективного) освітлювального приладу, роки;

T - тривалість роботи джерела світла (освітлювального приладу) в освітлювальній установці за один рік; див. табл.1, години.

Таблиця 1

Час використання штучного освітлення на виробничих підприємствах і території протягом року, год. (при 8-годинному робочому дні з двома вихідними в тиждень) [1]

				Кількість робочих годин		
				1 зміна	2 зміни	3 зміни
Промислові підприємства з природним світлом				750	2250	4150
Те ж без природнього світла				2150	4300	6500
Кожень день				В робочі дні		
Зовнішнє освітлення	Всю ніч	до 1 год.	до 24 год.	Всю ніч	до 1 год	до 24 год.
	3600	2450	2100	3000	2060	1750

$K_с$, ($K_н$) - кількість джерел світла в одному малоефективному (високоефективному) освітлювальному приладі, шт.

$C_{ел}$ - вартість 1кВт·год електроенергії, ...;

$R_{лс}$, ($R_{лн}$) - вартість заміни одного малоефективного (високоефективного) джерела світла в освітлювальному приладі, ...;

ДС - джерело світла;

ОП - освітлювальний прилад.

В нинішній час в Україні у промисловості, сільському господарстві, житлових приміщеннях, громадських установах, на вулицях населених пунктів експлуатується більше 266 млн. шт. освітлювальних приладів. Їх сумарна встановлена потужність більше 36 млн. кВт. Парк встановлених в Україні ОП має таку структуру (табл.2):

Таблиця 2

Існуючий парк ОП України

Тип ДС в ОП	Парк ОП, млн. шт.				
	Промисловість, шахти, сільське господарство	Адміністративно-суспільні будови	Зовнішні освітлювальні установки	Житло	Всього
Лампи розжарювання	79,0	24	2,6	80,0	185,6
Люмінесцентні лампи	18,0	49	-	5,5	72,5
Розрядні лампи високого тиску	4,5	-	3,8	-	8,3
Всього	101,5	73	6,4	85,5	266,4

Витрати електроенергії на освітлення в цілому по Україні складають, таким чином, більше 60 млрд. кВт·год., в той час як вся електроенергія, що виробляється в Україні, складає 298 млрд. кВт·год. [2], тобто на освітлення витрачається близько 13% електроенергії. У розвинутих країнах світу доля електроенергії, яка витрачається на освітлення, досягає 20% (США).

Разом з тим ці дані вказують, на жаль, на не достатнє освітлення, а, в основному, на нераціональні витрати значної частини електроенергії, яка виробляється в Україні. Нераціональність використання електроенергії обумовлена передусім тим, що парк встановлених в Україні ОП майже на 70% складається з неекономічних освітлювальних приладів із лампами розжарювання, в той час, як у розвинутих країнах на долю ОП із лампами розжарювання припадає не більше 30%, а в Японії тільки 10%. Все це приводить до того, що майже при однаковій долі електроенергії, яка витрачається на освітлення, в Україні корисна світлова енергія, яка виробляється в освітлювальних установках, помітно менша, ніж у технічно розвинутих країнах.

Для зменшення затрат електроенергії потрібно більш широко впроваджувати в практику ОП з розрядними лампами низького і високого тиску. У кожному конкретному випадку як при розробці, так і при впровадженні в практику більш сучасних ОП та ДС оцінка економічної ефективності таких кроків завжди повинна передувати конкретним практичним діям. Для цього необхідна достовірна методика розрахунку економічної ефективності. Саме така методика розрахунку і пропонується в даній статті.

Для оцінки економічної ефективності від впровадження більш сучасних ОП (ДС) пропонується наступна послідовність розрахунку. Для проведення розрахунку необхідні такі вихідні дані: F, $F_{лс}$, $F_{лн}$, $P_{лс}$, $P_{лн}$, $t_{лс}$,$t_{лн}$, $C_{лс}$, $C_{лн}$, $C_{с}$, $C_{и}$, $C_{ус}$, $C_{ун}$, $t_{опе}$, $t_{опн}$, T, $K_{е}$, $K_{н}$, $C_{ел}$, $R_{лс}$, $R_{лн}$.

1. Визначаємо кількість низькоефективних ($N_{лс}$) і високоефективних ($N_{лн}$) ДС для забезпечення заданого F.

$$N_{лс}=F/F_{лс}, \quad (1)$$

$$N_{лн}=F/F_{лн}. \quad (2)$$

2. Визначаємо необхідну кількість низькоефективних (Мс) і високоефективних ($M_н$) ОП:

$$M_с=N_{лс}/К_с, \quad (3)$$

$$M_н=N_{лн}/К_н, \quad (4)$$

3. Розраховуємо капітальні затрати для варіантів з низькоефективними $С_{ск}$ і високоефективним $С_{кн}$ ОП і ДС:

$$С_{кс}=С_сМ_с+С_{лс}N_{лс}+С_{ус}М_с, \quad (5)$$

$$С_{кн}=С_нМ_н+С_{лн}N_{лн}+С_{ун}М_н. \quad (6)$$

4. Розраховуємо величину потужності, яку буде споживати освітлювальна установка за одну годину з низькоефективними $Р_с$ і високоефективними $Р_н$ ОП і ДС:

$$Р_с=N_{лс}Р_{лс}, \quad (7)$$

$$Р_н=N_{лн}Р_{лн}. \quad (8)$$

5. Розраховуємо необхідну кількість низькоефективних $N_{лс}$ і високоефективних $N_{лн}$ ДС для заданої освітлювальної установки на повний термін служби ОП.

$$N_{лс\Sigma} = N_{лс} \cdot \frac{\tau_{опс} T}{\tau_{лс}}$$

$$N_{лн\Sigma} = N_{лн} \frac{\tau_{опн} T}{\tau_{лн}} \quad (9\text{-}10)$$

6. Розраховуємо суму виплат за електроенергію за повний термін служби малоефективного $В_с$ і високоефективного $В_н$ ОП для всієї освітлювальної установки.

$$В_с=С_{ел}Р_сТ\tau_{опс}10^{-3}, \quad (11)$$

$$В_н=С_{ел}Р_нТ\tau_{опн}10^{-3}. \quad (12)$$

7. Розраховуємо величину витрат, пов'язану з заміною низькоефективних $З_с$ і високоефективних $З_н$ ДС, які вийшли з ладу протягом повного терміну служби ОП для всієї освітлювальної установки.

$$З_с=R_{лс}N_{лс}, \quad (13)$$

$$З_н=R_{лн}N_{лн}. \quad (14)$$

8. Розраховуємо величину витрат, які пов'язані з придбанням низькоефективних $Д_с$ і високоефективних $Д_Н$ ДС на всю освітлювальну установку.

$$Д_с=(N_{лс}-N_{лс})С_{лс}, \quad (15)$$

$$Д_н=(N_{лн}-N_{лн})С_{лн}. \quad (16)$$

9. Розраховуємо економічний ефект від впровадження високоефективних ОП і ДС, прийнявши до уваги, що вартості обслуговування, поточного ремонту та чистки ОП прийняті рівноцінними в варіантах, які порівнюються.

$$Е=(С_{кс}+В_с+З_с+Д_с)-(С_{кн}+В_н+З_н+Д_н) \quad (17)$$

Розрахунки за наведеною методикою показали, що економічний ефект від заміни 20-ти ламп розжарювання потужністю 100 Вт 10-ма люмінесцентними лампами потужністю 40Вт, які забезпечують еквівалентну освітленість, складає 428,95 грн. в рік (див. табл. 3 та рис. 1). Термін окупності

капітальних затрат складає Т=(372-92)/428,95=0,66 року. Подальше зростання вартості електроенергії буде тільки покращувати отримані нами показники.

Висновки

Розрахунки показали, що впровадження люмінесцентного освітлення у всі сфери народного господарства, в тому числі і побут - це найактуальніше питання, яке потребує свого негайного вирішення.

Оцінка доцільності впровадження в побутове освітлення найсучасніших компактних люмінесцентних ламп типу SL-PRIZMATIC (ціна $13 за штуку), PL-Electronic/D (ціна $19 за штуку) показала, що термін окупності капітальних витрат перевищує 3,5 роки. Висока початкова вартість та нижча (в порівнянні з лампами розжарювання) надійність не дають підстав стверджувати, що ці лампи найближчим часом будуть користуватися високим попитом.

Таблиця 3

Економічний ефект від заміни 20 ламп розжарювання 10-ма люмінесцентними лампами, які забезпечують еквівалентну освітленість

№ п/п	Вихідні дані	Лампи розжарювання типу БК-215-225-100	Люмінесцентні лампи типу ЛБ
1.	Світловий потік F, лм	1450	2900
2.	Потужність лампи і ПРА, $P_л$, Вт	100	49,2
3.	Термін служби, $\tau_л$, год	1000	3000
4.	Вартість лампи, $C_л$, грн.	0,40	3,60
5.	Вартість електроенергії, $C_{ел}$, грн.	0,083	0,083
6.	Вартість установки ОП, $C_у$, грн.	2,0	6,0
7.	Термін служби ОП, $\tau_{оп}$, рік	8	8
8.	Тривалість роботи лампи за 1 рік,Т, год	3500	3500
9.	Вартість світильника,С, грн.	10,0	60.0
10.	Кількість ламп на ОУ, $N_л$, шт.	20	10
11.	Вартість заміни одної лампи, $R_л$, грн.	0,10	0,60
12.	Початкові капітальні витрати, грн.	92	372
13.	Витрати за електроенергію, В, грн	4648	1143,4
14.	Витрати, пов'язані з заміною перегорілих ламп, З, грн.	56.0	13,2
15.	Витрати, пов'язані з придбанням ламп на заміну перегорілих Д, грн.	216.0	51,8
16.	Кількість ламп, яка необхідна на повний термін служби ОП, $N_{лΣ}$, шт.	560	22
17.	Всього	5012	1580,4

Економія за 8 років 3431.6 грн.

В розрахунку на 1 рік 428.95 грн.

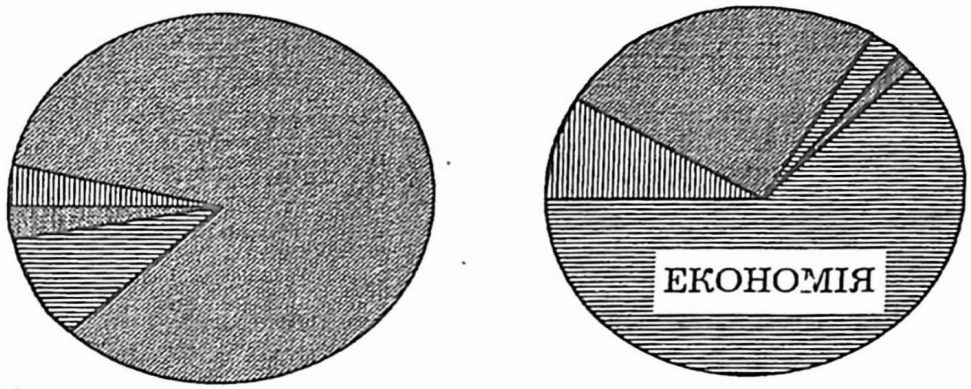


Рис.1. Економічний ефект від впровадження люмінесцентних ламп ЛБ-40 замість ламп розжарювання БК-215-225-100

- капітальні витрати (придбання світильників, ламп, встановлення);
- витрати за спожиту електроенергію;
- витрати, пов'язані із заміною перегорілих ламп;
- витрати, пов'язані з придбанням ламп на заміну перегорілих;
- економія.

Summary. The method of calculating, which allows to determine the amount of economic effect and to evaluate the effectiveness from the introduction (replacing) of modern sources of light and lightening devices is worked out in this article.

Література

1. Мешков В.В., Епанешников М.М. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972. -360 с.
2. Сай Б.В. Состояние и перспективы разработки и производства осветительных приборов // Светотехника, 1993. -№11.- С. 8-9.