

УДК 621.31

DOI <https://doi.org/10.32782/EIS/2024-106-8>

ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛАМП ЗА ПОКАЗНИКОМ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ

Дурас Марія Володимирівна,

викладач спеціальних дисциплін кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного фахового коледжу
ORCID ID: 0009-0000-5810-1566

Лавріщев Олександр Олександрович,

викладач спеціальних дисциплін кафедри електроенергетики, електротехніки, завідувач відділенням інженерної інфраструктури та комп'ютерних наук Житомирського агротехнічного фахового коледжу
ORCID ID: 0000-0002-0051-3039

Логвінов Геннадій Степанович,

викладач спеціальних дисциплін кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного фахового коледжу
ORCID ID: 0000-0002-4406-3367

Мельничук Веніамін Володимирович,

викладач спеціальних дисциплін кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного фахового коледжу
ORCID ID: 0000-0002-1126-9000

У суспільстві прийнято вважати, що лампи світлодіодні мають значні переваги над лампами розжарювання.

Більшість досліджень щодо порівняння ламп виконується з огляду на розрахунок економічного складника, що є доволі вагомим фактором для їх вибору. Однак кожен виріб має технічні характеристики, й під час їх порівняння вибираються здебільшого такі, що вказані в паспортах ламп, але важливо також досліджувати і порівнювати прилади з використанням сучасних технологій.

Метод, представлений у статті, – дослідження продуктивності ламп за допомогою приладів вимірювання і сонячної установки, яка використовується для підтвердження вірності досліду. Порівняння продуктивності за однакового параметру ламп – світлового потоку є методом, який можна використовувати й в інших дослідженнях.

У ході дослідження, підсумовуючи результати, дійшли висновку, який підтверджує загальноприйняті поняття – лампи освітлення світлодіодні в рази перевищують свою продуктивність, споживаючи при цьому в рази менше струму з мережі. Як вимірвальний пристрій використано люксметр, а для підтвердження – сонячні панелі та вироблену за допомогою панелей напругу. Панелі вибрано монокристалічні, люксметр – аналоговий. Усі дані, що виміряно, занесені в таблиці, оскільки табличний метод порівняння і співвідношення дає швидке візуальне сприйняття для аналізу.

Надалі дослід можна розвивати, залучаючи інші типи ламп і порівнюючи будь-які типи характеристик. Для прикладу, лампи люмінесцентні різного роду конструкцій мають свої характеристики, що можна теж дослідити за допомогою цього методу, зробити висновки щодо їх продуктивності та вибрати найефективніший тип. Дослідження параметрів елементів дає змогу краще зрозуміти їх ефективність, що не суперечить вибору за принципом економічного ефекту.

***Ключові слова:** лампа розжарювання, лампа світлодіодна, порівняння, сонячні панелі, люксметр, світловий потік, освітленість.*

Duras Mariia, Lavrishchev Oleksandr, Logvinov Gennadiy, Melnychuk Veniamin. Comparing of lamp performance in terms of luminous flux

It is generally accepted that LED lamps have significant advantages over incandescent lamps.

Most lamp comparison studies are performed based on the calculation of the economic component, which is a rather important factor while choosing a product. However, each product has technical specifications. During the comparison, the technical characteristics are mostly taken from the product passports, but it is also important to research and compare devices using modern technologies.

A study of lamp performance with the help of measuring devices and a solar installation used to confirm the validity of the experiment is the method presented in this article. A method that can be used in other studies as well is comparing performance with the same lamp parameter – luminous flux.

In the course of the study, summarizing the results, we came to a conclusion that confirms the generally accepted concepts – LED lighting lamps exceed their performance by several times, while consuming several times less current from the mains. As a measuring device were used a luxmeter and solar panels, and the voltage generated by the panels were used as confirmation. The panels were single-crystal, and the luxmeter was analog. All measured data are listed in the tables. The tabular method of comparison and correlation provides a quick visual perception for analysis.

In the future, the experiment can be developed by using other types of lamps and comparing other types of characteristics. For example, fluorescent lamps of various designs have their own characteristics, which can also be investigated and, using this method, come to conclusions about performance and choose the most efficient type. The study of the parameters of the elements allows you to understand better their effectiveness and confirm the correct choice, which does not contradict the choice based on the economic effect.

Key words: *incandescent lamp, LED lamp, comparison, solar panels, lux meter, luminous flux, illumination.*

Актуальність проблеми. У суспільстві прийнято вважати, що натеper найпродуктивнішими з погляду на вироблення кількості світла і споживання меншої кількості енергії є лампи на основі роботи діодів [1]. Зазвичай проводять порівняння згідно з економічним розрахунком або з порівнянням потужностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кожна лампа має свої особливості й будову, свої переваги і недоліки використання [2].

Лампи розжарювання вважаються менш продуктивними через те, що споживають багато енергії, однак лееова її частка відходить не на створення освітленості, а на видачу тепла від самої лампи [3; 4]. Даний факт можна підтвердити чи спростувати, перевіривши таке твердження за допомогою досліду з використанням сонячних панелей.

У статті «Світлодіодне освітлення: обираємо економію і екологічність» також розглядається порівняння ламп на основі рівнозначного світлового потоку [5]. При цьому також наведено таблицю технічних характеристик, і результат зводиться до економічно вигідного ефекту і продуктивності – переваги світлодіодних ламп.

Автори Г. М. Кожушко, Ю. О. Басова, Л. М. Губа також у своїй статті «Порівняння динаміки світлових та колірних характеристик компактних люмінесцентних та світлодіодних ламп у процесі строку служби» доходять висновку, що натеper світлодіодні лампи мають споживчі переваги перед компактними люмінесцентними лампами за строком служби і показниками: світлової віддачі, стабільності світлового потоку та колірних параметрів у процесі строку служби. Світлодіодні лампи поступаються люмінесцентним лише цінами. Вартість світлової енергії, яка генерується діодними лампами (за сучасних тарифів на електроенергію та цін на лампи в Україні), нижча в порівнянні з люмінесцентними приблизно в 1,3 рази [6].

Мета дослідження. Пропонується порівняти дві лампи з однаковим світловим потоком та відтінком і визначити, наскільки вигідніше

буде використовувати саме світлодіодну лампу і чому.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для того щоби зрозуміти, яку кількість енергії будуть виробляти сонячні панелі, буде застосовано вольтметр Deek-Robot DC 100V/10A, DC Power Meter, який мірятиме напругу, що виробляють панелі в разі впливу на них джерела світла. Також вибирається пара панелей Altek монокристалічного типу – фотоелектричні модулі на 100 Вт кожен модуль, що з'єднуюватимуться паралельно в систему. Відстань від джерела світла до панелей $L = 0,5$ м (рис. 1) [7; 8].

Джерелами світла вибираються дві лампи з еквівалентною величиною світлового потоку, яку вони видаватимуть: лампа розжарення ReD Mac – має заявлений світловий потік 1360 Лм, потужність 100 Вт; світлодіодна лампа HOZOR ELECTRICLED Lamp має світловий потік 1400 Лм, потужність 15 Вт. Відмінність між величинами світлового потоку становить 3%, що є допустимо для дослідів, тому загальноприйнятим вибираємо світловий потік 1400 Лм. Обидва джерела світла видають теплий спектр – жовте світло. Також для дослідів вибрано люксметр Ю116 Фотоелемент Ф55С. Діапазон вимірювань люксметра – від 0,1 до 100 000 Lx; клас точності – 10; шкали приладу нерівномірні, градуйовані в люксах: одна шкала має 100 поділів, друга – 30 поділів [9].

Дослідження проводилося в максимально затемненому середовищі. Освітленість на поле експерименту створює напругу 1,3 В, яку буде враховано під час обчислення результатів.

Дослід полягає у вимірюванні напруги, що вироблятимуть панелі, від одного із джерел світла, а потім – від іншого. Після виміру напруги проводиться вимірювання освітленості за допомогою люксметра. Система вимірювання на шкалі приладу вибирається $3 \cdot 10^3$ з відповідною вставкою.

Результати дослідів занесено в таблицю дослідів (табл. 1).

Дослід проводиться за схемою, представленою на рисунку 1.



Рис. 1. Умвне зображення розташування об'єктів відносно один одного

Для кращого розуміння і наочності дослідимо співвідношення в різних варіаціях кожної величини окремо.

Таблиця 3

Співвідношення сил струму, що споживається лампами

Сила струму, що споживається лампою з мережі, I, А. Лампа розжарювання	Сила струму, що споживається лампою з мережі, I, А. Лампа діодна
0,45	0,068

Таблиця 4

Співвідношення освітленості від ламп

Освітленість, що створюється джерелом, E, Лк. Лампа розжарювання	Освітленість, що створюється джерелом, E, Лк. Лампа діодна
2,4*3*103	5,9*3*103

Таблиця 5

Співвідношення напруги, що виробляється панелями від ламп

Напруга, що виробляється панелями під час дії джерела, U, В. Лампа розжарювання	Напруга, що виробляється панелями під час дії джерела, U, В. Лампа діодна
5	9,4

Таблиця 1

Результати досліджень

Джерело світла	Освітленість, що створюється джерелом, E, Лк	Напруга, що виробляється панелями під час дії джерела, U, В
Лампа розжарювання	2,4*3*103	5
Лампа світлодіодна	5,9*3*103	9,4

Але дані наведено без урахування того, що потужність, яку споживають лампи, відрізняється в десятки разів.

Оскільки заявлена потужність лампи розжарювання 100 Вт, а світлодіодна лампа має встановлену потужність 15 Вт та обидві лампи споживають напругу мережі 220 В, то струм, який вони споживатимуть, відповідно, вираховуємо за формулою $P=I*U$ і отримуємо, що лампа розжарювання споживатиме з мережі 0,45 А, а діодна лампа споживає при цьому 0,068 А.

Зведемо дані зі споживання і вироблення в таблицю 2.

Таблиця 2

Порівняння даних

Джерело світла	Освітленість, що створюється джерелом, E, Лк	Напруга, що виробляється панелями під час дії джерела, U, В	Сила струму, що споживається лампою з мережі, I, А.
Лампа розжарювання	2,4*3*103	5	0,45
Лампа світлодіодна	5,9*3*103	9,4	0,068

Для наочності різниці даних використаємо коефіцієнти порівняння:

$$K_1 = \frac{I_p}{I_d}; K_2 = \frac{E_p}{E_d}; K_3 = \frac{U_p}{U_d}.$$

Розраховуючи відповідності за формулами співвідношення, отримуємо:

$$K_1 = \frac{0,45}{0,068} = 6,617;$$

$$K_2 = \frac{5,9*3*10^3}{2,4*3*10^3} = 2,458;$$

$$K_3 = \frac{9,4}{5} = 1,88.$$

Отже, за однаковим показником світлового потоку світлодіодна лампа в 6,617 разів менше споживає струму з мережі, ніж лампа розжарювання, але при цьому виробляє у 2,458 разів більшу освітленість, а сонячні панелі, отримуючи освітленість цією лампою, виробляють у 1,88 разів більшу напругу.

Також ми можемо обрахувати співвідношення продуктивностей заданих ламп за відповідними показниками.

Спираючись на визначення, що продуктивність – це співвідношення виробленої енергії до затраченої, а дані отриманої енергії ми отримали у двох показниках, доходимо висновку, що діодна лампа є практично у 2,5 рази продуктивніша за

показником освітленості, яку вона виробляє, і практично у 2 рази більше дає ефекту на сонячні панелі, що наочно підтверджує правильність вимірів люксметра.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідження показало, що за

однакового заявленого світлового потоку сучасна технологія вимагає значно менших затрат енергії і при цьому видає в рази більшу продуктивність. Такий підхід у дослідженні можна використати і для порівняння інших типів ламп.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Порівняння потужності світлодіодних ламп та ламп розжарювання. URL: https://ye.ua/sypilstvo/71194_Porivnyannya_potuzhnosti_svitlodiodnih_lamp_ta_lamp_rozzharyivannya.html (дата звернення: 05.10.2024).

2. Споживачі електричної енергії. Електричне освітлення : навч. посіб. / О.І. Соловей та ін. Черкаси : ФОРДІЄНКО Є.І., 2018. 132 с. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2635/1/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%20%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80-%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf> (дата звернення: 06.10.2024).

3. Світлодіодне освітлення: переваги, недоліки та сфера використання. URL: <https://europan.ua/news/svitlodiodne-osvitlenija-perevagi-nedoliki-ta-sfera-vikoristannja/> (дата звернення: 05.10.2024).

4. Переваги та недоліки світлодіодного освітлення. URL: <https://www.ledyilighting.com/uk/advantages-and-disadvantages-of-led-lighting/> (дата звернення: 05.10.2024).

5. Світлодіодне освітлення: обираємо економію і екологічність. URL: https://masteram.com.ua/uk/articles-and-video/led-light/?srsltid=AfmBOorcyCKOWf_HHT1UHyljwJmqPGm_CuWU2I7wTAXMKedaT91jxfm- (дата звернення: 06.10.2024).

6. Кожушко Г.М., Басова Ю.О., Губа Л.М. Порівняння динаміки світлових та колірних характеристик компактних люмінесцентних та світлодіодних ламп у процесі строку служби. *Technology audit and production reserves*. 2016. Вип. 4/1 (30). С. 63–69. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/312248-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B8-%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85-%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8-7653a1b0.pdf> (дата звернення: 06.10.2024).

7. Світлодіодна лампа HOZOR ELECTRIC. URL: https://www.google.com/search?q=%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0+%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0+horoz&sca_esv=c768f71cdf49a14c&sca_upv=1&udm=2&ei=gYX2ZqTQIvWPwPAPsKjl6Qs&ved=0ahUKEWjKJH18eKIAxX1BxAlHTBUOb0Q4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0+%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0+horoz&gs_lp=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiHdC70LDQvNC_0LAg0L TRItC-0LTQvdCwIghvcm96SI9zUltRWoxvcAJ4AJABAjgBcKABjASqAQMwLjW4AQPIAQD4AQGYAgOgAokBwglGEAAyCBgewglHEAAyGAYGJgDAIgaZIHazuMaAHuAM&sclient=gws-wiz-serp#vhid=uivAEV8d2Nf88M&vssid=mosaic (дата звернення: 05.10.2024).

8. Сонячна панель монокристалічна. URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/soniachna-panel-monokystalichna-60vt-cl-sm60m_189674.html (дата звернення: 05.10.2024).

9. Люксметр Ю116. URL: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/lyuksmetry/lyuksmetr-yu116> (дата звернення: 05.10.2024).

REFERENCES:

1. Porivniannia potuzhnosti svitlodiodnykh lamp ta lamp rozzharyivannia [Comparison of the power of LED lamps and incandescent lamps]. Retrieved from: https://ye.ua/sypilstvo/71194_Porivnyannya_potuzhnosti_svitlodiodnih_lamp_ta_lamp_rozzharyivannya.html [in Ukrainian].

2. Solovei, O. I., Cherniavskii, AV, Sytnyk, O.O, Tkachenko, V.F., & Kurbaka, H.V. (2018). Spozhyvachi elektrichoi enerhii. Elektrychne osvittlenia [Consumers of electric energy. Electric lighting]. Cherkasy: FOP Gordienko Ye.I. Retrieved from: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2635/1/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%20%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%87%D1%96%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80-%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf>

96%D1%97%20%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf [in Ukrainian].

3. Svitlodiodne osvitlennia: perevahy, nedoliky ta sfera vykorystannia [LED lighting: advantages, disadvantages and scope of use]. Retrieved from: <https://europan.ua/news/svitlodiodne-osvitlennja-perevagi-nedoliki-ta-sfera-vikorystannja/> [in Ukrainian].

4. Perevahy ta nedoliky svitlodiodnoho osvitlennia [Advantages and disadvantages of LED lighting]. Retrieved from: <https://www.ledyilighting.com/uk/advantages-and-disadvantages-of-led-lighting/> [in Ukrainian].

5. Svitlodiodne osvitlennia: obyraiemo ekonomiiu i ekolohichnist [LED lighting: choosing economy and environmental friendliness]. Retrieved from: https://masteram.com.ua/uk/articles-and-video/led-light/?srsltid=AfmBOorcyCKOWf_HHT1UHYYIjwJmqPGm_CuWU2I7wTAXMKeDaT91jxfm- [in Ukrainian].

6. Kozhushko, H. M., Basova, Yu. O., & Huba, L. M. (2016). Porivniannia dynamiky svitlovykh ta kolirnykh kharakterystyk kompaktnykh liuminiscentnykh ta svitlodiodnykh lamp v protsesi stroke sluzhby [Comparison of the dynamics of light and color characteristics of compact fluorescent and LED lamps during the service life]. Tekhnolohichniy audit ta rezervy vyrobnytstva – Technology audit and production reserves, 4/1. (pp. 63-69). Retrieved from: <https://media.neliti.com/media/publications/312248-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B8-%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85-%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8-7653a1b0.pdf> [in Ukrainian].

7. Svitlodiodna lampa [LED lamp HOZOR ELECTRIC]. Retrieved from: https://www.google.com/search?q=%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0+%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0+horoz&sca_esv=c768f71cdf49a14c&sca_upv=1&udm=2&ei=gYX2ZqTQIvWPwPAPsKjl6Qs&ved=0ahUKEwjklJH18eKIAX1BxAIHTBUOb0Q4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0+%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0+horoz&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiHdC70LDQvNC_0LAg0LTRItC-0LTQvdCwIGhvcM96SI9zUItRW0xvcAJ4AJABAjgBckABjASqAQMwLjW4AQPIAQD4AQQYAgOgAokBwglGEAAYCBgewglHEAAYgAQYGJgDAIlgGAZIHazuMaAHuAM&scient=gws-wiz-serp#vhid=uivAEV8d2Nf88M&vssid=mosaic [in Ukrainian].

8. Soniachna panel monokrystalichna [The solar monocrystalline panel]. Retrieved from: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/soniachna-panel-monokrystalichna-60vt-cl-sm60m_189674.html [in Ukrainian].

9. Liuksmetr U116 [Luxmeter U116]. Retrieved from: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/lyuksmetry/lyuksmetr-yu116> [in Ukrainian].