

УДК 628.971

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.290823.85.974

## ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКЛАДАННЯ СВІЛОТЕХНІКИ ДЛЯ СПЕЦІАЛІСТІВ ІЗ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

КАЛДА Г. С.<sup>1,2</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
ШЕВЕЛЯ В. В.<sup>3</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
РИБАЛКА К. А.<sup>4\*</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ПЄГДОНЬ І.<sup>5</sup>, *канд. техн. наук*

<sup>1</sup>Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (097) 478-59-86, e-mail: [kalda.galina@ukr.net](mailto:kalda.galina@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

<sup>2</sup>Кафедра водопостачання та водовідведення, Жешувська політехніка, вул. Повстанців Варшави, 12, 35-959, Жешув, Польща, тел. +48 (17) 865-10-68, ORCID ID: 0000-0002-5142-0473

<sup>3</sup>Кафедра будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, 29016, Хмельницький, Україна, тел. +38 (096) 348-75-59, e-mail: [valeriy.shevelya@gmail.com](mailto:valeriy.shevelya@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5462-3524

<sup>4\*</sup>Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 905-51-42, e-mail: [ekaterina.rybalka1980@gmail.com](mailto:ekaterina.rybalka1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>5</sup>Кафедра водопостачання та водовідведення, Жешувська політехніка, вул. Повстанців Варшави, 12, 35-959, Жешув, Польща, тел. +48 (17) 794-564-799, e-mail: [piegi@prz.edu.pl](mailto:piegi@prz.edu.pl), ORCID ID: 0000-0003-1094-4569

**Анотація. Постановка проблеми.** Проведено аналіз стану освітлення виробничих приміщень, що відіграє важливу роль у попередженні виробничого травматизму. Розглянуто питання енергозбереження та енергоефективності, які для України на сьогодні важливіші, ніж будь-коли. Показано, що максимального потенціалу із заощадження енергоресурсів можна досягти шляхом нарощування темпів виробництва найбільш прогресивних різновидів світильників, припинення виготовлення морально та технічно застарілих типів освітлювальних приладів, а також завдяки банальному приверненню уваги населення до питання використання нових та економічних джерел світла. Також показано, що важливими перешкодами для інноваційного розвитку вітчизняних підприємств світлотехнічної галузі є проблеми технічного переоснащення виробництва, недосконалість традиційних підходів, методологічних та організаційних навичок інноваційної діяльності, а також такі технічні фактори, як зношеність основних фондів, відсутність методичного забезпечення планування технічного переоснащення виробництва. Поставлено основні задачі, які допоможуть вирішити проблеми нерационального використання електроенергії. **Мета.** Забезпечення фундаментальної підготовки висококваліфікованих кадрів, які б набули глибоких знань для виконання професійних завдань та обов'язків інноваційного характеру в галузі світлотехніки, добору, проектування та розрахунків освітлення виробничих приміщень та знань техніки безпеки під час використання того чи іншого виду освітлювальних приладів у різного характеру приміщеннях. **Висновок.** Вивчаючи питання, пов'язані з підбором тих чи інших освітлювальних приладів для виробництва, потрібно знати основні вимоги щодо промислового освітлення. Щодо **безпеки у використанні** необхідно знати, що промислові світильники на світлодіодах забезпечуються ефективними системами відведення тепла, що робить їх пожегобезпечними.

**Ключові слова:** освітлення; освітлювальні прилади; техніка безпеки; енергозбереження

## ON THE FEASIBILITY OF TEACHING LIGHTING ENGINEERING FOR SPECIALISTS IN CIVIL SECURITY

KALDA G.S.<sup>1,2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
SHEVELYA V.V.<sup>3</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
RYBALKA K.A.<sup>4\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
PIEGDOŃ I.<sup>5</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*

<sup>1</sup>Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (097) 478-59-86, e-mail: [kalda.galina@ukr.net](mailto:kalda.galina@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-6309-7661

<sup>2</sup>Department of Water Supply and Sewage Systems, Rzeszow University of Technology, 12, Al. Powstancow Warszawy, Rzeszow, 35-959, Poland, tel. +48 (17) 865-10-68, ORCID ID: 0000-0002-5142-0473

<sup>3</sup>Department of Construction and Civil Security, Khmelnytskyi National University, 11, Instytutaska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine, tel. +38 (068) 202-16-17, e-mail: [valeriy.shevelya@gmail.com](mailto:valeriy.shevelya@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5462-3524

<sup>4\*</sup>Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (050) 905-51-42, e-mail: [ekaterina.rybalka1980@gmail.com](mailto:ekaterina.rybalka1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>5</sup>Department of Water Supply and Sewage Systems, Rzeszow University of Technology, 12, Al. Powstancow Warszawy, Rzeszow, 35-959, Poland, tel. +48 (17) 794-564-799, e-mail: [piegi@prz.edu.pl](mailto:piegi@prz.edu.pl), ORCID ID: 0000-0003-1094-4569

**Abstract. Statement of the problem.** The article analyzes the state of lighting of industrial premises, which plays an important role in preventing occupational injuries. The issues of energy saving and energy efficiency are considered, which are even more important for Ukraine today than ever. It is shown that the maximum potential for energy savings can be achieved by increasing the rate of production of the most advanced types of lamps, cessation of production of morally and technically obsolete types of lighting fixtures, as well as due to the banal attraction of public attention to the use of new and economic light sources. It is also shown that important obstacles to the innovative development of domestic lighting companies are the problems of technical re-equipment of production, imperfection of traditional approaches, methodological and organizational skills of innovation, as well as technical factors such as depreciation of fixed assets, lack of methodological support for technical re-equipment. The main tasks that will help solve the problems of irrational use of electricity are presented. **Objective.** Providing fundamental training of highly qualified personnel who would acquire deep knowledge to perform professional tasks and responsibilities of an innovative nature in the field of lighting, selection, design and calculation of lighting of industrial premises and knowledge in the field of safety when using a particular type of lighting fixtures in different types of premises. **Conclusion.** When studying the issues related to the selection of certain lighting fixtures for production, you need to know the basic requirements for industrial lighting. As for safety in use, you need to know that industrial lighting fixtures on LEDs are provided with efficient heat dissipation systems, which makes them fireproof.

**Keywords:** *lighting; lighting fixtures; safety; energy saving*

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку суспільства та в умовах перебудови економіки України, а після війни – в умовах знищених міст, сіл, інфраструктури, будівель, необхідна всебічна та різностороння підготовка фахівців, спроможних відновлювати країну після знищень агресора, плідно працювати на промислових підприємствах, у будівництві, а також надавати послуги щодо навчання та забезпечення безпечних умов праці на виробництві.

У даному випадку мова йде про підготовку фахівців із цивільної безпеки та вивчення ними дисципліни, пов'язаної з дослідженнями в галузі світлотехніки та безпеки праці під час проектування та забезпечення будівель та споруд сучасними енергоефективними джерелами світла.

Освітлення виробничого приміщення відіграє важливу роль у запобіганні виробничому травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві пов'язані з недостатнім освітленням. Матеріальні втрати від цього дуже значні, і, головне, людина може загинути або отримати стійке обмеження життєдіяльності, тобто інвалідність.

Раціональне освітлення повинне відповідати таким умовам: мати достатній (нормований) рівень; рівномірність; не

створювати тіней на поверхні робочого місця; не засліплювати працівника; напрямок потоку світла має бути відповідним, зручним для виконання роботи [1], що дозволяє підтримувати високий рівень працездатності, зберігати здоров'я та знизити рівень травматизму.

**Аналіз публікацій.** Закон України «Про енергозбереження» визначає технічні, правові та економічні методи щодо застосування енергоефективних технологій для зменшення використання паливно-енергетичних ресурсів. Під енергоефективними слід розуміти заходи, спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективної продукції, технологій та обладнання [2].

Питання енергозбереження та енергоефективності сьогодні стоять ще гостріше, ніж до війни, хоча наукові дослідження у сфері державного регулювання енергозбереження проводились уже багато років [3–6].

Враховуючи значні ризики введення надзвичайного стану в енергетиці, невизначеність українського ринку природного газу, волатильність цін на паливо через війну з росією, а також значні ризики дефіциту енергоресурсів як для промислових потреб, так і населення, дуже важливо диверсифікувати постачання джерел енергії

для потреб окремих електроенергетичних компаній.

Сьогодні питання забезпечення поетапного заміщення газу іншими видами палива, особливо альтернативними, стоїть гостро як ніколи.

Максимального потенціалу із заощадження енергоресурсів можна досягти шляхом нарощування темпів виробництва найбільш прогресивних різновидів світильників, припинення виготовлення морально та технічно застарілих типів освітлювальних приладів, а також завдяки банальному приверненню уваги населення до використання нових та економічних джерел світла. Загальна економія за умови повного виконання всіх вищезазначених заходів оцінюється в 60–75 %. Це неймовірна сума наразі. У найближчі роки прогнозується досягти хоча б 15 % приросту цих величин.

**Мета дослідження** – забезпечення фундаментальної підготовки висококваліфікованих кадрів, які б отримали глибокі знання для виконання професійних завдань та обов'язків інноваційного характеру в галузі світлотехніки, добору, проектування та розрахунків освітлення виробничих приміщень та знання техніки безпеки під час використання того чи іншого виду освітлювальних приладів у різного характеру приміщеннях.

**Виклад матеріалу.** Вирішити проблеми енергозбереження держава намагається шляхом реалізації проектів та програм із розроблення та впровадження енергозберігальних джерел світла та освітлювальних систем. Реалізація таких програм дасть можливість не тільки забезпечити економію електроенергії, а і досить суттєво знизити викиди оксидів вуглецю в атмосферне повітря.

Проблеми енергозбереження в освітлювальних установках набули особливого значення останніми роками. Від вирішення цих проблем залежить також майбутнє багатьох країн, пов'язане з поступовим вичерпуванням горючих копалин, а також через швидке забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин, що утворюються в

результаті згоряння палива у процесі вироблення електроенергії. Адже відомо, що під час вироблення на вугільних теплових електростанціях 1 кВт·год електроенергії в атмосферу викидається близько 1 кг CO<sub>2</sub>. Також проблема пов'язана з неперервним збільшенням масштабів освітлювальних установок.

Порівнянню з деякими країнами світу Україна використовує набагато більше електроенергії для житлових будівель: 32 %, в той час як США – 23 %, Німеччина – 25 %, Японія – 27 %. Відсоток електроенергії, яка витрачається в освітлювальних установках у промислових підприємствах в Україні складає 33 %, в той час як у США – 11 %, Німеччині – 32 %.

Як видно з цих цифр, в Україні має місце надмірне споживання електроенергії.

Міжнародні та національні організації, які займаються питаннями світлотехнічної галузі, розробили низку заходів, направлених на запровадження енергоефективних технологій, в тому числі реалізацію першочергових кроків до економії електроенергії в установках внутрішнього та зовнішнього освітлення.

Наприклад, перехід від світильників із традиційними лампами розжарювання, середня потужність яких складає 120 Вт, на енергоекономні дасть можливість знизити встановлену потужність і споживану електроенергію не менше ніж на 65...70 %. За умови заміни 15...20 % світильників із лампами розжарювання сумарне зниження потужності становитиме понад 3 млн кВт.

Наразі стан освітлення в Україні досить критичний. Причин тут багато, а ще додалась проблема, пов'язана з наслідками агресорської війни з боку росії. Системи освітлювальних установок у 60 % виробничих площ промислових будівель, 70 % приміщень адміністративних закладів, 75 % шкіл та інших навчальних закладів, понад 80 % зовнішнього освітлення не відповідають нормативним вимогам.

Основні причини такі: експлуатація фізично застарілих освітлювальних приладів; використання малоефективних світильників, оснащених високовитратними лампами

розжарення; експлуатація фізично зношених приладів, в яких відбивачі та розсіювачі понизили свої оптичні характеристики. Через низьку ефективність джерел світла та освітлювального обладнання енергоспоживання, необхідне для вироблення світлової енергії, в 1,5 раза вище, ніж у західних країнах [4].

Нераціональність споживання електроенергії пов'язана з тим, що багато ламп для промислового освітлення мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД) і неефективний розподіл світловіддачі. Щоб вирішити енергетичні та екологічні проблеми, пов'язані з електричним освітленням, необхідно значно підвищити ефективність енергоспоживання освітлювального обладнання.

Інноваційна політика держави ґрунтується на відповідній інноваційній стратегії, яка складається з використання наявного зарубіжного науково-технічного потенціалу; власного науково-технічного потенціалу з метою створення нових продуктів та технологій для власних потреб; освоєння випуску наукомісткої продукції на основі дешевої власної робочої сили та частини власного наукового потенціалу [5].

Значними перешкодами для інноваційного розвитку вітчизняних підприємств світлотехнічної галузі стали труднощі модернізації технології виробництва, недосконалість традиційних підходів, методологічних та організаційних навичок проведення інноваційної діяльності, а також такі технічні фактори як зношеність основних фондів, відсутність методичного планування технічного переоснащення виробництва.

Проблеми нераціонального використання електроенергії потрібно вирішувати таким чином:

1. Удосконалення методів освітлення шляхом упровадження нових принципів світлотехнічного проектування та стандартизації.

2. Удосконалення засобів та приладів освітлення, використання новітніх прогресивних систем освітлення.

3. Поліпшення експлуатації освітлювальних установок.

4. Заохочування споживачів електроенергії використовувати енергозберігальні лампи, надання пільг в оплаті, а також навчання споживачів щодо доцільності розумного енергозбереження.

Потрібно замінити в освітлювальних установках світильники із лампами розжарювання на такі з газорозрядними лампами, в першу чергу, на люмінесцентні та газорозрядні лампи високого тиску. Адже відомо, що така заміна дає економію понад 60 %, в той же час заміна на газорозрядну лампу високого тиску дає економію 70 %. Тому при плануванні нових освітлювальних установок або реконструкції існуючих вибір джерела світла повинен ґрунтуватися на техніко-економічному порівнянні варіантів освітлення для даної мети з урахуванням капітальних та експлуатаційних витрат [3].

Що стосується економії електроенергії, її не складно досягти у зв'язку з постійним досить суттєвим зростанням ціни на енергоносії. Ціни на електроенергію, порівнянно з цінами на світлотехнічні вироби, зростають набагато частіше і суттєвіше. Тому в зв'язку з тим, що світловіддача газорозрядних ламп 3...6 разів вища, ніж у ламп розжарювання, а строк служби в 8...10 разів вищий, проектним організаціям необхідно розширювати та впроваджувати нові зони використання газорозрядних ламп високого тиску. Така заміна ламп окупиться протягом року, а освітленість робочих місць значно поліпшиться.

Неслід також забувати про розроблення, освоєння та застосування нових світлових приладів із високоінтенсивними енергоекономічними лампами.

Удосконалення засобів освітлювання можливе за рахунок:

- підвищення коефіцієнта корисної дії;
- стабілізації світлового потоку джерел світла в процесі служби;
- стабілізації характеристик освітлювальних приладів під час експлуатації;

– розроблення, виробництво та використання світлових приладів з ефективним світлорозподілом [1].

Відомо, що світильники класифікуються за світлотехнічними параметрами і конструктивними характеристиками. При їх виборі потрібно враховувати їх конструктивне виконання, яскравість, світлорозподіл та економність. Від правильного підбору світильників та їх розміщення залежить якість освітлення кімнати, а саме рівномірність освітлення, розподіл яскравості, ступінь прямого і відбитого світла, затінення робочого місця та оптимальне тінеутворення.

Правильний вибір освітлювальних приладів, відповідно до розподілу світла, дозволяє мінімізувати споживання електроенергії. Економія від використання ламп з ефективним розподілом світла становить 20–40 % залежно від висоти приміщення. Найбільша увага сьогодні приділяється світлодіодним лампам SMD-типу, у яких уже зараз існує технічна можливість підвищити коефіцієнт перетворення електрики на світло та збільшити світлову віддачу як комплексний показник роботи приладу.

Крім того, має сенс розглянути можливість застосування комплексів локалізованого освітлення та пристроїв з автоматичним підстроюванням величин: яскравості, кольоровості, колірної температури. Системи останнього типу засновані переважно на датчиках та програматорах. Незважаючи на дещо вищу собівартість, протягом терміну служби навіть найдешевші моделі окупаються щонайменше утричі. Тобто купуючи якісне обладнання, можна розраховувати на набагато більшу економію. У відсотковому еквіваленті усі ці заходи обіцяють поліпшення показників на 17–32 %, причому за найближчі півтора-два роки можна з легкістю вийти на отримання не менше третини, а то й половини від наведеного максимального значення [3].

Наразі деякі підприємства світлотехнічної галузі освоюють нові пристрої для освітлення доменних, сталеплавильних, прокатних цехів, приміщень коксохімічних заводів, а також

приміщень цементних виробництв, у яких, крім характеристик освітлювальних приладів, велику роль відіграє техніка безпеки у їх використанні.

Особливість таких світлових конструкцій – відсутність гальванічних та лакофарбних процесів покриття під час їх виготовлення, що також суттєво поліпшує екологічні показники. Крім цього, виготовляються спеціальні вибухобезпечні стельові світильники та прожектори з високим ступенем вибухозахисту.

В Україні на сьогоднішній день освоєно випуск прожекторів нової серії потужністю 250/400 Вт для освітлення відкритих просторів, а також архітектурної підсвітки. Такі прожектори підсвічують інформаційні знаки, аби забезпечити орієнтування людей в аварійних ситуаціях, та ще й подають звукові сигнали.

### Висновки

Студенти, вивчаючи питання, пов'язані з підбором тих чи інших освітлювальних приладів для виробництва, повинні знати основні вимоги щодо промислового освітлення, а саме:

1. Стійкість до вібрацій. Промислові світильники, що застосовуються на будівельних майданчиках, у виробничих цехах, шахтах, кар'єрах, на різних металургійних та інших підприємствах, повинні мати підвищену міцність або розміщуватися на спеціальних опорах, які зменшують вібрацію.

2. Стійкість до перепадів температур і вологості. Зовнішнє промислове освітлення використовується цілорічно, тому світильники вимагають відповідного захисту.

3. Висока стійкість до зношення. Деякі промислові об'єкти освітлюються цілодобово. Від цього залежить безпека і безперервність виробничого процесу. Виникає потреба у високоякісних промислових лампах, однак коштують такі освітлювальні прилади дуже дорого. Заміна зношеної лампи викличе додаткові витрати.

4. Ефективність. Великі промислові об'єкти споживають багато електроенергії, що значно збільшує собівартість продукції.

Для її зменшення необхідно використовувати сучасне, енергоефективне освітлювальне обладнання. Заміна застарілого – важлива умова підвищення рентабельності виробництва.

5. Екологічна безпека. Використання ртутних ламп і неефективних світильників спричинює забруднення навколишнього

середовища та надмірне споживання ресурсів. Щоб цього уникнути, необхідно модернізувати систему освітлення.

6. Безпека у використанні. Промислові світлодіодні лампи оснащені ефективною системою відведення тепла, що підвищує вогнестійкість, тому їх можна використовувати в будь-якому приміщенні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевеля В. В., Калда Г. С., Ганзюк А. Л. Виробнича санітарія. Проектування освітлення приміщень. Хмельницький : ХНУ, 2022. 84 с.
2. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.
3. Енергозбереження в Україні : правові аспекти і практична реалізація. Рівне : видавець Зень О., 2011. 56 с. URL: <http://ecoclubrivne.org/files/%D0%9A%D0%D0%B8%D0%B3%D0%B0>.
4. Кошева Г. О. Державні механізми управління енергозбереженням : автореф. дис. канд. наук з держ. упр.: 25.00.02. Донецьк : Донецк. держ. ун-т упр., 2011. 19 с.
5. Литвин І. В., Жулінський М. В. Інноваційні технології енергоефективності на підприємствах світлотехнічної галузі в контексті реалізації регіональної економічної політики. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. Вип. 5(109). 2014. С. 285–294.
6. Pawlak A. Wymagania i metoda oceny oświetlenia miejscowego. Technika Świetlna. Poradnik-Informator, pod redakcją Władysława Dybczyńskiego i Jana Grzonkowskiego. T. II. Polski Komitet Oświetleniowy SEP, Warszawa, 1998.

## REFERENCES

1. Shevelya V.V., Kalda G.S. and Ganzjuk A.L. *Vyrobnycha sanitariya. Proektuvannya osviltlennya prymishchen'* [Industrial sanitation. Design of premises lighting]. Khmelnytsky : KhNU, 2022, 84 p. (in Ukrainian)
2. *Zakon Ukrayiny "Pro enerhozberezhennya" vid 01.07.1994 № 74/94-VR* [Law of Ukraine "On Energy Conservation" of 01.07.1994 № 74/94-VR]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>. (in Ukrainian)
3. *Enerhozberezhennya v Ukrayini : pravovi aspekty i praktychna realizatsiya* [Energy saving in Ukraine : legal aspects and practical implementation]. Rivne : publisher Zen O., 2011, 56 p. URL: <http://ecoclubrivne.org/files/%D0%9A%D0%D0%B8%D0%B3%D0%B0>. (in Ukrainian)
4. Kosheva G.O. *Derzhavni mekhanizmy upravlinnya enerhozberezhennyam : avtoref.dys.kand.nauk z derzh.upr. : 25.00.02* [State Mechanisms of Energy Saving Management : autors ref. Dissertation for the State Administration : 25.00.02]. Donetsk : Donetsk State University of Management, 2011, 19 p. (in Ukrainian)
5. Litvin I.V. and Zhulinsky M.V. *Innovatsiyni tekhnolohiyi enerhoefektyvnosti na pidpryyemstvakh svitlotekhnichnoyi haluzi v konteksti realizatsiyi rehional'noyi ekonomichnoyi polityky* [Innovative Technologies of Energy Efficiency at the Enterprises of the Lighting Industry in the Context of the Implementation of regional Economic Policy]. *Sotsial'no-ekonomichni problemy suchasnoho periodu Ukrayiny* [Socio-economic Problems of the Modern Period of Ukraine]. Vol. 5 (109), 2014, pp. 285–294. (in Ukrainian)
6. Pawlak A. Requirements and Assessment Method for Local Lighting. Lighting Technique. Guide-Information, edited by W. Dybczynski and J. Grzonkowski. T. II. Polish Lighting Committee SER, Warsaw, 1998.

Надійшла до редакції: 11.06.2023.