УДК 621.321 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.3.1.3

Є. О. БАГАНОВ
кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри енергетики, електротехніки і фізики
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-8771-5735

Н. Л. ДОН
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-9503-5326

І. Ф. ПОГРЕБНЯК
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0003-0935-1168

О. О. КОРНІЄНКО
здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
кафедри програмних засобів і технологій
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0009-0002-3145-4382

СВІТЛОТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЮВАННЯ В DIALUX EVO

У статті представлено результати впровадження сучасних інформаційних технологій моделювання для виконання світлотехнічних розрахунків при розробці системи електропостачання промислового підприємства в освітньому процесі при підготовці фахівців першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка).

З використанням моделювання в DIALux Evo при виконанні світлотехнічних розрахунків розроблено оптимальну мережу загального освітлення цеху промислового підприємства, яка відповідає чинним вимогам та діючим галузевим нормам. На прикладі мережі загального освітлення зварювального цеху заводу важкого машинобудування показано, що спеціалізований програмний пакет DIALux Evo дозволяє працювати з різноманітними джерелами світла, моделювати їх взаємодію з навколишнім середовищем і отримувати точні світлотехнічні розрахунки, які допомагають оптимізувати мережу загального освітлення цеху та систему електропостачання промислового підприємства відповідно.

За результатами світлотехнічного розрахунку мережі освітлення зварювального цеху за методом питомої потужності розрахункова потужність мережі освітлення на основі світлодіодних ламп склала 4,3 кВт; за результатами світлотехнічного розрахунку на базі проведеного моделювання в DIALux Evo розрахункова потужність мережі освітлення на основі світлодіодних ламп склала 5,6 кВт. Відповідно, показано, що розробка освітлення в Dialux EVO дає важливе уточнення в розрахунках і є ефективним методом.

Зазначено, що впровадження сучасних технологій моделювання в освітній процес під час виконання курсової роботи з освітньої компоненти «Електропостачання» покращує професійні навички здобувачів освіти зі спеціальності G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) та підвищує конкурентоспроможність на ринку праці.

Ключові слова: *системи електропостачання цеху промислового підприємства, розробка мережі освітлення цеху, світлотехнічний розрахунок, освітленість, моделювання, DIALux Evo.*

© Баганов Є. О., Дон Н. Л., Погребняк І. Ф., Корнієнко О. О., 2025
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Ye. A. BAGANOV
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Energy, Electrical Engineering and Physics
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-8771-5735

N. L. DON
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Energy, Electrical Engineering and Physics
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-9503-5326

I. F. POGREBNIAK
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Energy, Electrical Engineering and Physics
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0003-0935-1168

O. O. KORNIIENKO
Student of the First (Bachelor's) Level of Higher Education
Department of Program Tools and Technologies
Kherson National Technical University
ORCID: 0009-0002-3145-4382

LIGHTING CALCULATIONS OF LIGHTING NETWORKS POWER SUPPLY SYSTEMS USING MODELING IN DIALUX EVO

The article presents the results of the introduction of modern information technologies of modeling for the performance of lighting calculations in the development of the power supply system of an industrial enterprise in the educational process in the training of specialists of the first (bachelor's) level of education in the specialty G3. Electrical Engineering (141. Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics).

With the use of modeling in DIALux Evo when performing lighting calculations, an optimal network of general lighting of the workshop of an industrial enterprise has been developed, which meets the current requirements and current industry standards. On the example of the general lighting network of the welding shop of a heavy engineering plant, it is shown that the specialized software package DIALux Evo allows you to work with a variety of light sources, simulate their interaction with the environment and obtain accurate lighting calculations that help optimize the general lighting network of the workshop and the power supply system of an industrial enterprise, respectively.

According to the results of the lighting calculation of the lighting network of the welding shop using the specific power method, the design power of the lighting network based on LED lamps was 4.3 kW; according to the results of the lighting calculation based on the simulation carried out in DIALux Evo, the design power of the lighting network based on LED lamps was 5.6 kW. Accordingly, it is shown that the development of lighting in Dialux EVO provides an important clarification in the calculations and is an effective method.

It is noted that the introduction of modern modeling technologies into the educational process during the course work on the educational component "Power Supply" improves the professional skills of students in the specialty G3. Electrical Engineering (141. Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics) and increases competitiveness in the labor market.

Key words: *power supply systems of an industrial enterprise workshop, development of a workshop lighting network, lighting calculation, illumination, modeling, DIALux Evo.*

Постановка проблеми

Сучасне промислове підприємство – це складний комплекс електротехнічних пристроїв з високим ступенем автоматизації, що висуває високі вимоги до надійності електропостачання, дотримання правил електробезпеки, якості електроенергії [1].

Системою електропостачання промислового підприємства є сукупність пристроїв для виробництва, передачі і розподілу електроенергії, які створюються для забезпечення живлення електроенергією приймачів. До системи електропостачання відносяться силова мережа (установка) та мережа освітлення (освітлювальна установка) [1].

Розрахункова потужність освітлювальної установки визначається на підставі світлотехнічного розрахунку після вибору потужності і кількості світильників, тобто відповідно до встановленої потужності світильників [2, 3].

Наразі при розробці оптимальної системи електропостачання є очевидною потреба у високоякісних інструментах для проєктування, моделювання та оптимізації таких систем. Саме в цьому контексті прикладне програмне

забезпечення відіграє важливу роль, надаючи інженерам та проєктувальникам потужний інструментарій для розробки [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні інформаційні технології надають безліч рішень для планування освітлення в різних приміщеннях та відкритих просторах. Одним із найкращих програмних пакетів для розрахунку освітлення на ринку програмного забезпечення є спеціалізований програмний пакет для автоматизації та стандартизації розрахунків освітлення DIALux німецької фірми DIAL [4, 5].

DIALux працює на всіх поточних платформах Windows і безперервно ведеться поліпшення програми кваліфікованої групою розробників. DIALux розповсюджується безкоштовно [5].

DIALux проводить розрахунок всіх необхідних світлових характеристик: яскравості, всіх видів освітленості, показників блискучості, КПО тощо. З його допомогою можна розрахувати денне світло і тіні при плануванні освітлення. Програма приймає до уваги географічне розташування будівлі, погодні умови і тіні від навколишніх будівель і інших об'єктів [5].

Це дає можливість правильно спроєктувати та точно визначити необхідну кількість освітлювального обладнання та місця їх встановлення відповідно до норм і стандартів.

DIALux виконує світлотехнічні розрахунки, враховуючи безліч факторів, які не враховуються при проєктуванні освітленості за табличними методами. DIALux дозволяє оцінити результат для різного виду діаграм розподілу освітленості і тривимірної візуалізації. У DIALux вбудований візуалізатор Pov-ray, що дозволяє отримати фотореалістичне тривимірне зображення розподілу освітленості. Є можливість імпорту планів та експорту результатів розрахунку в AutoCAD. DIALux враховує всі сучасні вимоги до дизайну та розрахунку освітлення, відповідно підтримує міжнародні та національні стандарти європейських країн [4].

Одним із інструментів DIALux є високоефективний додаток DIALux Evo, який пропонує широкий спектр можливостей для ефективного проєктування освітлення в різних приміщеннях. Зокрема, в DIALux Evo можна змоделювати детальні візуалізації, що дозволяють бачити результат роботи освітлювальної установки в режимі реального часу [4].

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є аналіз ефективності використання сучасних технологій моделювання для виконання світлотехнічних розрахунків при розробці системи електропостачання промислового підприємства.

Викладення основного матеріалу дослідження

В Херсонському національному технічному університеті при підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) передбачено виконання курсової роботи з освітньої компоненти «Електропостачання» за темою «Розробка системи електропостачання промислового підприємства».

Вихідними даними до розробки системи електропостачання є: генеральний план промислового підприємства, план цеху, перелік установленого обладнання (кількість, потужність та режими роботи електроприймачів цеху).

Наприклад, при розробці системи електропостачання заводу важкого машинобудування передбачається розробка мережі освітлення зварювального цеху. План зварювального цеху та його силова мережа, розроблена в процесі проєктування, наведені на рис. 1.

В AutoCAD згідно до плану розташування та специфіки електроприймачів [1] (установленого обладнання) створено 3D-модель зварювального цеху (рис. 2), яку імпортовано до DIALux Evo [4] для подальшого світлотехнічного розрахунку.

При розміщенні освітлювальних приладів у виробничих приміщеннях необхідно враховувати такі основні умови: створення нормованої освітленості найбільш економічним шляхом; дотримання вимог до якості освітлення (рівномірність, направлення світла, обмеження тіні, пульсації освітленості, а також прямий і відображений блиск), безпечний і зручний доступ для обслуговування, найменшу протяжність та зручність монтажу групової мережі; надійність кріплення освітлювальних приладів [3].

Якщо врахувати вимоги [1, 2] до мережі освітлення виробничих приміщень, порядок світлотехнічного розрахунку є наступним [3]:

– вибір систем і видів освітлення;
– вибір величини освітленості згідно вимог чинних нормативних документів;
– вибір типів джерел світла;
– вибір типів освітлювальних приладів;
– визначення кількості освітлювальних приладів та їх оптимальне розміщення, які забезпечують нормовану в [2] освітленість (з урахуванням коефіцієнту запасу).

Виробниче освітлення розділяють на природне та штучне. При можливості віддається перевага природному освітленню, оскільки воно є найбільш сприятливим для зору людини і краще розсіюється [2].

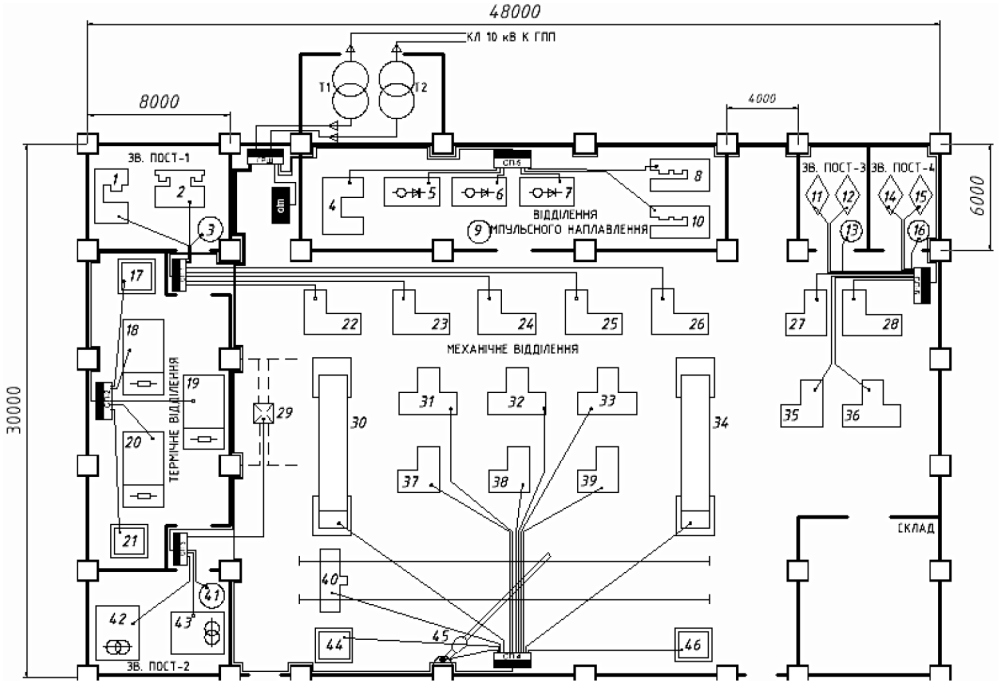

Рис. 1. План електропостачання зварювального цеху

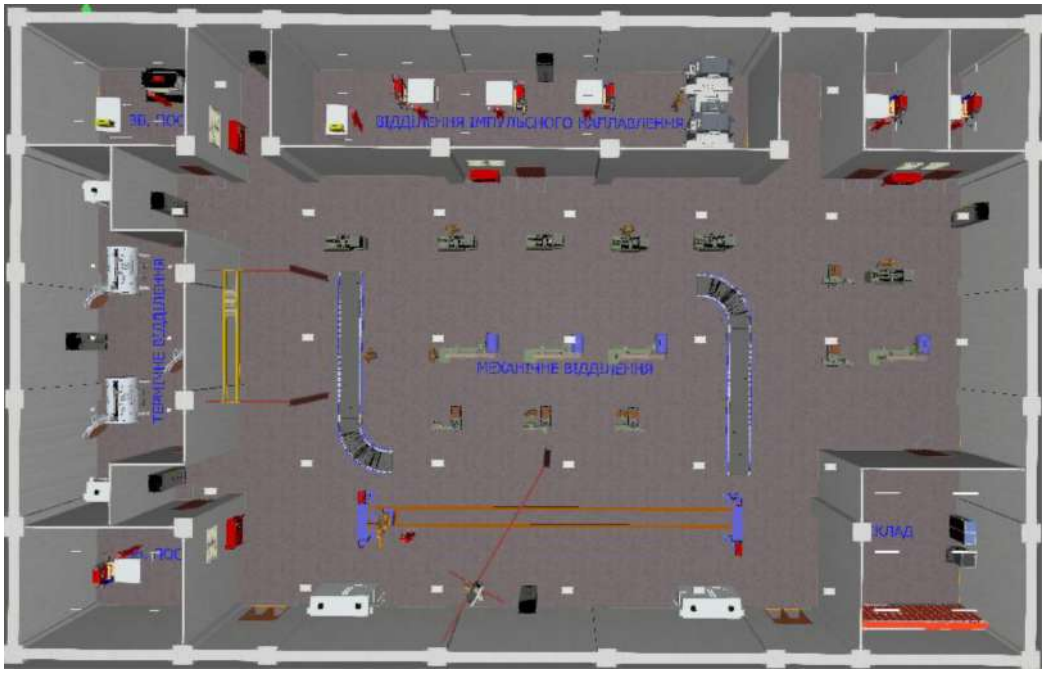

Рис. 2. Зварювальний цех із 3D-моделями обладнання, отримані моделюванням в DIALux Evo [4]

У зварювальному цеху, згідно з його планом, не передбачена установка вікон, тому виробниче освітлення можливо виконати лише штучним.

Більша частина механічного відділення зварювального цеху займається обробкою металів та заготовок. Характеристика зорової роботи – середньої точності, розряд зорової роботи – четвертий. Відповідно, при загальному освітленні норма освітленості – 300 лк [2].

На рис. 3 наведено вигляд приміщень та ізолінії освітленості механічного відділення зварювального цеху, отримані моделюванням DIALux Evo [4]. Згідно до результатів розрахунку прийнято до встановлення у механічному відділенні зварювального цеху світильники Philips BY481P LED250S/840 PSD WB GC SI, які рекомендовано встановлювати у приміщеннях промислового призначення з високими стелями [2].

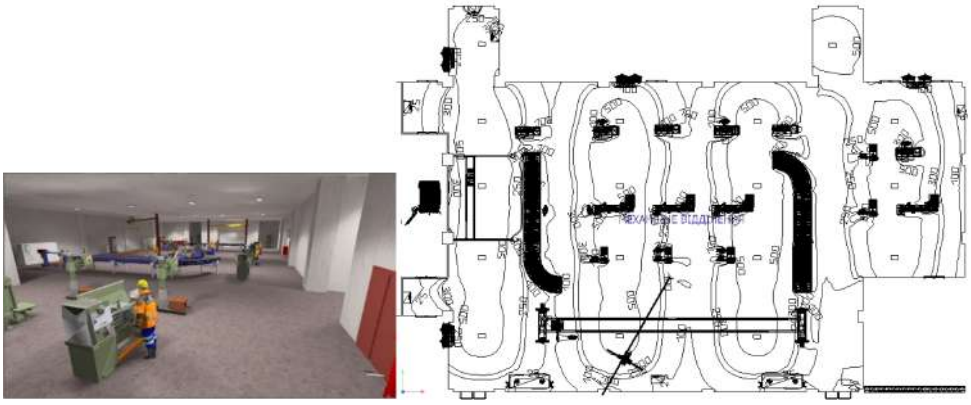

Рис. 3. Вигляд приміщень та ізолінії освітленості механічного відділення зварювального цеху, отримані моделюванням в DIALux Evo [4]

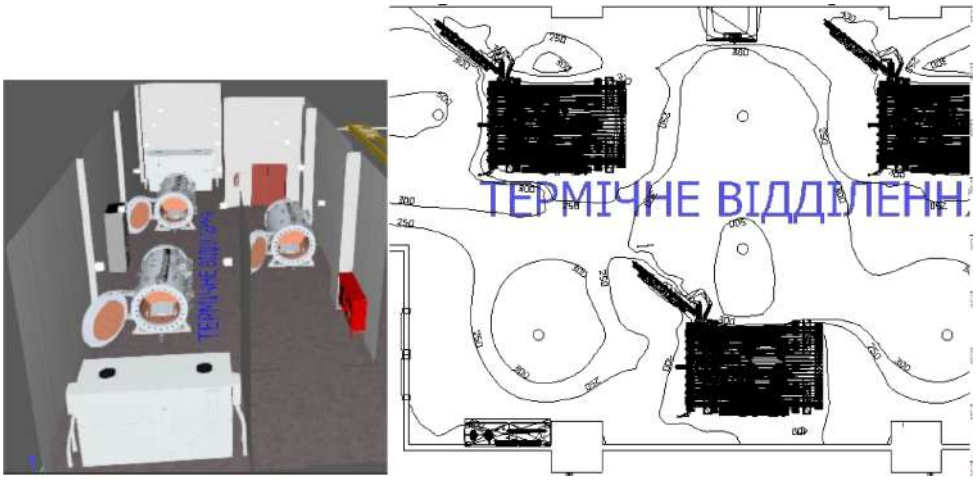

Рис. 4. Вигляд приміщень та ізолінії освітленості термічного відділення зварювального цеху, отримані моделюванням в DIALux Evo DIALux Evo [4]

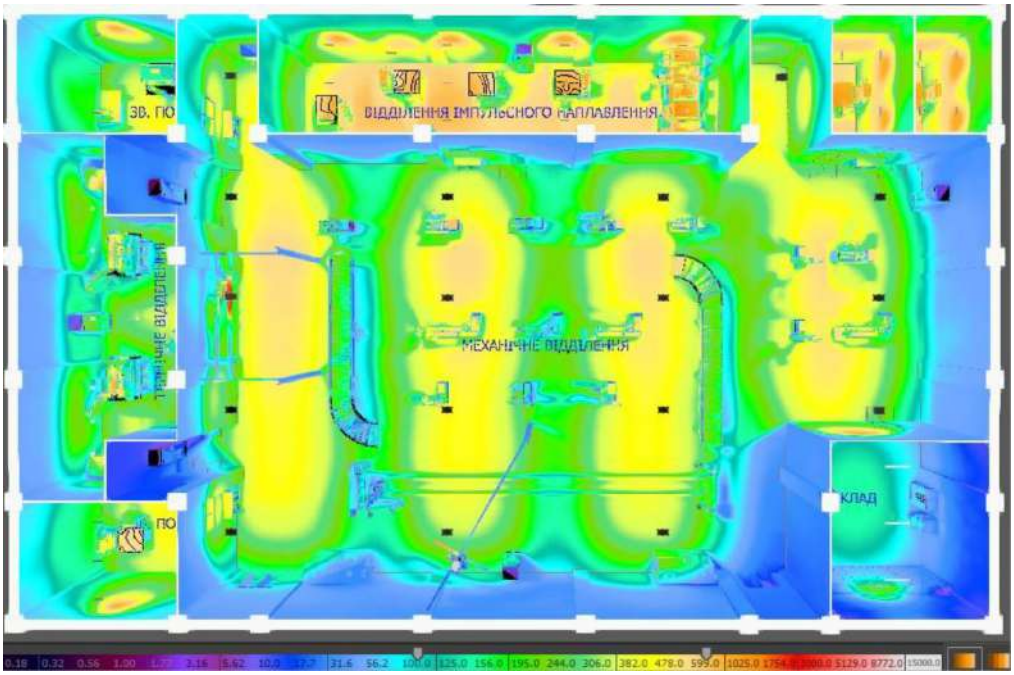

Рис. 5. Розподіл освітленості зварювального цеху, отриманий моделюванням в Dialux EVO

На рис. 4 наведено вигляд приміщень та ізолінії освітленості термічного відділення зварювального цеху, отримані моделюванням DIALux Evo [4]. У термічному відділенні прийнято до встановлення вибухозахищені світильники, які забезпечують стабільну продуктивність у вибухонебезпечних середовищах. На рис. 5 наведено розподіл освітленості зварювального цеху, отриманий моделюванням в DIALux Evo [4].

За результатами світлотехнічного розрахунку мережі освітлення зварювального цеху за методом питомої потужності згідно методики [2] розрахункова потужність мережі освітлення на основі світлодіодних ламп склала 4,3 кВт.

За результатами світлотехнічного розрахунку мережі освітлення зварювального цеху на базі проведеного моделювання в DIALux Evo [4] розрахункова потужність мережі освітлення на основі світлодіодних ламп склала 5,6 кВт. Можна констатувати, що розробка освітлення в Dialux EVO [4] дає важливе уточнення в розрахунках і є ефективним методом.

Висновки

В роботі проведено аналіз ефективності використання сучасних технологій моделювання для виконання світлотехнічних розрахунків при розробці системи електропостачання промислового підприємства.

Зокрема, з використанням моделювання в DIALux Evo в світлотехнічних розрахунках розроблено оптимальну мережу освітлення цеху промислового підприємства, яка відповідає чинним вимогам та галузевим нормам.

На основі проведеного дослідження показано, що DIALux Evo дозволяє працювати з різноманітними джерелами світла, моделювати їх взаємодію з навколишнім середовищем і отримувати точні світлотехнічні розрахунки, які допомагають оптимізувати мережу освітлення і систему електропостачання відповідно.

З іншого боку, використання DIALux Evo в освітньому процесі при підготовці фахівців зі спеціальності G3. Електрична інженерія (141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) покращує професійні навички здобувачів освіти та підвищує конкурентоспроможність на ринку праці.

Список використаної літератури

1. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будівлі підприємств. Параметри. [Чинний від 2012-12-01 року] / Мінрегіон України. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_2_2_29/5-1-0-1146 (дата звернення: 24.08.2025). Назва з екрана.
2. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення [Чинний від 2019.02.28] / Мінрегіон України. К.: Укрархбудінформ, 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2 (дата звернення: 24.08.2025). Назва з екрана.
3. Основи світлотехніки [Електронний ресурс]. Режим доступу: elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ЕНП Основи світлотехніки/ (дата звернення: 24.08.2025). Назва з екрана.
4. DIALux: the worldwide leading lighting design software [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.dialux.com/en-GB/ (дата звернення: 24.08.2025). Назва з екрана.
5. Free DIALux basic course [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.dialux.com/en-GB/free-dialux-basic-course (дата звернення: 24.08.2025). Назва з екрана.

References

1. DSTU B V.2.2-29:2011 Industrial buildings. Parameters. [Effective from 2012-12-01 roku] / Ministry of Regional Development of Ukraine. K.: Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine, 2012 [Electronic resource]. Access mode: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_2_2_29/5-1-0-1146 (last access: 24.08.2025). Title from the screen.
2. DBN V.2.5-28:2018. Natural and artificial lighting [Effective from 2019.02.28] / Ministry of Regional Development of Ukraine. K.: Ukrainian Construction Information Agency, 2018 [Electronic resource]. Access mode: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2 (last access: 24.08.2025). Title from the screen
3. Fundamentals of lighting technology [Electronic resource]. Access mode: elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ ENP Fundamentals of Lighting Technology / (last access: 24.08.2025). Title from the screen.
4. DIALux: the worldwide leading lighting design software [Electronic resource]. Access mode: https://www.dialux.com/en-GB/ (last access: 24.08.2025). Title from the screen.
5. Free DIALux basic course [Electronic resource]. Access mode: https://www.dialux.com/en-GB/free-dialux-basic-course (last access: 24.08.2025). Title from the screen.

Дата першого надходження рукопису до видання: 22.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 20.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025