

Список використаних джерел

1. Global LED Lighting Market Report, 2024-2030. Market Research Future. 2024.
2. Zhang J., Huang X. "Advancement in LED Technology for Urban Lighting". Journal of Sustainable Lighting, 15(3), pp. 234-251. 2024.
3. Philips Lighting. "CityTouch: Connected Lighting for Smart Cities". Technical Report. 2023.
4. Wang H., Chen Y. "IoT Applications in Urban Street Lighting Systems". IEEE Internet of Things Journal, 11(2), pp. 1845-1860. 2023.
5. Schröder Group. "EXEDRA: Smart City Control System". White Paper. 2024.
6. Acuity Brands. "ROAM: Remote Operations Asset Management". Technical Overview. 2023.
7. Sol Inc. "Solar Street Lighting Solutions for Sustainable Cities". Product Catalog. 2024.
8. Enel X. "Hybrid Lighting Systems: Combining Grid and Solar Power". Technical Report. 2023.
9. Figueiro M., Steverson B. "Circadian-effective Light and Its Impact on Human Well-being". Lighting Research & Technology, 53(2), pp. 214-234. 2023.
10. OSRAM. "Human Centric Lighting in Office Environments". Case Study Report. 2024.
11. Digital Illumination Interface Alliance. "DALI-2 Standard and Implementation". Technical Specification. 2023.
12. Lutron Electronics. "Quantum Total Light Management". System Overview. 2024.
13. Helvar. "Machine Learning in Lighting Control Systems". White Paper. 2023.
14. Haas H., Yin L. "LiFi: Transforming Light into Data". Proceedings of the IEEE, 112(4), pp. 647-665. 2024.
15. Oledcomm. "LiFiMAX: High-speed Wireless Communication through Light". Technical Documentation. 2023.
16. International Energy Agency. "Energy Efficiency in Lighting Technologies". Annual Report. 2024.
17. Chen G., Zhang T. "Biophilic Lighting Design: Integration of Living Organisms". Architectural Lighting, 28(3), pp. 112-125. 2024.
18. Kim J., Lee S. "Quantum Dot and OLED Technologies in Next-Generation Lighting". Nature Photonics, 16(1), pp. 78-92. 2023.
19. United Nations. "Sustainable Development Goal 7: Affordable and Clean Energy". Progress Report. 2024.

УДК 628.98

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНУ ІНФРАСТРУКТУРУ БУДІВЕЛЬ

Лобунько Роман Валерійович

викладач вищої категорії

Міхєєва Вікторія Юрївна

викладач I категорії

ВСП «Електромеханічний фаховий коледж Харківського національного університету

міського господарства імені О. М. Бекетова»

E-mail: lobunkoroman@gmail.com

Сучасні підходи до енергоефективного проєктування будівель вимагають інтеграції інтелектуальних систем управління, зокрема в освітленні, як одного з ключових компонентів.

В умовах глобального енергетичного переходу інтелектуальні системи освітлення (ICO) виступають ефективним інструментом для зменшення споживання електроенергії, покращення умов перебування в приміщеннях та зменшення впливу на навколишнє середовище.

ICO – це системи, що забезпечують автоматизоване регулювання освітлення на основі даних від сенсорів, аналізу зовнішніх умов та заданих алгоритмів. Вони включають компоненти збору інформації (датчики освітленості, руху, присутності), системи прийняття рішень (контролери, програмне забезпечення), а також виконавчі пристрої (димери, реле, освітлювальні прилади).

За результатами досліджень [2], автоматичне керування освітленням дозволяє знизити споживання енергії на 30-70% залежно від типу об'єкта та технологій, що використовуються.

Технічна реалізація інтелектуального освітлення передбачає використання новітніх апаратних засобів, таких як мікроконтролери, бездротові інтерфейси (ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi), датчики та хаби управління. Особливе місце займає програмне забезпечення – як локальне, так і хмарне – яке забезпечує аналітику, діагностику, побудову сценаріїв та керування системою в реальному часі. Поєднання ICO з інтернетом речей (IoT) дозволяє підключати освітлення до єдиної цифрової екосистеми будівлі.

Серед поширених рішень – платформи Philips Hue, Osram Lightify, Lutron, Xiaomi Smart Lighting. Вони мають відкриті протоколи та дозволяють масштабування – від кімнати до великих офісів і промислових підприємств.

У житловому секторі ICO дозволяють створити комфортне освітлення для кожної кімнати, оптимізуючи роботу за допомогою розкладів, таймерів і голосового управління. В освітніх закладах системи розумного освітлення дозволяють адаптувати рівень освітленості до вікових особливостей учнів, змісту занять і часу доби, покращуючи концентрацію та зменшуючи втому.

У промисловості та офісах ICO використовуються для зонального освітлення, освітлення за графіками, підвищення безпеки та мінімізації впливу людського фактора. Особливо ефективно такі системи себе показують у логістичних центрах, де робота триває 24/7.

В Україні та за кордоном заплановано та реалізовано чимало інноваційних проєктів інтелектуального освітлення – проєкти адаптивного вуличного освітлення з використанням технологій LoRaWAN, системи «розумного» освітлення у закладах освіти, які дозволяють не лише знизити споживання енергії до 40%, а й підвищити рівень комфорту.

У Європейському Союзі використання інтелектуального освітлення у новобудовах є обов'язковим елементом проєктування у рамках концепції «розумного міста». Наприклад, у Нідерландах місто Ейндховен впровадило систему освітлення Philips CityTouch, яка дозволяє керувати кожним ліхтарем окремо, надає аналітику про його роботу та значно економить електроенергію [3,4].

Інтелектуальні системи освітлення поділяються на:

- централізовані (керування здійснюється з одного центрального вузла);
- децентралізовані (рішення приймаються локальними контролерами);
- гібридні (поєднання обох підходів) [1].
- Принципи побудови ICO базуються на інтеграції наступних елементів:
- сенсорів (освітленості, руху);
- адаптивного програмного забезпечення;
- мережевих технологій (наприклад, KNX, DALI, ZigBee) для обміну даними;
- інтерфейсів користувача для налаштування систем.

Впровадження ICO дає змогу:

- значно скоротити енергоспоживання, особливо у великих адміністративних та освітніх будівлях;

- автоматизувати контроль освітлення залежно від присутності людей і природного освітлення;
- забезпечити комфорт користувачам внаслідок стабільного рівня освітлення;
- підвищити безпеку в будівлях і на прилеглих територіях;
- оптимізувати витрати на експлуатацію та обслуговування систем освітлення.

Інтелектуальні системи можуть працювати за декількома алгоритмами:

- за розкладом;
- на основі даних сенсорів (рух, присутність);
- адаптивно – з навчанням моделей споживання;
- з урахуванням рівня зовнішньої освітленості [1].

Інноваційним підходом є застосування систем, що самонавчаються (machine learning), які можуть коригувати параметри освітлення залежно від змін у режимах використання приміщення.

Серед основних викликів та бар'єрів для масового впровадження ICO залишаються:

- високі початкові витрати на обладнання та монтаж;
- відсутність достатньої кількості фахівців для проєктування та обслуговування систем;
- інерційність управлінців та забудовників;
- складнощі інтеграції з наявною інфраструктурою.

Однак зменшення вартості технологій, розвиток відкритих протоколів та підтримка державних і міжнародних програм енергоефективності сприяють активному розвитку цього напрямку. Зокрема, за даними досліджень Bloomberg NEF, до 2030 року ринок інтелектуального освітлення зросте втричі.

Інтелектуальні системи освітлення є ключовим елементом сучасної енергоефективної інфраструктури будівель. Їх впровадження не лише дозволяє досягти значної економії енергоресурсів, а й забезпечує комфортні, безпечні умови перебування людей. Враховуючи тенденції диджиталізації та впровадження «розумних» технологій, ICO мають стати стандартом у проєктуванні нових та модернізації наявних будівель.

Список використаних джерел

1. Кислиця Д., Басова Ю., Кислиця С., Кожушко, Р., Захарченко С. Системи автоматичного керування освітленням – ефективний шлях економії електроенергії та підвищення якості освітлення. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.4.031>
2. Друбецька Т., Мітяєв Д. Дослідження методів освітлення та розробка рекомендацій по їх покращенню. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2023.276070>
3. Philips CityTouch – <https://www.signify.com/global/sustainability>
4. EU Smart Cities Marketplace – <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/>

УДК 629.429.3:621.313

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ

Прядко Олександр Валерійович,
аспірант

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова
E-mail: alexandrpriad@gmail.com