

Отже, такого пристрою як Daysimeter у мене немає, а знати як саме впливає світло на циркадні ритми і пригнічення мелатоніну від джерела світла цікаво. Тому, для цього, я використаю ті інструменти, які є доступні: інструмент Excel Міжнародного інституту будівництва свердловин та CIE S026 Toolbox. За її допомогою були визначені значення: освітленість, опромінення, фотонного випромінення, 5 значень б-опік освітленостей фотопігментів, 5 значень б-опік ефективності світлового випромінення, 5 значень б-опік еквівалент денного світла (D65), 5 значень б-опік еквівалент денного світла (D65), неокруглені значення б-опік ефективності випромінювання яскравості (ELR) для денного світла (D65), а також б-опічні освітленості в радіометричній та фотонній системі

Список використаних джерел

1. Циркадні ритми та розлади циклу «сон – неспання»: від фізіології до наслідків. *Український медичний часопис*. 02.12.2024. URL: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-260753-tsirkadni-ritmi-ta-rozladi-tsiklu-son-nespannya-vid-fiziologiyi-do-naslidkiv (дата звернення: 05.02.2025). DOI: 10.32471/umj.1680-3051.165.260753.
2. Saper C.B., Scammell T.E., Lu J. (2005) Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. *Nature*, 437(7063): 1257–1263. doi: 10.1038/nature04284.
3. Logan R.W., McClung C.A. (2019) Rhythms of life: circadian disruption and brain disorders across the lifespan. *Nat. Rev. Neurosci.*, 20: 49–65.
4. Circadian Rhythm Sleep Disorder. *Cleveland clinic*. URL: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/12115-circadian-rhythm-disorders> (date of access: 09.02.2025).
5. S. Babilon, S. Beck, J. Kunkel, J. Klabes, P. Myland, S. Benkner, T. Q. Khanh (2021) Measurement of circadian effectiveness in lighting for office applications *Journal Applied Sciences*. 2021, 11(15), 6936; <https://doi.org/10.3390/app11156936>.
6. Назаренко Л.А. Меланопічна фотометрія // Л.А. Назаренко, О.М. Діденко // *Український метрологічний журнал*. Х.: Національний науковий центр «Інститут метрології»: 2023, № 3, с.37-44 DOI.org/10.24027/2306-7039.3.2023.291952.
7. FIVE metrics of circadian rhythm lighting. *Yuji Lighting*. URL: https://yujilighting.com/blogs/research/five-metrics-of-circadian-rhythm-lighting?srltid=AfmBOoqagTgDniVWl0wzBemTui9_gEvJwqR8Qt3NNUktX9IvklNUSTTW (date of access: 20.02.2025).

УДК 621.321

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИМИ ПРИСТРОЯМИ

Федоренко Богдан Павлович,

магістрант кафедри Світлотехніки і джерел світла

Герасименко Віталій Анатолійович,

кандидат технічних наук, доцент

Закурдай Світлана Олександрівна,

кандидат технічних наук, доцент

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

E-mail: Bohdan.Fedorenko@kname.edu.ua

У сучасних умовах зростання цін на енергоресурси та з огляду на глобальні тенденції сталого розвитку, особливої актуальності набуває питання раціонального використання

електроенергії. Значну частину енергоспоживання в будівлях та інфраструктурних об'єктах становлять системи освітлення. За відсутності ефективного керування, саме ці системи можуть спричиняти суттєві перевитрати електроенергії.

Оптимізація роботи світлотехнічного обладнання є важливою складовою енергозбереження, оскільки дозволяє не лише знизити експлуатаційні витрати, але й мінімізувати негативний вплив на довкілля, зокрема шляхом зменшення викидів парникових газів. Упровадження сучасних технологій автоматизованого та інтелектуального керування освітленням, таких як сенсори руху, датчики рівня освітленості, програмовані таймери, а також рішення на базі Інтернету речей (IoT) дає змогу адаптувати функціонування систем до реальних потреб користувачів, забезпечуючи високу енергоефективність без шкоди для комфорту.

Не менш важливим завданням є зниження вартості впровадження таких рішень. Одним із шляхів досягнення цього є створення оптимізованих алгоритмів керування, які дозволяють спростити структуру системи, зменшити потребу в апаратних компонентах та знизити загальні витрати на встановлення та технічне обслуговування.

У забезпеченні енергоефективності будівель і створенні комфортних умов для користувачів важливу роль відіграє дотримання відповідних нормативних документів та стандартів. Серед ключових регламентуючих актів слід виокремити:

EN 15232 «Енергетична ефективність будівель. Вплив автоматизації, систем управління та менеджменту будівель». Цей стандарт містить класифікацію функцій автоматизації інженерних систем за рівнем їхнього впливу на енергоспоживання. Він також описує методики оцінювання потенціалу енергозбереження та надає інструменти для аналізу ефективності систем керування, зокрема в частині освітлення, вентиляції, опалення тощо [1];

EN 15193 «Енергетична ефективність будівель: потреба в енергії для освітлення». Цей документ встановлює підходи до розрахунку енергетичних потреб для освітлення будівель та дозволяє більш точно оцінювати вплив систем освітлення на загальне енергоспоживання об'єкта [2];

стандарту ISO, що стосуються концепції сталого розвитку та екологічно безпечного середовища, зокрема ISO 15392:2008 та ISO/TS 21929:2006, які визначають загальні принципи сталого будівництва, оцінки якості середовища та соціально-екологічні критерії для інфраструктурних рішень.

Використання цих нормативів у процесі проєктування та експлуатації будівель дозволяє не лише знизити споживання енергії й зменшити витрати на експлуатацію, а й підвищити якість умов проживання та роботи в приміщеннях. Крім того, впровадження європейських і міжнародних стандартів є важливим кроком до формування високотехнологічного, екологічно відповідального та сталого міського середовища, що відповідає сучасним вимогам у сфері енергетичної політики та архітектурної безпеки.

У міжнародній практиці, окрім показника енергоефективності освітлення, яким є LENI (Lighting Energy Numeric Indicator), також широко застосовується показник якості освітлення, відомий як індекс ергономічності освітлення ELI (Ergonomic Lighting Index), який є комплексною оцінкою, що базується на п'яти ключових критеріях, які визначають рівень відповідності освітлення потребам користувача:

- зорове навантаження – враховуються вимоги до точності й складності зорової роботи, що виконується у приміщенні;
- сприйняття простору – оцінюється здатність освітлення формувати візуальну структуру інтер'єру, підкреслювати функціональні зони;
- зоровий комфорт – включає параметри рівномірності освітлення, відсутності відблисків, мерехтіння та відповідність колірної температури;
- підтримка життєдіяльності – відображає вплив світлового середовища на біоритми, настрій та працездатність людини;

- керованість освітлення – стосується можливості користувача регулювати параметри освітлення відповідно до індивідуальних потреб або змін зовнішніх умов.

Таким чином, застосування показника ELI дозволяє забезпечити не лише ефективне з енергетичної точки зору, але й комфортне та безпечне світлове середовище, що сприяє підвищенню якості життя та продуктивності користувачів будівлі.

Комплексне впровадження підходів до енергоефективного й ергономічного освітлення набуває особливої актуальності в умовах цифрової трансформації та зростаючої потреби у раціональному використанні ресурсів в українських містах. Водночас, враховуючи складність реалізації таких рішень і значні витрати трудових та технічних ресурсів, доцільно орієнтуватися на поетапне та часткове застосування технологій BEM (Building Energy Modeling) і BIM (Building Information Modeling), насамперед на стадіях проєктування та експлуатації систем освітлення. Для забезпечення ефективної інтеграції подібних рішень важливо враховувати низку ключових аспектів:

1. Використання кліматичних даних, зокрема змін розсіяної освітленості протягом року залежно від умов 10-бальної хмарності, а також тривалості світлового дня, що дозволить точніше моделювати динаміку природного освітлення.
2. Врахування геометричних параметрів будівлі при розрахунках коефіцієнта природної освітленості, що дасть змогу визначити потенціал використання денного світла в приміщеннях.
3. Математичне моделювання роботи освітлювальних приладів, залежно від балансу природного і штучного освітлення на робочих місцях, а також тривалості їхнього використання. При цьому слід брати до уваги графіки присутності людей у приміщеннях, що дозволяє адаптувати режими освітлення до реального навантаження.
4. Врахування взаємного впливу різних освітлювальних елементів на сумарний рівень освітленості у робочій зоні. Це особливо важливо при створенні алгоритмів керування, які мають враховувати не лише локальні параметри, а й загальний світловий баланс у приміщенні.

На сьогодні у сфері електроосвітлення існує широкий спектр технологічних рішень, спрямованих на зменшення споживання електроенергії. Однак, ефективність системи освітлення не повинна обмежуватись лише зниженням витрат. Для підтримання якісного світлового середовища, важливо забезпечити нормативні рівні освітленості, які відповідають санітарним, ергономічним і функціональним вимогам. Тобто система керування має не лише зменшувати інтенсивність штучного освітлення, а й формувати комфортну, стабільну й адаптивну світлову атмосферу в приміщенні. Для запобігання марного використання енергії за відсутності людей у приміщенні, доцільно передбачити функцію автоматичного відключення освітлення, що може реалізовуватись через стандартні вимикачі, датчики руху або присутності [3-5].

Із розвитком технологій зростає потреба в удосконаленні систем керування світлотехнічними приладами. Перспективним напрямом є подальша інтеграція інтелектуальних технологій, що дозволить підвищити адаптивність, енергоефективність і користувацьку зручність освітлювальних систем у розумному середовищі майбутнього.

Список використаних джерел

1. EN 15232 «Енергетична ефективність будівель. Вплив автоматизації, систем управління та менеджменту будівель».
2. EN 15193 «Енергетична ефективність будівель: потреба в енергії для освітлення».
3. Liisa Halonen and Eino Tetri. Energy savings through energy efficient lighting // *Light & engineering* 2009 № 4, pp. 5-12.
4. К. І. Іоффе, О. Л. Черкашина. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями». Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2018. 56 с.
5. Julia B. Babanova and Vadim A. Lunchev. Energy Saving Capabilities When Using Control Systems For Interior Illumination // *Light & Engineering* 2012 № 1 P. 58-65.