



УДК 621.3

**BASICS AND BENEFITS OF LIGHTING DIGITAL TRANSFORMATION
ОСНОВИ ТА ПЕРЕВАГИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОСВІТЛЕННЯ****Kolisnyk V.R. / Колісник В.Р.***Post-graduate student of the Department of Economic Cybernetics and Informatics /
аспірант кафедри економічної кібернетики.**West Ukrainian National University, Ternopl, Lvivska, 11, 46009**Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, вул. Львівська, 11, 46009*

Анотація. У роботі розглядаються ключові аспекти цифрової трансформації освітлення, вказуючи на переваги, які вона може принести бізнесу та суспільству в цілому. Окреслюються основні технології, що стають фундаментом для створення та розвитку розумних систем. Описано вигоди, які приносить цифрова трансформація освітлення та проблеми з якими зустрічається суспільство в умовах збільшення споживання енергетичних сировинних ресурсів. У статті розглянуто ризики та виклики, пов'язані з впровадженням цифрових технологій: висока вартість, постійні супутні витрати. Важливою частиною статті є акцент на перспективах розвитку, можливостях отримання фінансової та технічної підтримки для розвитку бізнесу у енергоефективному плані. Окрім того у перспективах розвитку згадано про систему LiFi, що виводить поняття про освітлення на зовсім новий рівень. Загалом, стаття визначає, що плановане фінансування та стабільний системний підхід до розвитку цифрових ініціатив – це ті основні елементи, що забезпечуватимуть успіх проєктів цього напрямку.

Ключові слова: Цифрова трансформація, Сенсорні технології, LED-світильники, ЕСКО, LiFi, енергоефективність.

Вступ.

Цифрова трансформація у світлотехніці все більше набуває ключової ролі у намаганні зробити цю сферу ефективнішою, більш комфортною та надійною. Світлодіодне освітлення – це унікальний засіб, що дозволяє перетворити те, що колись було звичайним освітлювальним приладом, на інтелектуальну платформу. Трансформації, що відбуваються виходять за межі вмикання та вимикання світла, додаючи нові функції та переваги, які створюють нові точки цінності та ринкові можливості. Ми знаходимося на самому початку цих змін, і нас чекають захоплюючі часи, коли ми починаємо досліджувати цей новий простір і його можливості. У цій статті ми розглянемо технології, вигоди, виклики та перспективи цифрової трансформації систем освітлення.

Основний текст**1. Технології цифрової трансформації освітлення**

Насамперед важливо розглянути основи технології, що передують цифровій трансформації систем освітлення, перш ніж перейти до вигоди та викликів.

Оскільки світлодіодне освітлення є твердотільною технологією з низькою напругою та миттєвим увімкненням, воно тісно сумісне з цифровим керуванням і сенсорними технологіями. Сенсорна технологія - це доволі звична для нас система, що складається з різних датчиків: освітленості, руху, присутності. Сенсорні технології дозволяють системам освітлення реагувати на присутність людей, вмикати та вимикати освітлення, змінювати яскравість або колір світла відповідно до потреб, створювати безпечне середовище. Сенсорна технологія



дозволяє встановлювати програмні сценарії освітлення, які автоматично регулюються залежно від різних умов. Сенсорні технології порівняно недорогі в установці та обслуговуванні, легкі та зручні в управлінні, довговічні та енергоефективні.

Таким чином сенсорна технологія відіграє основну роль у створенні більш комфортного енергоефективного та безпечного оточення для користувачів та є критичним елементом для вдосконалення сучасних систем освітлення.

Системи керування освітленням з використанням штучного інтелекту вміють аналізувати дані та автоматично оптимізувати роботу освітлення для максимальної ефективності. З появою штучного інтелекту системи освітлення стали більш складними та динамічними, дозволяючи аналізувати дані в реальному часі, реагувати на зміну умов навколишнього середовища та створювати більш розумні та ефективні сценарії освітлення.

LED-світильники, завдяки своїй енергоефективності та довговічності, стали платформою для цифрового освітлення. Вони фактично і започаткували еру цифрової трансформації освітлення завдяки своїм новаторським функціям, будь то енергозбереження, висока яскравість чи безпека.

2. Вигоди, які приносить цифрова трансформація освітлення

Насамперед – це зниження енергоспоживання, що особливо важливо в умовах постійного зростання цін на електроенергію та турботи про довкілля. У зв'язку зі швидким зростанням споживання енергії, обмеженими ресурсами викопного палива та пов'язаними з цим проблемами навколишнього середовища багато країн просувають енергетичну політику з метою підтримки відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності в кожному секторі, зокрема в міських будівлях. З такою енергетичною тенденцією найближчим часом потужності з виробництва електроенергії можуть не встигати за попитом на електроенергію. У всьому світі визнано, що енергозбереження та підвищення енергоефективності є важливими питаннями для вирішення вищезгаданих проблем [3].

Споживання енергії кінцевими споживачами в ЄС протягом 2022 року скоротилося на 2,8% порівняно з 2021 роком, тоді як споживання первинної енергії, яке включає всі споживання енергії, скоротилося на 4%. Незважаючи на цей нещодавній прогрес і загальне скорочення споживання енергії з 2005 року, малоймовірно, що ЄС досягне своїх цілей енергоефективності до 2030 року. Це вимагатиме, щоб щорічні скорочення були в кілька разів сильнішими, ніж спостерігалось в останні роки. Щоб ЄС наблизився до своїх цілей, потрібні сильні, негайні та рішучі дії щодо зменшення споживання енергії [2].

Одним із методів покращення енергетичної ситуації є підвищення енергозбереження та енергоефективності споруд.

- Заміна старого обладнання на нове, високоефективне.
- Встановлення таймерів, що можуть зменшити споживання від 2 до 45%.
- Встановлення датчиків руху та варіаційних систем: димери, кнопки для вимкнення, підсвічування та зміни освітлення. Автоматичні регулятори інтенсивності світла моделюють світловий потік ламп. Економія може досягати 40% при регулюванні інтенсивності освітлення.



- Планування роботи системи освітлення.
- Створення культури, яка охоплює енергозберігаючі практики через навчання та освіти, а також заохочення, працівників практикувати хороші звички енергозбереження.

Покращення комфорту та безпеки також є ключовими аспектами, оскільки цифрові системи можуть адаптуватися до потреб користувачів та автоматично реагувати на зміни у середовищі. Створення комфортного середовища дає змогу оптимізувати робочий процес і підвищити продуктивність. Інвестуючи в належні рішення освітлення, промислові об'єкти можуть значно підвищити безпеку на робочому місці. Достатнє освітлення дозволяє працівникам швидко визначати потенційні небезпеки, несправності обладнання, що дозволяє своєчасно втручатися та запобігати нещасним випадкам.

Окрім переваг у безпеці та продуктивності, інвестиції в належне освітлення також можуть позитивно вплинути на моральний стан працівників. Добре освітлений робочий простір створює приємну та привабливу атмосферу, підвищуючи задоволеність та мотивацію працівників.

3. Виклики та перешкоди у впровадженні цифрової трансформації освітлення

Незважаючи на численні вигоди, цифрова трансформація освітлення також зустрічається з викликами. Висока вартість впровадження нових технологій може бути перешкодою для деяких організацій та підприємств. Витрати, які необхідно враховувати, включають не лише вартість модулів, що з'єднують кожне світло, але й повну мережеву інфраструктуру, необхідну для підключення кожної кінцевої точки до інтернету, включаючи мережеве обладнання та витрати на встановлення. Також важливо врахувати регулярні витрати, такі як плата за ліцензування програмного забезпечення, оплата персоналу, що налагоджуватиме цифрові системи. Освітлення має часто змінюватися, щоб адаптуватися до нових вимог, тому вартість додавання нових вузлів відіграє важливу роль у загальній вартості володіння.

Як і з будь-якою технологією, завжди існує ймовірність виникнення труднощів у роботі та користуванні. Це може спровокувати певні незручності та додаткові фінансові витрати.

Окреме питання конфіденційності та цифрової безпеки, що може бути чутлива до кібератак.

Тому перед впровадженням, будь якої технології необхідно оцінити потреби, провести детальний технічний та фінансовий аналіз, щоб прийняти правильне та найбільш енергоефективне рішення.

4. Перспективи розвитку

Незважаючи на виклики, перспективи розвитку цифрової трансформації освітлення залишаються колосальними. Громадські організації, урядові ініціативи, грантові програми, спеціальні умови кредитування можуть відіграти важливу роль у сприянні цьому процесу шляхом стимулювання інновацій та надання фінансової підтримки. Одним із таких рішень стали ЕСКО-компанії (ЕСКО, англ. ESCO — Energy Service Company, «Компанія з надання енергетичних послуг») та ЕСКО -фінансування [4].



ЕСКО можна розглядати як бізнес-консультантів, орієнтованих на енергетику. По суті, клієнти наймають їх для підвищення їхньої енергоефективності, що може включати заміну застарілого неефективного обладнання на сонячну, когенераційну, вітрову або інші стійкі технології, які зменшують викиди, а також витрати на енергію. У багатьох випадках ця економія може бути значною, сягаючи десятків тисяч або мільйонів євро.

Але ЕСКО також можуть допомогти в управлінні та аудиті існуючих енергетичних систем, щоб визначити сфери, де можна зробити покращення. Вони також можуть допомогти запровадити рейтингові програми та програми ефективності, а також методи зменшення витрат енергії.

Але оплата цих змін часто потребує значних інвестицій, а саме тут і з'являється фінансування.

ЕСКО-фінансування – це тип фінансової угоди, яка використовує енергоефективність об'єкта чи будівлі як заставу для забезпечення кредиту.

ЕСКО-фінансування є зручним способом для багатьох підприємств та установ стати більш енергоефективними без попередніх витрат на придбання обладнання. Оскільки кредит виплачується за рахунок енергозбереження, це також може бути привабливим варіантом для організацій, які мають обмежений доступ до капіталу. Це також дозволяє бізнесу використовувати свої ресурси для інших пріоритетів [1].

Найбільш поширеною моделлю фінансування ЕСКО є угода про спільні заощадження. Це включає в себе ЕСКО проектування, встановлення та управління модернізацією енергоефективності, а потім розподіл заощаджень із власником об'єкта. Заощадження зазвичай розподіляються протягом 10-12 років, після чого власник об'єкта отримує повний контроль над обладнанням і стимулами.

Також доступні інші моделі фінансування ЕСКО, такі як фінансування на основі ефективності, яке передбачає, що ЕСКО отримує частину заощаджень від енергоефективності в обмін на встановлення та керування обладнанням, а також надання послуг з моніторингу та технічного обслуговування.

У сучасному світі з гіперз'єднаннями, де бездротове з'єднання стало необхідністю, з'явилась революційна технологія, яка переосмислює спосіб доступу до інтернету. LiFi, технологію бездротового зв'язку, яка використовує світлові хвилі для передачі даних. LiFi не тільки пропонує надзвичайно високу швидкість, але й може похвалитися чудовими функціями безпеки порівняно з традиційним Wi-Fi.

В епоху, коли конфіденційність і безпека даних є найважливішими, технологія LiFi вводить додатковий рівень безпеки порівняно з традиційними мережами Wi-Fi. Ось чому:

- Фізична безпека: на відміну від сигналів Wi-Fi, які можуть проникати через стіни та поширюватися на великі відстані, сигнали LiFi обмежуються зоною, охопленою джерелом світла.
- Стійкість до радіоперешкод. LiFi працює за допомогою світлових хвиль, що робить його несприйнятливим до звичайних радіоперешкод, забезпечуючи більш надійне та безпечне з'єднання.



- Вимоги прямої видимості. Ця властива вимога додає додатковий рівень безпеки, оскільки запобігає витоку даних за межі призначеної області.

Урбанізація та інтелектуалізація міст створюють нові можливості для розвитку інтелектуальних систем освітлення, що дозволить створити більш безпечно, комфортне та енергоефективне середовище для всіх.

Висновки.

Отже цифрова трансформація освітлення приміщень є ключовим елементом сучасної економіки. Вона не лише допомагає знизити енергоспоживання та покращує комфорт, а й відкриває нові можливості для інновацій та розвитку унікальних систем

Інвестування в цифровізацію – це стратегічно важливе рішення для забезпечення стабільного розвитку, будь-якого бізнесу та його конкурентоспроможності. Пріоритетність інвестування у цифрові технології освітлення сприятиме не лише пришвидшеному інтегруванню нових енергоефективних проєктів, але забезпечуватиме зміцнення і стійкість міжнародної енергосистеми загалом.

Але важливо пам'ятати, що цифрова трансформація освітлення – це лише один із елементів повного циклу процесів з цифровізації середовища.

Ми вбачаємо, що успішний розвиток цифрової трансформації освітлення полягає не лише у фінансовій підтримці, але у стратегічному всебічному плануванні, тісній співпраці різних бізнес секторів та міжнародного співробітництва. У сукупності ці дії допоможуть забезпечити ефективність та стабільність у впровадженні цифрових ініціатив, які мають надзвичайний потенціал у галузі енергоефективності.

Література:

1. European Commission - Joint Research Centre. (n.d.). ESCO financing options. European Commission. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/articles/esco-financing-options>

2. European Environment Agency. (n.d.). Primary and final energy consumption. European Environment Agency. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/primary-and-final-energy-consumption>

3. European Parliament. Energy saving: EU action to reduce energy consumption. European Parliament. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20221128STO58002/energy-saving-eu-action-to-reduce-energy-consumption>

4. Sustainable Energy Finance. (n.d.). What is an ESCO and what is ESCO financing? Sustainable Energy Finance. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://sustainableenergyfinance.co.uk/what-is-an-esco-and-what-is-esco-financing/>

5. Vedvik, Richard, PE. (2023, December 12). "How light systems are evolving to be smarter." Consulting-Specifying Engineer. [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://www.csemag.com/articles/how-light-systems-are-evolving-to-be-smarter/>



6. Watkins, Mary. (2010, August 18). LED Lighting Gets Brighter. «Forbes». [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням: <https://www.forbes.com/2010/08/18/led-bridgelux-lighting-technology-watkins.html?sh=7930f2cd1abf>

7. «High performance secure data connectivity where you need it» . [Електронний ресурс]. Доступно за посиланням:

<https://www.assets.signify.com/is/content/Signify/Assets/signify/global/20200327-the-trulifi-brochure.pdf>

Abstract. *The paper examines key aspects of the digital transformation of lighting, pointing out the benefits it can bring to business and society. The main technologies that become the foundation for the creation and development of smart systems are outlined. The benefits brought by the lighting digital transformation and the problems faced by society in the conditions of increasing consumption of raw energy resources are described. The article discusses the risks and challenges associated with the implementation of digital technologies: high cost, constant associated costs. An important part of the article is an emphasis on development prospects, opportunities for obtaining financial and technical support for energy-efficient business development. In addition, the LiFi system is mentioned as the development prospect, which takes the concept of lighting to a completely new level. In general, the article determines that planned financing and a stable systemic approach to the development of digital initiatives are the main elements that will ensure the success of projects in this direction.*

Key words: *Digital transformation, Sensor technologies, LED lamps, ESCO, LiFi, energy efficiency.*

Науковий керівник: д.е.н., проф. Буяк Л. М.

Стаття відправлена: 02.05.2024 р.

© Колісник В.Р.