

УДК 628.971.6

ІВАНОВА М. С., ОЛЕЙНИКОВА І. В.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ В ОСВІТЛЕННІ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

**Мета.** Розробка концепції інтелектуальної системи управління для впровадження в схему освітлення пішохідних переходів та створення дизайну вуличного світильника задля зменшення витрат на електроенергію та збільшення терміну експлуатації вуличних ліхтарів, використовуючи такі технічні прилади як димер та спеціальні датчики руху.

**Методика.** У процесі дослідження використано методи теоретичного аналізу, моделювання зовнішнього вигляду та створення схеми комплексу інтелектуального керування, основні положення про освітлення пішохідних переходів та дизайн вуличного освітлення, аналіз можливостей датчиків руху та димірування при використанні в освітленні.

**Результати.** Проаналізовано технології застосування димерів та різноманітних датчиків руху в освітленні та виділено сучасні технологічні переваги їх використання. Виявивши проблему в сплаті за електроенергію вуличного освітлення для багатьох місцевих бюджетів було розроблено інтелектуальну систему керування освітленням пішохідних переходів. Система дозволяє отримати значний економічний ефект, знизивши використання електроенергії максимум на 70%. Дана економія досягається застосуванням димірування ламп та спеціальних вузьконаправлених датчиків руху, що мають кут огляду  $6^\circ$  по горизонталі. В стані спокою система тримає потужність ламп на 50%, доки людина не потрапляє в зону дії датчика, й освітленість підіймається до 100% на певно встановлений час. Спеціально підібрані датчики та їх правильне розміщення дозволяє системі спрацьовувати лише тоді, коли людина підходить до пішохідного переходу, та вилучити випадкові непередбачувані включення. Проаналізувавши сучасний ринок вуличного освітлення, було створено та запропоновано дизайн дорожнього світильника.

**Наукова новизна.** Запропоновано використання інтелектуальної системи управління в освітленні пішохідних переходів, адже наразі вона широко застосовується лише як складова частина комплексу «розумний дім». Застосування в схемі освітлення пішохідних переходів димірування та спеціальних вузьконаправлених датчиків руху з кутом огляду  $6^\circ$  по горизонталі, що дозволить вилучити випадкове спрацювання, як від людей та автомобілів, так і від собак та котів. Розроблений новий дизайн дорожнього ліхтаря, на основі проаналізованих положень про правильне освітлення пішохідних переходів.

**Практична значимість.** Освітлення пішохідних переходів наразі є проблемою в нашій країні, адже стається багато аварій, а для хорошого освітлення потрібно витратити багато коштів на електроенергію з місцевих бюджетів. Дана інтелектуальна система управління освітленням пішохідних переходів спеціально розроблена так що, використання електроенергії можна знизити на 70%, а термін служби світильників значно збільшити, наприклад у 1,5 рази, але більш точне значення можна отримати лише після введення першого експериментального зразка. Використання такої системи можливе по всій території України на кожному переході, на відміну від багатьох інших проектів по освітленню дорожніх переходів.

**Ключові слова:** інтелектуальна система управління; пішохідні переходи; димірування; датчики руху; дизайн вуличного світильника.

**Вступ.** Освітлення пішохідних переходів є важливою та невід'ємною складовою інфраструктури міста. Якісно спроектоване освітлення слугує не лише комфорту людей та естетичності навколишнього простору, а й значно зменшує кількість дорожньо-транспортних пригод.

Організація дорожнього руху це достатньо гостра проблема в Україні, адже за останній рік кількість аварій зросла майже на 20%, до 168 107 ДТП, а загинула 3 541 людина, з яких аж

1 198 – пішоходи [1]. Висока освітленість особливо небезпечних та найбільш аварійних ділянок значною мірою вирішує цю проблему, але з іншого боку створює іншу. Вуличне освітлення споживає достатньо багато електроенергії, навіть при використанні світлодіодних світильників. До того ж далеко не завжди використовуються економічні джерела світла В Україні постійне підняття цін на електроенергію створює додаткове навантаження на місцеві бюджети, які й так не надто наповнені [2].

Останнім часом з'являються різні креативні рішення по освітленню дорожніх переходів. В запропонованих проектах міститься: додаткове декоративне підсвічування з використанням світла декількох кольорів, різноманітні вбудовані дорожні маркери та світильники-аплайти. Хоча дані методи підвищують безпеку відповідних зон, але затрати на електроенергію значно зростають. Водночас, вони не пристосовані для широкого впровадження по всій території України та діють лише у великих містах або закордоном [3; 4].

Нині інтелектуальна система управління освітленням існує лише, як частина комплексу роботи «розумного дому». Хоча при її використанні в схемі вуличного освітлення можна зменшити споживання електроенергії до 70%, в залежності від інтенсивності руху пішоходів.

**Постановка завдання.** Мета роботи – обґрунтування доцільності використання інтелектуальної системи управління в схемі освітлення пішохідних переходів. Впровадження даного комплексу, який включає димірування та датчики руху, дозволить регулювати потужність в залежності від наявності пішоходів, що зменшить споживання електроенергії по всій території України. Спеціально розроблений дизайн та правильно встановлені світильники підвищують безпеку всього дорожнього простору включаючи небезпечні та неосвітлені фарами автомобілів ділянки.

**Результати дослідження.** Орієнтуючись на енергоефективність при освітленні пішохідних переходів, перш за все, важлива правильність встановлення освітлювальної техніки.

Під час проектування освітлення для дорожніх переходів важливо, щоб водіям було добре видно пішоходів та їх не засліплювало. Це досягається шляхом створення видимого контрасту між пішохідним переходом і площиною дороги. Для цього замість того, щоб розміщувати світильник прямо над переходом варто використовувати асиметричний розподіл світла, що створює високий вертикальний рівень освітленості пішохода. Створюється чудовий огляд для проїжджого водія транспорту як з малих, так і з великих дистанцій завдяки високому горизонтальному рівню освітленості.

В українському ДБН В.2.5-28:2018 нормується освітлення наземних пішохідних переходів (табл. 1) [5].

Таблиця 1

**Величини середньої і мінімальної освітленості для наземних пішохідних переходів**

-	$E_{\text{сер}}$ , не менше ніж	$E_{\text{мін}}$ , не менше ніж
Комерційні й промислові зони	30 лк	15 лк
Житлові зони	20 лк	6 лк

Якщо спиратися на українські та міжнародні стандарти і рекомендації, можна виділити такі мінімальні вимоги для становища, в якому яскравість дороги знаходиться в межах від 1 до 2 кд/м<sup>2</sup>:

- середня вертикальна освітленість на осі пішохідного переходу на висоті 1 м повинна становити не менше 40 люкс;
- однорідність вертикальної освітленості на смузї дороги перед водієм автотранспорту повинна дорівнювати 0,20;

- середня горизонтальна освітленість на пішохідному переході по поверхні землі – не менше 80 люкс;
- однорідність горизонтальної освітленості – 0,30 [6].

Між освітленням пішохідних переходів та загальним вуличним повинна бути різниця в кольоровій температурі спектру. Зазвичай дороги освітлюються світильниками з газорозрядними натрієвими лампами, які мають жовте світло або світлодіодними з теплим світлом (колірна температура близько 2800–3500 К) [7]. При цьому пішохідні переходи потрібно освітлювати нейтральним білим або ж ледь холодним білим кольором (від 4000 та не більше 4500 К, щоб не створювати світлового забруднення та не порушувати життєвий цикл людей і тварин [8]), створюючи кольоровий контраст на дорозі. Використовуючи біле світло та його асиметричний розподіл, значно збільшується ефективність освітлення.

Коефіцієнт передачі кольору повинен бути не менше 65, а рівень захисту IP 65 та вище, тобто герметичність корпусу, що дозволяє якомога довше користуватися світильником з початковою продуктивністю. Для візуального комфорту учасників дорожнього руху варто використовувати оптичні системи з виділеними асиметричними розподілами світла. Якісно облаштоване освітлення на пішохідних переходах знижує кількість ДТП, особливо в аварійних зонах та складних ділянках.

Вуличні ліхтарі повинні знаходитися на відстані 1 м від дороги та пішохідного переходу. Висота світильника повинна бути в діапазоні 5–6 м. Кількість ліхтарів на одному переході залежить від напрямків руху та кількості смуг дороги. Якщо це односторонній рух з двома смугами достатньо одного світильника (рис. 1 а), якщо дорога має двосторонній рух, то завжди потрібно мінімум два ліхтарі, для забезпечення контрасту в обох напрямках руху (рис. 1 б). Для освітлення дороги з більше ніж двома смугами по одному напрямку руху, наприклад з трьома, то потрібно два світильники, тобто один з кожного боку (рис. 1 в).

Проаналізувавши ринок ламп для вуличного освітлення та використовуючи сучасні елементи створення промислового продукту, пропонується спеціально розроблений сучасний дизайн ліхтаря для освітлення дорожнього переходу (рис. 2).

Використання світлодіодних джерел світла у вуличному освітленні є енергозбережним в порівнянні з іншими видами ламп, але вдосконаливши їх диміруванням, датчиками руху та інтелектуальною системою управління можна значно зменшити витрати електроенергії та місцевих бюджетів.

Димер – це спеціальний прилад, який слугує для регулювання світла (рис. 3). Пристрій плавно змінює яскравість різноманітних ламп, обмежуючи силу електричного струму і, відповідно, потужність. Даний процес має назву «димірування». Димер може від самого початку бути вбудованим в лампу або ж приєднуватися як окремий пристрій. Встановлюючи його окремо, варто перевірити чи сумісний даний світильник з димером, і на скільки він здатний максимально знизити потужність залежно від джерела світла. Наприклад метало галогенні лампи – на 50%, натрієві газорозрядні та люмінесцентні лампи – на 85%, а світлодіоди – на 97% [9].

Зараз на ринку є різноманітні димери, але електронні користуються великою популярністю. В них як силовий елемент використовується напівпровідниковий транзисторний або симісторний ключ. За час свого існування димери добре розвинулися і на сьогодні можуть не лише регулювати яскравість лампи, знижуючи потужність, а й мають інші корисні функції. Серед них:

- можливість регулювати яскравість дистанційно;
- наявність голосового керування;
- імітація присутності;
- вбудовані режими миготіння та затемнення;

- автоматичне вмикання та вимикання димера по заданому налаштуванню таймера [10].

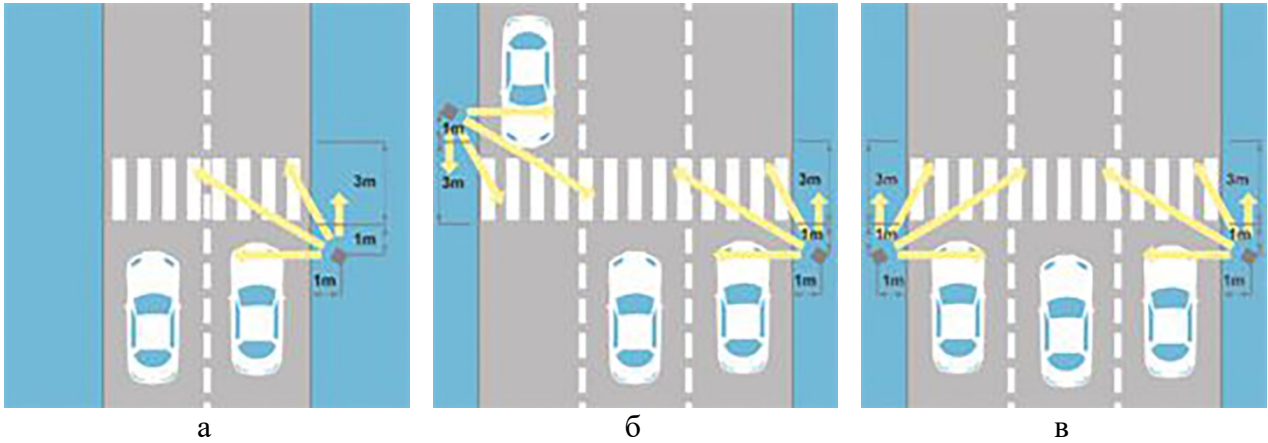


Рис. 1. Освітлення: а) 2-смугової дороги одностороннього руху; б) дороги двостороннього руху; в) 3-смугової дороги одностороннього руху



Рис. 2. Розроблений дизайн вуличного світильника



Рис. 3. Димірування настільної LED-лампи

Димірування може бути, як автоматичний процес. Він регулюється завдяки датчикам освітленості, тобто встановлюється певний рівень освітленості прилеглої території. Димер буде вмикатися та вимикатися за сигналами датчика, тобто світильник в певний час матиме встановлену потужність. Зміна яскравості світла безпечна для людей, що знаходяться поряд, не лише завдяки плавності, а й функції попередження. В додачу, автоматичне димірування розв'язує проблему енергоефективності, істотно зменшуючи витрати електроенергії.

Датчики руху – це пристрої, які автоматично вмикають відповідну приєднану систему на заданий проміжок часу, коли певний рухомий об'єкт потрапляє в зону їх контролю. Сьогодні на ринку є різноманітні датчики для зовнішнього і внутрішнього застосування, різної дальності визначення руху та інших характеристик.

Проаналізувавши сучасні можливості наведених вище пристроїв, пропонується залучення в схему освітлення пішохідного переходу бездротового вуличного вузьконаправленого датчика руху та димірування ламп. При цьому димер може приєднуватися окремо при встановленні системи або ж бути вбудованим у світильник при їх заміні. В даній системі він працює таким чином, що під час стану спокою тримає потужність на 50% (щоб освітленість не була нижчою 20–30 лк в залежності від різновиду зони) до моменту появи людини. Коли спрацює один із двох датчиків руху, що знаходяться по одному з кожного боку переходу, димер збільшує потужність ламп до 100%. Таким чином, можна знизити використання електроенергії максимум на 70%. Ефективність даної системи залежить від місця розташування даного переходу і, відповідно, від кількості пішоходів у різні години.

В даній системі використовуються вузьконаправлені датчики, які визначають рух на відстані до 10 метрів та мають кути огляду: по горизонталі –  $6^\circ$ , по вертикалі –  $90^\circ$ . Датчики розміщені на опорах вуличних ліхтарів (рис. 4).

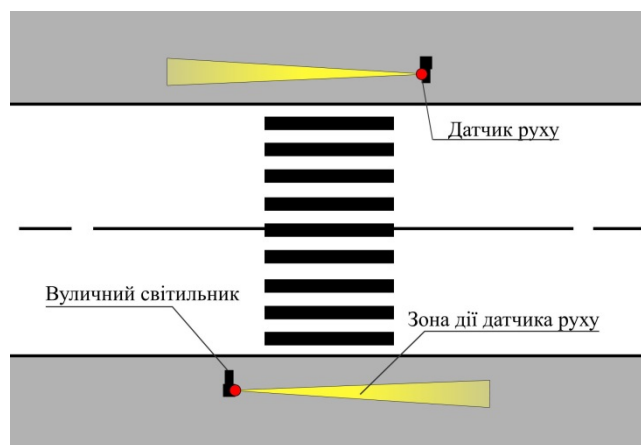


Рис. 4. Схема розміщення датчиків руху

Такі датчики мають вагомні переваги, а саме:

- Завдяки вузько направленості вони не реагують на автотранспорт та пішоходів, які проходять повз.
- При наявності інтелектуального алгоритму ZOE (Zero Operations Evaluations) не реагують на собак, котів та птахів.
- Оснащені двома PIR-сенсорами для виключення помилкових спрацювань.
- Можуть керуватися дистанційно.

Встановлені світильники на одному пішохідному переході будуть програмуватися в групу, яка буде повністю регулюватися при спрацюванні будь-якого датчика руху на цій території. Організація роботи пристроїв керується автоматичною системою управління

освітленням. Технічне рішення даної системи передбачає, що сигнали про зміну стану надходять від датчиків руху до блоку управління в якому генеруються сигнали, призначені групам світильників або окремим освітлювальним приладам. Якщо управління роботою СД (джерел світла) відбувається дистанційно, все керування зосереджене в одному або декількох місцях, наприклад на центральному диспетчерському пункті (ЦДП) [11].

Універсальність та технологічна простота дозволяє використовувати дану систему якомога ширше по всіх містах.

Використання даної системи управління має ряд технологічних та споживчих переваг:

- при появі людини яскравість світильника збільшується не різко, а плавно, що надасть водію та пішоходу час для адаптації на зміну світла та вбереже їх від засліплення;
- широкі можливості управління дозволяють керувати як окремими світильниками, так і зонувати їх на групи з різною кількістю [12];
- керувати такою системою можна дистанційно, вивівши пункт управління на зручне місце;
- при потребі чи надзвичайній ситуації світильники можна легко перепрограмувати;
- відсутність додаткових ліній передач та їх прокладання;
- при монтажу такої системи можна не замінювати освітлювальні прилади, а використовувати вже дієві, додавши інші елементи та пристрої;
- при наявності на дорозі різних джерел освітлення можливе їх сполучення;
- можлива комбінація регульованих і нерегульованих світильників, що є невід'ємною можливістю для зовнішнього освітлення міст, адже всі ліхтарі знаходяться в одній схемі живлення, але понижувати та підвищувати потужність потрібно лише в тих, що направлені на пішохідні переходи;
- при впровадженні можна вибрати найзручнішу та найбільш підхожу модель керування;
- при реформуванні чи добудові чинної схеми освітлення можливе і калібрування системи;
- в пункті управління надається інформація не лише про потужність світильника, а і про його розташування, що може бути корисним при різних обставинах;
- збільшується термін експлуатації освітлювальних джерел світла, що своєю чергою дозволяє підтримувати початкову продуктивність якомога довше;
- значно зменшується витрати на електроенергію та на обладнання і демонтаж, тобто заміну світильників, адже це доведеться робити в рази рідше.

Дані переваги дозволяють з впевненістю рекомендувати інтелектуальну систему управління з використанням димірування та датчиків руху для широкого запровадження в освітленні пішохідних переходів по всій території України. Дана система буде ефективною на більшості територій, окрім місць з великою кількістю пішоходів щоденно.

**Висновки.** Запропоновано використання інтелектуальної системи в освітленні пішохідних переходів, як важливої складової інфраструктури міста. Розглянуто технологію димірування та датчиків руху в освітленні. Використовуючи димери та спеціальні бездротові вуличні вузьконаправлені датчики руху, розроблено концепцію автоматичної інтелектуальної системи управління для освітлення вуличних переходів. Проаналізувавши ринок вуличних ліхтарів, був розроблений дизайн світильника для дорожнього освітлення.

У роботі обґрунтовано доцільність використання даного комплексу. Він значно знизить витрати на електроенергію та збільшить термін експлуатації світильників з їх початковою ефективністю, що дозволить рідше замінювати освітлювальну техніку. Використання електроенергії можна знизити максимум на 70%, в залежності від трафіку пішоходів на конкретній території в різний час.



В подальшому розвитку даний комплекс можна вдосконалити сонячними панелями, що дозволить світильникам перейти на автономне забезпечення електроенергією і значно підвищити енергоефективність.

### References

1. ДТП в Україні: скільки людей травмується і гине на дорогах [Road accidents in Ukraine: how many people are injured and die on the roads]. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/07/21/infografika/suspilstvo/dtp-ukrayini-skilky-lyudej-travmuyetsya-hyne-dorohax> [in Ukrainian].
2. Чому Україна дуже темна країна? [Why is Ukraine a very dark country?]. URL: <https://slavuta-mvk.gov.ua/archives/17490> [in Ukrainian].
3. У Вінниці тестують перший в країні проєкційний пішохідний перехід, влаштований на вулиці з інтенсивним трафіком [Vinnytsia tests the country's first projection pedestrian crossing, arranged on a street with heavy traffic]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-yakisne-zhyttia/3331561-persij-v-kraini-proekcijnij-pisohidnij-perehid-testuut-u-vinnici.html> [in Ukrainian].
4. Світлофори автоматично штрафуватимуть порушників ПДР [Traffic lights will automatically fine traffic offenders]. URL: <https://lexinform.com.ua/v-sviti/svitlofory-avtomatychno-shtrafuvatymut-porushnykiv-pdr/> [in Ukrainian].
5. ДБН В.2.5-28:2018 ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ [DBN B.2.5-28: 2018 NATURAL AND ARTIFICIAL LIGHTING]. P. 36 [in Ukrainian].
6. Офіційний сайт компанії ПОЛІГОНАЛЬ. Освітлення пішохідних переходів [Official site of the company POLYGONAL. Lighting of pedestrian crossings]. URL: [https://polygonal.com.ua/osvItlennya\\_pIshohIdnih\\_perehodIv.php](https://polygonal.com.ua/osvItlennya_pIshohIdnih_perehodIv.php) [in Ukrainian].
7. Мисиук, Ю. П. (2013). Зовнішнє освітлення міст та безпека дорожнього руху [Exterior lighting of cities and road safety]. *Світлотехніка та електроенергетика = Lighting and electricity*, № 3–4, P. 33–39 [in Ukrainian].
8. Назаренко, Л. А., Чернець, В. С. (2016). Проблеми світлового забруднення [Problems of light pollution]. *Світлотехніка та електроенергетика = Lighting and electricity*, № 2, P. 6–17 [in Ukrainian].
9. Литовченко, С. Н., Назаренко, Л. А. (2016). Принципи побудови і вибору елементної бази світлодіодних світильників та їх систем управління (продовження) [Principles of construction and selection of the element base of LED lamps and their control systems (continued)]. *Світлотехніка та електроенергетика = Lighting and electricity*, № 1, P. 30–33 [in Ukrainian].
10. Диміруємі лампи – що це? [Dimmable lamps - what is it?]. URL: <https://milight.com.ua/ua/dimmiruemye-lampy-chto-eto/> [in Ukrainian].

### Література

1. ДТП в Україні: скільки людей травмується і гине на дорогах. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/07/21/infografika/suspilstvo/dtp-ukrayini-skilky-lyudej-travmuyetsya-hyne-dorohax>.
2. Чому Україна дуже темна країна? URL: <https://slavuta-mvk.gov.ua/archives/17490>.
3. У Вінниці тестують перший в країні проєкційний пішохідний перехід, влаштований на вулиці з інтенсивним трафіком. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-yakisne-zhyttia/3331561-persij-v-kraini-proekcijnij-pisohidnij-perehid-testuut-u-vinnici.html>.
4. Світлофори автоматично штрафуватимуть порушників ПДР. URL: <https://lexinform.com.ua/v-sviti/svitlofory-avtomatychno-shtrafuvatymut-porushnykiv-pdr/>
5. ДБН В.2.5-28:2018 ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ. С. 36.
6. Офіційний сайт компанії ПОЛІГОНАЛЬ. Освітлення пішохідних переходів. URL: [https://polygonal.com.ua/osvItlennya\\_pIshohIdnih\\_perehodIv.php](https://polygonal.com.ua/osvItlennya_pIshohIdnih_perehodIv.php).
7. Мисиук Ю. П. Зовнішнє освітлення міст та безпека дорожнього руху. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2013. № 3–4. С. 33–39.
8. Назаренко Л. А., Чернець В. С. Проблеми світлового забруднення. *Світлотехніка та електроенергетика*. 2016. № 2. С. 6–17.
9. Литовченко С. Н., Назаренко Л. А. Принципи побудови і вибору елементної бази світлодіодних світильників та їх систем управління (продовження). *Світлотехніка та електроенергетика*. 2016. № 1. С. 30–33.
10. Диміруємі лампи – що це? URL: <https://milight.com.ua/ua/dimmiruemye-lampy-chto-eto/>
11. Вінце Р. Ж. Розробка систем керування роботою світлодіодних джерел світла:

11. Vintse, R. Zh. (2019). Rozrobka system keruvannia robotoiu svitlodiodnykh dzherel svitla: diplomna robota mahistra za spetsialnistiu 141 – elektroenerhetyka, elektrotehnika ta elektromekhanika [Development of control systems for LED light sources: master's thesis in specialty 141 - electric power, electrical engineering and electromechanics]. Ternopil: TNTU. 112 p. [in Ukrainian].
12. Интеллектуальная система управления уличным и внутренним освещением на основе диммирования. URL: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=149> [in Russian].
11. дипломна робота магістра за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопіль: ТНТУ, 2019. 112 с.
12. Интеллектуальная система управления уличным и внутренним освещением на основе диммирования. URL: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=149>.

**IVANOVA MARHARYTA**

Department of Design, Kyiv National University of  
Technologies and Design, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-7484-7317>  
E-mail: [ukrainianpaintress@gmail.com](mailto:ukrainianpaintress@gmail.com)

**OLEINIKOVA IRYNA**

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,  
Department of Applied Physics and Higher Mathematics,  
Kyiv National University of Technologies  
and Design, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-1756-5203>  
Scopus Author ID: 57191975872  
E-mail: [olejnikova.iv@knutd.com.ua](mailto:olejnikova.iv@knutd.com.ua)

**ИВАНОВА М. С., ОЛЕЙНИКОВА И. В.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОСВЕЩЕНИИ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Цель.** Разработка концепции интеллектуальной системы управления для внедрения в схему освещения пешеходных переходов и создания дизайна уличного светильника для уменьшения затрат на электроэнергию и увеличения срока эксплуатации уличных фонарей, используя такие технические приборы, как димер и специальные датчики движения.

**Методика.** В процессе исследования использованы методы теоретического анализа, моделирования внешнего вида и создания схемы комплекса интеллектуального управления, основные положения об освещении пешеходных переходов и дизайне уличного освещения, анализ возможностей датчиков движения и диммирования при использовании в освещении.

**Результаты.** Проанализированы технологии применения диммеров и различных датчиков движения в освещении и выделены современные технологические преимущества их использования. Обнаружив проблему в оплате за электроэнергию уличного освещения для многих местных бюджетов, была разработана интеллектуальная система управления освещением пешеходных переходов. Система позволяет получить значительный экономический эффект, снизив потребление электроэнергии максимум на 70%. Данная экономия достигается применением диммирования ламп и специальных узконаправленных датчиков движения, которые имеют угол обзора  $6^\circ$  по горизонтали. В состоянии покоя система держит мощность ламп на 50%, пока человек не попадает в зону действия датчика и освещенность поднимается до 100% на установленное время. Специально подобранные датчики и их правильное размещение позволяет системе срабатывать только когда человек подходит к пешеходному переходу, и изъять случайные непредсказуемые включения. Проанализировав современный рынок уличного освещения, было создано и предложено дизайн дорожного светильника.

**Научная новизна.** Предложено использование интеллектуальной системы управления в освещении пешеходных переходов, ведь сейчас она широко применяется лишь как составная часть комплекса «умный дом». Применение в схеме освещения пешеходных переходов диммирования и



спеціальних узконаправлених датчиків руху з кутом огляду  $6^\circ$  по горизонталі, що дозволить виключити випадкове спрацювання, як від людей і автомобілів, так і від собак і котів. Розроблено новий дизайн дорожнього фонаря, на основі проаналізованих положень про правильне освітлення пішохідних переходів.

**Практична значимість.** Освітлення пішохідних переходів зараз проблема в нашій країні, бо відбувається багато аварій, а для хорошого освітлення потрібно витрачати багато грошей на електроенергію з місцевих бюджетів. Дана інтелектуальна система управління освітленням пішохідних переходів спеціально розроблена так, щоб використання електроенергії можна було знизити на 70%, а термін служби світильників значно збільшити, наприклад в 1,5 рази, але більш точне значення можна отримати тільки після введення першого експериментального зразка. Використання такої системи можливо на всій території України на кожному переході, в порівнянні з багатьма іншими проектами по освітленню дорожніх переходів.

**Ключові слова:** інтелектуальна система управління; пішохідні переходи; диммер; датчики руху; дизайн вуличного світильника.

**IVANOVA M. S., OLEJNIKOVA I. V.**

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

### **USE OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEM IN LIGHTING OF PEDESTRIAN CROSSINGS TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY**

**Purpose.** Development of the concept of an intelligent control system for implementation in the scheme of pedestrian crossing lighting and design of a street lamp to reduce electricity costs and increase the service life of street lights, using technical devices such as dimmers and special motion sensors.

**Method.** The research methods of theoretical analysis, modeling of appearance and creation of the scheme of intellectual control complex, basic provisions on lighting of pedestrian crossings and design of street lighting, analysis of possibilities of motion sensors and dimming at use in lighting are used.

**Results.** Technologies of application of dimmers and various motion sensors in lighting are analyzed and modern technological advantages of their use are allocated. Having identified a problem in the payment for electricity for street lighting for many local budgets, an intelligent control system for pedestrian crossing lighting was developed. The system allows obtaining of significant economic effect, reducing electricity consumption by a maximum of 70%. This saving is achieved by using dimming lamps and special narrow motion sensors, which have a viewing angle of  $6^\circ$  horizontally. At rest, the system keeps the lamp power at 50% until the person falls within the range of the sensor and the illumination rises to 100% for the set time. Specially selected sensors and their correct placement allow the system to work only when a person approaches a pedestrian crossing, and to remove accidental unpredictable inclusions. After analyzing the modern street lighting market, the design of a street lamp was created and proposed.

**Scientific novelty.** It is proposed to use an intelligent control system in the lighting of pedestrian crossings, because now it is widely used only as part of the complex "smart home". Application in the scheme of lighting of pedestrian crossings of dimming and special narrowly directed motion sensors with a viewing angle of  $6^\circ$  horizontally that will allow to exclude accidental operation, both from people and cars, and from dogs and cats. A new design of the road lamp has been developed, based on the analyzed provisions on the correct lighting of pedestrian crossings.

**Practical significance.** Lighting of pedestrian crossings is currently a problem in our country, because there are many accidents, and for good lighting you need to spend a lot of money on electricity from local budgets. This intelligent pedestrian crossing lighting control system is specially designed so that the use of electricity can be reduced by 70% and the service life of lamps can be significantly increased, for example by 1.5 times, but a more accurate value can be obtained only after the introduction of the first experimental sample. The use of such a system is possible throughout Ukraine at each crossing, unlike many other projects for lighting road crossings.

**Keywords:** intelligent control system; pedestrian crossings; dimming; motion sensors; street lamp design.