

Олег Сінчук¹, Віктор Горшков²

¹доктор технічних наук, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті

Криворізький національний університет (Кривий Ріг, Україна)

E-mail: speet@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9078-7315>

²викладач,

ВСП «Гірничо-електромеханічний фаховий коледж

Криворізького національного університету» (Кривий Ріг, Україна)

E-mail: horshkov.victor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5129-4083>

УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Метою статті є теоретичне обґрунтування підходу до управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення з урахуванням стохастичності показників вхідних параметрів до системи управління.

Враховуючи стратегії розвитку систем управління та активне впровадження в різні сфери світової економіки джерел розосередженої генерації, у тому числі на базі відновлюваних джерел електричної енергії, розвиваються гібридні системи штучного зовнішнього освітлення, керовані інтелектуальними системами керування. У статті запропоновано підхід до управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення. Запропонована структура електротехнічного комплексу вуличного освітлення на базі світлодіодних освітлювальних пристроїв та сучасних джерел електричної енергії. Враховуючи факт багатокритеріальності вхідних параметрів до системи управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення та неможливості точного попереднього визначення параметрів цих критеріїв, було запропоновано використовувати закон керування із застосуванням елементів нечітких множин, що дозволить покращити якість регулювання з підтримкою команд Fuzzy Logic.

Ключові слова: вуличне освітлення; енергетичне обладнання; електротехнічний комплекс; система управління; розосереджена генерація.

Рис.: 3. Табл.: 2. Бібл.: 15.

Актуальність теми дослідження. Мережі вуличного освітлення є невід'ємною частиною структури комунального господарства міст, селищ та великих населених пунктів. Електротехнічні комплекси вуличного освітлення на сьогодні є енергоємними, тому потребують модернізації з метою подальшої їх ефективної роботи та раціонального використання електричної енергії. Нині можливо досягти таких результатів лише в разі впровадження сучасних технологій та підходів до побудови систем управління [1].

Сучасними елементами систем освітлення є світлодіодні освітлювальні пристрої, які дуже економічні й надійні. Сьогодні проходить планова модернізація вуличного освітлення населених пунктів країни. Тож є доцільним розглядати електротехнічні комплекси вуличного освітлення на базі світлодіодних освітлювальних пристроїв.

Вуличне освітлення є важливою складовою інфраструктури населених пунктів. Якість функціонування зовнішнього освітлення населених пунктів є, з одного боку, запорукою комфорту людей та естетичності навколишнього простору, а з іншого – впливає на зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та інших кримінальних інцидентів [2].

Постановка проблеми. Недоліками застарілих систем вуличного освітлення, що наразі експлуатуються в населених пунктах України, є труднощі калібрування датчиків, чутливість датчиків до забруднення, неможливість реалізації енергозберігаючих алгоритмів роботи, використання графіка включень і виключень освітлення.

Впровадження нових технологій мереж освітлення дозволяють полегшити їх управління та підвищити їхню надійність.

Серед областей-лідерів у споживанні електроенергії зовнішніми освітлювальними мережами слід відзначити Львівську, Дніпропетровську, Харківську, Одеську, Київську, Запорізьку області [3].

За даними державної статистики, Дніпропетровська область за кількістю світлоточок входить у п'ятірку областей із високими показниками та посідає провідне місце серед областей за критерієм протяжності мереж зовнішнього освітлення населених пунктів [3].

Як показав аналіз частки різних типів світлоточок за типами джерел світла у Дніпропетровській області станом на 2019 р., рівень використання енергоефективних штучних джерел світла в зовнішніх освітлювальних мережах Дніпропетровської області середній серед показників інших областей України та становить 40 %, але не достатній для достатнього рівня ефективного електроенергоспоживання [3].

Оскільки Дніпропетровська область за кількістю світлоточок входить у п'ятірку областей з високими показниками та посідає перше місце серед областей за критерієм протяжності мереж зовнішнього освітлення населених пунктів, між тим не має бажаного рівня електроенергоефективності, то на її прикладі можна розглядати нові методи та підходи до модернізації зовнішніх освітлювальних мереж України.

Між тим, за результатами аналізованих даних можна зробити висновок про те, що модернізація систем освітлення з врахуванням енергоощадних технологій є актуальною в Україні. Проведення заходів із модернізації та переоснащення мереж зовнішнього освітлення дає можливість економії коштів на купівлю електричної енергії, розвантажує електромережі та стимулює досягнення бажаного рівня енергоефективного споживання електричної енергії.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. На сьогодні є безліч технічних рішень щодо побудови систем вуличного освітлення та систем управління ними. У запропонованих проєктах міститься широкий спектр функцій, таких як: додаткове декоративне різнокольорове підсвічування, різноманітні вбудовані дорожні маркери та світильники-аплайти та інше. Запропоновані технічні рішення побудови та модернізації вуличного освітлення, безумовно, підвищують безпеку відповідних зон, але обсяги споживання електричної енергії при цьому значно зростають. Водночас ці методи та технічні рішення не мають технічної можливості для широкого впровадження по всій території України та діють лише у великих містах або закордоном [1-5].

Запропоновані інтелектуальні системи управління вуличним освітленням існує лише як частина комплексу роботи «розумного будинку». Хоча при її використанні в схемі управління безпосередньо вуличного освітлення є можливість зменшити споживання електроенергії залежно від інтенсивності руху пішоходів та транспорту.

Дослідження питань формування електроенергетичних систем із джерелами розосередженої генерації знайшли відображення в роботах багатьох учених. Зокрема автори М. Іванова, І. Олейникова, Ю. Мисюк, С. Литовченко, Л. Назаренко, Р. Вінце запропонували 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 [6-15].

Між тим, результати перерахованих досліджень вказують на необхідність розробки удосконалених простих методів управління системами вуличного освітлення. Зважаючи на невизначеність багатьох показників системи керування освітлювальними комплексами, є можливість їх побудови з використанням методології нечіткої логіки.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Між тим, з погляду освітлення дороги та регулювання світлового потоку від вуличних світильників шляхом зміни величини сили струму, з метою зменшення рівня використання електричної енергії, наразі не є ефективним. Цей підхід регулювання необхідний для освітлення доріг у нічний час, за сприятливих погодних умов та зменшення інтенсивності транспортного руху в нічний час [5-8].

Оскільки інтенсивність руху транспорту не є величиною сталою, а залежить як від категорії дороги, так і від пори року, і часу доби, від стану дорожнього покриття та його освітлення і погодних умов, тому є можливість регулювання зовнішнього освітлення дороги залежно від вищеперелічених факторів, враховуючи періодичну зовнішню світлість у різних інтервалах часу.

Тому актуальною проблемою, що потребує вирішення, є побудова системи вуличного освітлення та системи управління нею, що буде у своїй роботі ефективно враховувати всі перераховані фактори.

Мета статті. Метою цієї статті є обґрунтування підходу до управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення з урахуванням стохастичності показників вхідних параметрів до системи управління.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 зображена запропонована структурна схема освітлювальної системи, що складається із системи управління, акумуляторної батареї, джерела електричної енергії, блок датчиків та світлодіодних освітлювальних установок.

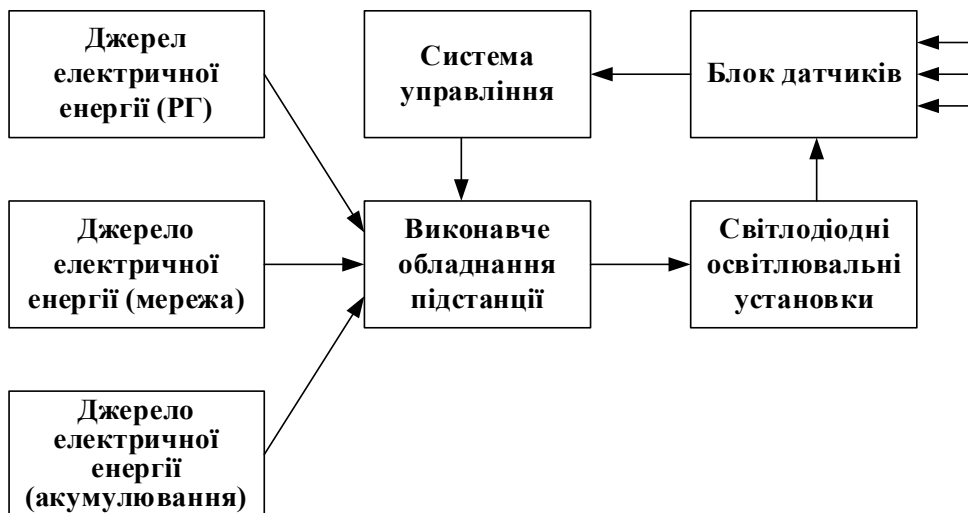


Рис. 1. Структурна схема освітлювальної системи

Класичне виконання світлодіодних вуличних ліхтарів являє собою повністю автономні освітлювальні прилади, що поєднали в собі найпередовіші досягнення в декількох галузях науки та техніки. Використовуючи високоякісний світлодіодний світильник, а також джерела розосередженої генерації, можна створити вуличні освітлювальні системи, які не залежать від зовнішнього електропостачання. Значними перевагами запропонованої освітлювальної системи є можливість встановлення на будь-якій місцевості, де неможливо провести кабель чи повітряну лінію електроживлення. Застосування надійної автоматики дозволяє використовувати найрізноманітніші режими роботи ліхтарів та досягнути терміну безперервної роботи, що значно довший у порівнянні зі стандартними джерелами освітлення [7].

Автономність роботи освітлювальних систем особливо актуальна для міських та заміських ділянок автодоріг, де приєднання до електромережі ускладнене.

Регулювання зовнішнього освітлення здійснюється шляхом регулювання світлового потоку світильників, а джерелами світлового потоку є лампи, якими вони укомплектовані. Проте не всі типи ламп придатні до регулювання плавної зміни світлового потоку [8].

У світлодіодних світильників джерелом світла є світлодіоди, які мають високу світловіддачу і великий термін служби, а також мають можливість глибокого регулювання світлового потоку від 10 до 100 %, та досить легкий спосіб його реалізації, шляхом зміни сили струму, який проходить через світлодіоди.

При нормованій яскравості понад $0,8 \text{ кд/м}^2$ або середній нормованій освітленості понад 15 лк в нічний час допускається зниження рівня вуличного освітлення:

- на 20 % при зменшенні інтенсивності транспортного руху до $1/2$ максимальної величини (k_{max});
- на 30 % при зменшенні інтенсивності транспортного руху до $1/3$ максимальної величини (k_{max});

- на 40 % при зменшенні інтенсивності транспортного руху до $1/4$ максимальної величини (k_{\max});
- на 50 % при зменшенні інтенсивності транспортного руху до $1/5$ максимальної величини (k_{\max}).

Тобто для категорії доріг класу А і Б та підкласу В1 можливе регулювання світлового потоку від вуличних світильників із лампами, у яких можливе регулювання світлового потоку величиною сили струму, що проходить через них.

Використання закону керування можна провести із застосуванням елементів нечітких множин, що дозволить покращити якість регулювання з підтримкою команд Fuzzy Logic.

На вхід нечіткого регулятора пропонується подавати такі сигнали – відносне значення освітленості дорожнього покриття, відносне значення напруги мережі, відносне значення відношення напруги мережі до напруги споживання, відносне значення активності руху. Вихідним сигналом каналу регуляторів системи керування є регулювання струму живлення світлодіодних освітлювальних пристроїв.

Наступним кроком створення нечіткої математичної моделі є фазифікації вхідних величин X згідно з термами, і отримання нечіткої множини \tilde{X} .

Для функціонування математичної моделі нечіткого логічного висновку необхідно сформулювати експертну базу знань нечітких правил, що містить лінгвістичні правила залежності $y = f(x)$.

Визначимо діапазон зміни вхідних і вихідних величин та проведемо їх лінгвістичну оцінку, згідно з термами, що занесені до табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика вхідних та вихідних величин математичної моделі нечіткого висновку про струму завдання

Параметри	Назва	Діапазон значень	Терми
X_1	Відносне значення освітленості дорожнього покриття	0...2Ф	Дуже мала (DM), Мала(M), Середня (C), Висока(B), Дуже Висока (DB)
X_2	Відносне значення напруги мережі	0,5...1,5U	Дуже мала (DM), Мала (M), номінальна (C), Висока(B), Дуже Висока (DB)
X_3	Відносне значення відношення напруги мережі до напруги споживання	0...2U	Середня (Zero), Висока додатня (Posit), Висока від'ємна (Negat)
X_4	Відносне значення активності руху	0...2N	Мала (Menshe), Нормальна (Normal), Вище норми (Bilshe)
Y	Значення струму завдання у частках номінального струму завдання	0...2Iz	Мінімальне (M), Дуже Мале (DM), Середнє (C), Високе (B), Дуже Високе (DB)

Джерело: розроблено авторами.

Наступним кроком створення нечіткої математичної моделі є фазифікація вхідних величин X згідно з термами, і одержання нечіткої множини \tilde{X} .

Для функціонування математичної моделі нечіткого логічного висновку необхідно сформулювати експертну базу знань нечітких правил, яка містить лінгвістичні правила залежності $Y = f(X)$. Базу знань можна представити у вигляді :

$$(x_1 = a_{1j} \theta_j x_2 = a_{1j} \theta_j \dots \theta_j x_n = a_{nj}) \Rightarrow Y = d_j, j = 1, m, \quad (1)$$

де \tilde{a}_{ij} – нечіткий терм, яким оцінюється змінна x_i в j -тому правилі;

θ_j – логічна операція, що пов'язує фрагменти j -ого правила;

m – кількість правил в базі.

База знань ключових нечітких правил представлена у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2 – База знань нечітких правил

Входи				Вихід Y
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
DM	DM	Posit	Menshe	DM
DM	DM	Posit	Menshe	
DM	M	Posit	Menshe	
M	M	Posit	Menshe	
DM	DM	Posit	Menshe	
DM	DM	Posit	Menshe	
DM	M	Posit	Normal	
DM	M	Posit	Normal	M
DM	M	Posit	Normal	
C	C	Zero	Normal	
C	C	Zero	Normal	
C	C	Zero	Normal	
C	C	Zero	Normal	C
C	C	Zero	Normal	
C	C	Zero	Bilshe	
C	C	Zero	Bilshe	B
B	C	Negat	Bilshe	
B	B	Negat	Bilshe	
B	B	Negat	Bilshe	
B	B	Negat	Bilshe	
B	B	Negat	Bilshe	DB
DB	DB	Negat	Bilshe	
DB	DB	Negat	Bilshe	

Джерело: розроблено авторами.

Маючи виміряні вхідні величини X, використовуючи дану модель, знаходимо нечітку множину Y, з якої після операції дефазифікації, за методом центра ваги, отримуємо значення коригувального коефіцієнта величини вихідного струму управління.

Результати моделювання запропонованої моделі, яка побудована з використанням компонент теорії нечітких множин, представлені на рисунках 2 і 3.

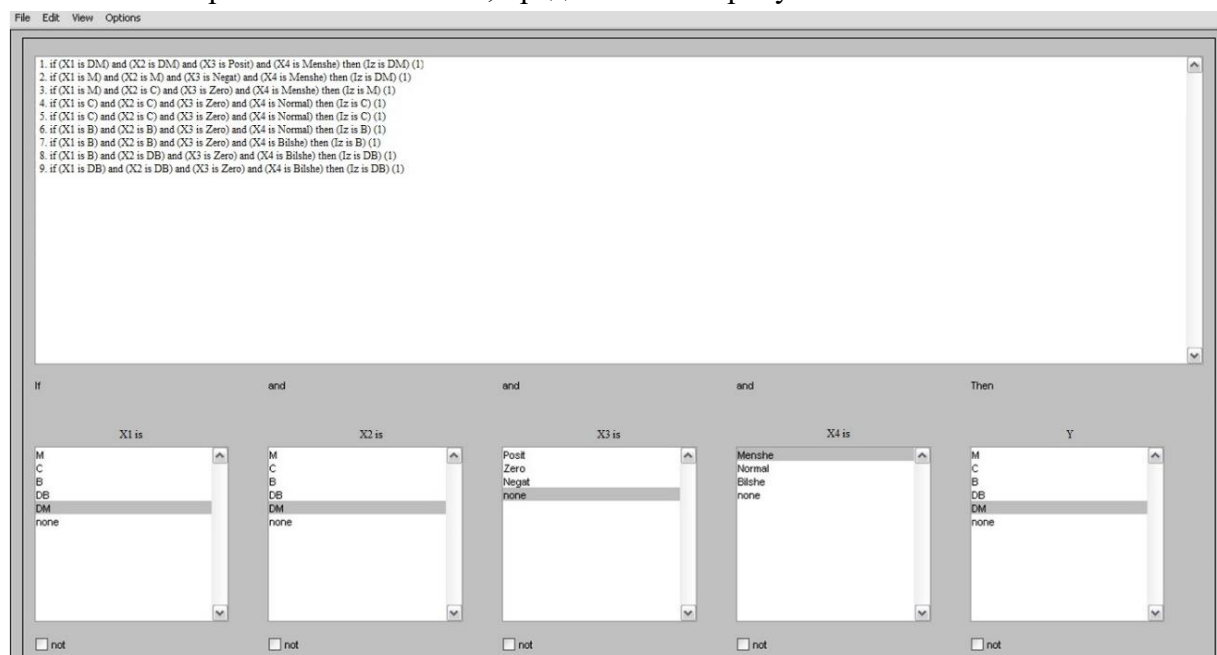


Рис. 2. База правил нечіткого логічного висновку

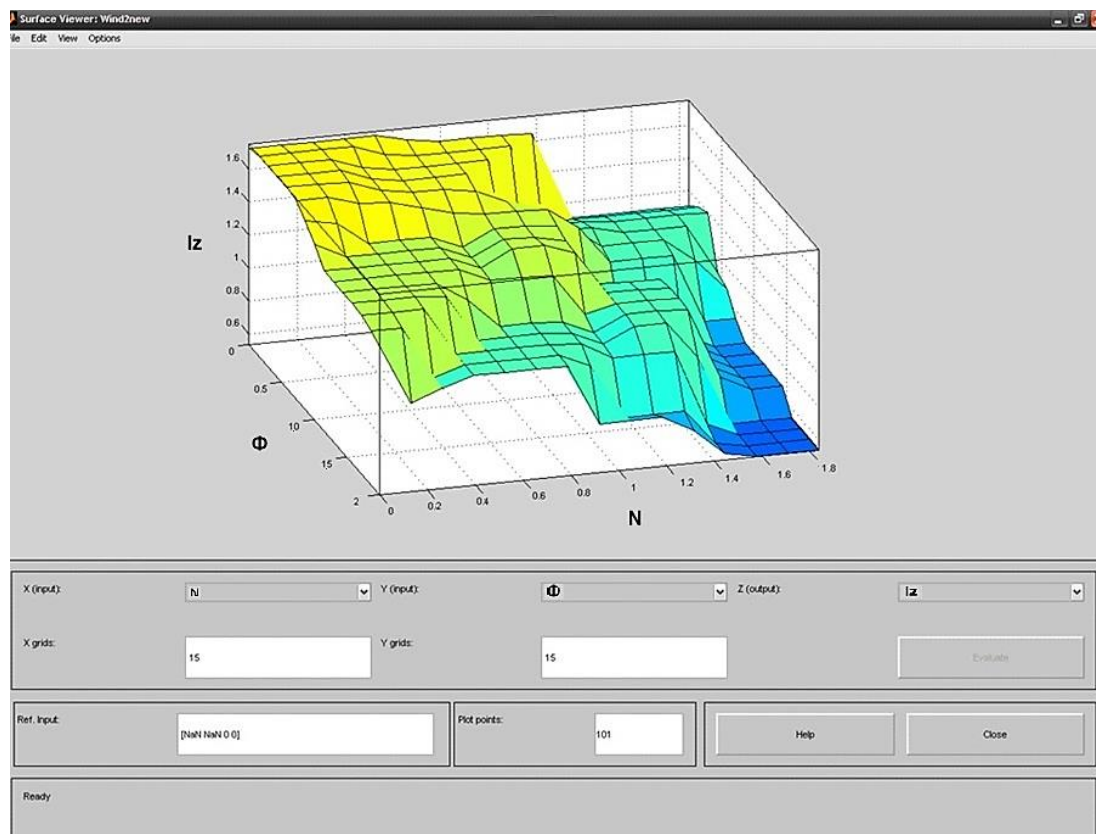


Рис. 3. Залежність струму завдання від відносних показників значення освітленості дорожнього покриття та активності руху

Аналіз отриманих результатів моделювання показав, що параметри, які досліджуються, залежать один від одного плавно. Це означає, що зміна одного параметра навіть на незначну величину викликає зміни інших параметрів.

Висновки. У статті запропоновано підхід до управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення. Враховуючи факт багатокритеріальності вхідних параметрів до системи управління електротехнічним комплексом вуличного освітлення та неможливості точного попереднього визначення параметрів цих критеріїв, було запропоновано використовувати закон керування із застосуванням елементів нечітких множин, що дозволить покращити якість регулювання з підтримкою команд Fuzzy Logic.

Напрямом подальших досліджень є збільшення функцій запропонованого комплексу, з метою зниження витрат на електроенергію та підвищення ефективності використання освітлювальних систем у населених пунктах.

Список використаних джерел

1. Говоров П. П. Освітлювальні електричні системи та мережі / П. П. Говоров, В. О. Перепечений, В. П. Говоров. – Х. : ХНАГХ, 2009. – 227 с.
2. Находов В. Ф. Визначення впливу споживачів на нерівномірність електричного навантаження енергетичної системи / В. Ф. Находов, А. І. Замулко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 1998. – № 3. – С. 19-21.
3. Міністерство розвитку громад та територій України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua>.
4. Сосницька Н. Л. Дослідження штучного освітлення на основі зв'язку спеціальних та статистичних методів / Н. Л. Сосницька, О. А. Іщенко, О. Є. Сокот // Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сер.: Педагогічні науки. – 2019. – № 177(2). – С. 104-108.

5. Говоров П. П. Автоматизація керування режимами міських електричних мереж : монографія / П. П. Говоров, В. Ф. Харченко, В. П. Говоров. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 229 с.
6. Hajjaj M. The Effect of Using the Intelligent Lighting System to Deduct the Power Consumption at the Office / M. Hajjaj, M. Miki, K. Shimohara // IEEE 7th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC). – 2019. – 66 p.
7. Бакан Г. М. Вступ до теорії експертних систем та баз знань / Г. М. Бакан. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. – 90 с.
8. Sturm R. Managing for Impact: Lessons from the Implementation of the Seven-Country IFC Efficient Lighting Initiative / R. Sturm // Proceeding of «Right Light 6» Conference, Shanghai. – Mai 2005.
9. Chen Jansheng. China's Lighting Industry: Making Efficient & Affordable Lighting Products / Chen Jansheng // Proceeding of «Right Light 6» Conference. – Shanghai, 2005.
10. ДТП в Україні: скільки людей травмується і гине на дорогах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2022/07/21/infografika/suspilstvo/dtp-ukrayini-skilky-lyudej-travmuetsya-hyne-dorohax>.
11. Офіційний сайт компанії ПОЛІГОНАЛЬ. Освітлення пішохідних переходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://polygonal.com.ua/osvItlennya_pIshohIdnih_perehodIv.php.
12. Мисюк Ю. П. Зовнішнє освітлення міст та безпека дорожнього руху / Ю. П. Мисюк // Світлотехніка та електроенергетика. – 2013. – № 3-4. – С. 33-39.
13. Назаренко Л. А. Проблеми світлового забруднення / Л. А. Назаренко, В. С. Чернець // Світлотехніка та електроенергетика. – 2016. – № 2. – С. 6-17.
14. Литовченко С. Н. Принципи побудови і вибору елементної бази світлодіодних світильників та їх систем управління / С. Н. Литовченко, Л. А. Назаренко // Світлотехніка та електроенергетика. – 2016. – № 1. – С. 30-33.
15. Интеллектуальная система управления уличным и внутренним освещением на основе диммирования [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=149>.

References

1. Govorov, P.P., Perepechenii, V.O., & Govorov, V.P. (2009). *Osvitliuvalni elektrichni sistemy ta merezhi [Lighting electrical systems and networks]*. HNAMEG.
2. Nakhodov, V.F., & Zamulko, A.I. (1998). Vyznachennia vplyvu spozhyvachiv na nerivnomirnist elektrychnoho navantazhennia enerhetychnoi systemy [Appreciation of the injection of supporters on the unevenness of the electrical demand of the energy system]. *Science in NTUU "KPI" – Naukovi visti NTUU «KPI»*, (3), 19-21.
3. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy [Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine]. <https://www.minregion.gov.ua>.
4. Sosnitska, N.L., Ishchenko, O.A., & Sokot, O.E. (2019). Doslidzhennia shtuchnoho osvItlennia na osnovi zviazku spetsialnykh ta statystychnykh metodiv [Follow-up of piece lighting based on the linkage of special and statistical methods]. *Naukovi zapysky Tsentralnoukrainskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Ser.: Pedahohichni nauky – Scientific Notes of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko. Ser.: Pedagogical sciences*, (177(2)), 104-108.
5. Govorov, P.P., Kharchenko, V.F., & Govorov, V.P. (2017). *Avtomatyzatsiia keruvannia rezhymamy miskykh elektrychnykh merezh [Automation of the control of modes of urban electric networks]*. KhNUMG im. O. M. Beketova.
6. Hajjaj, M., Miki, M., & Shimohara, K. (2019). The Effect of Using the Intelligent Lighting System to Deduct the Power Consumption at the Office. *IEEE 7th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)*.
7. Bakan, G.M. (2005). *Vstup do teorii ekspertnykh system ta baz znan [Entry to the theory of expert systems and knowledge base]*. VPC "Kyiv University".
8. Sturm, R. (Mai 2005). Managing for Impact: Lessons from the Implementation of the Seven-Country IFC Efficient Lighting Initiative. *Proceeding of "Right Light 6" Conference*.

9. Chen Jansheng. (2005). China's Lighting Industry: Making Efficient & Affordable Lighting Products. *Proceeding of "Right Light 6" Conference*.
10. DTP v Ukraini: skilky liudei travmuietsia i hyne na dorohakh [Traffic accidents in Ukraine: how many people are injured and killed on the roads]. <https://www.slovoidilo.ua/2022/07/21/infografika/suspilstvo/dtp-ukrayini-skilky-lyudej-travmuyetsya-hyne-dorohax>.
11. Ofitsiyniy sait kompanii POLIHONAL. Osvitlennia pishokhidnykh perekhodiv [Official site of the company POLYGONAL. Illumination of light transitions]. https://polygonal.com.ua/osvitlennya_pishokhidnykh_perekhodiv.php.
12. Misyuk, Yu.P. (2013). Zovnishnie osviltlennia mist ta bezpeka dorozhnoho rukhu [Outdoor lighting of cities and road safety]. *Svitlotekhnika ta elektroenerhetyka – Light engineering and power engineering*, (3-4), 33-39.
13. Nazarenko, L.A., & Chernets, V.S. (2016). Problemy svitlovoho zabrudnennia [Problems of light pollution]. *Svitlotekhnika ta elektroenerhetyka – Light engineering and power engineering*, (2), 6-17.
14. Litovchenko, S.N., Nazarenko, L.A. (2016). Pryntsypy pobudovy i vyboru elementnoi bazy svitlodiodnykh svitylnykyv ta yikh system upravlinnia [Principles for the selection of the elemental base of light-emitting lamps and control systems]. *Svitlotekhnika ta elektroenerhetyka – Light engineering and power engineering*, (1), 30-33.
15. Intellectualnaia sistema upravleniia ulichnym i vnutrennim osveshcheniem na osnove dimmirovaniia [Intelligent control system for street and indoor lighting based on dimming]. <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=149>.

Отримано 30.04.2022

UDC 621.314

Oleg Sinchuk¹, Victor Horshkov²

¹Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automated Electromechanical Systems
in Industry and Transportation

Kryvyi Rih National University (Kryvyi Rih, Ukraine)

E-mail: speet@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9078-7315>

²lecturer

VSP "Mining and Electromechanical Vocational College of Kryvyi Rih National University" (Kryvyi Rih, Ukraine)

E-mail: horshkov.victor@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5129-4083>

THE APPROACH TO STREET ELECTRIC LIGHTING COMPLEX MANAGEMENT WITH THE HELP OF A FUZZY REGULATOR

Street lighting networks are an integral part of the structure of communal economy of cities, towns and large settlements. Electrotechnical complexes of street lighting today are energy-intensive, therefore they need to be modernized in order to further their efficient operation and rational use of electrical energy. Today, it is possible to achieve such results only with the introduction of modern technologies and approaches to the construction of management systems.

Modern elements of lighting systems are LED lighting devices, which are very economical and reliable. To date, the planned modernization of street lighting in the country's population centers is underway.

Street lighting is an important component of the infrastructure of settlements. The quality of the functioning of the external lighting of populated areas is, on the one hand, a guarantee of people's comfort and the aesthetics of the surrounding space, and on the other hand, it affects the reduction of the number of traffic accidents and other criminal incidents.

The purpose of this article is the theoretical justification of the approach to the management of the electrotechnical complex of street lighting, taking into account the multi-criterion of the input parameters to the control system.

Taking into account the strategies for the development of control systems and the active implementation of distributed generation sources in various spheres of the world economy, including on the basis of renewable sources of electric energy, hybrid systems of artificial outdoor lighting controlled by intelligent control systems are being developed. The article proposes an approach to the management of the electrotechnical complex of street lighting. The proposed structure of the electrical complex of street lighting based on LED lighting devices and modern sources of electrical energy. Considering the multi-criterion of the input parameters to the control system of the electrotechnical complex of street lighting and the impossibility of precise preliminary determination of the parameters of these criteria, it was proposed to use the control law using the elements of fuzzy sets, which will improve the quality of regulation with the support of Fuzzy Logic commands.

Keywords: street lighting; energy equipment; electrical engineering complex; control system; distributed generation.

Fig.: 3. References: 15.