

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента на дисертаційну роботу

Горшкова Віктора Вікторовича

«Енергоефективне нечітке керування електротехнічними комплексами
зовнішнього освітлення населених пунктів»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 14 Електрична інженерія

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Актуальність даного дослідження зумовлена нагальною потребою підвищення енергоефективності систем зовнішнього освітлення (ЗО) міст та населених пунктів України. Системи зовнішнього освітлення виконують важливі функції у забезпеченні безпеки та комфорту громадян, а також відіграють значну роль в естетичному оформленні міського середовища. Проте, значна частка згенерованої електроенергії витрачається саме на потреби ЗО, що створює суттєве навантаження на загальну енергетичну систему країни.

На початок 2022 року технічний стан та енергоефективність існуючих систем зовнішнього освітлення в Україні значно поступаються розвиненим країнам, що призводить до перевитрат електроенергії. Системи ЗО в Україні є більш ніж удвічі енергоємними порівняно з аналогічними системами у розвинених країнах, що вказує на значний потенціал для підвищення ефективності.

Дослідження спрямоване на розробку та впровадження нових технологічних рішень для оптимізації споживання електроенергії зовнішніми освітлювальними мережами, зокрема через використання керованих систем освітлення та енергоефективних ламп. Враховуючи постійне збільшення протяжності електромереж і кількості точок зовнішнього освітлення, зростає необхідність у вдосконаленні управління споживанням електроенергії з метою стримування темпів його зростання.

Дане дослідження є надзвичайно актуальним для створення сучасних, енергоефективних та керованих систем зовнішнього освітлення, які відповідатимуть вимогам сучасного суспільства та сприятимуть підвищенню якості життя населення. Це дослідження не лише враховує сучасні технологічні тренди, але й пропонує інноваційні підходи до управління енерговитратами, що має велике значення для стійкого розвитку енергетичного сектору України.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Основні положення дисертації, висновки і рекомендації досить обґрунтовані. Теоретичні дослідження базуються на використанні наступних методів: методи статистичного аналізу, методи математичного моделювання, методи нечіткої логіки, методи теорії автоматичного керування, методи розрахунку електричних кіл.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

— вперше формалізовано як комплекс побіжні фактори та встановлено рівень як їх індивідуального, так і агрегативного впливу, на показники

ефективності функціонування електротехнічного комплексу зовнішнього електричного освітлення вулиць міст та населених пунктів і доведено доцільність синергетичного підходу до структурування системи електропостачання з інтеграцією в управлінський процес варіанта нечіткого адаптивного керування режимами функціонування об'єкта, що аналізується, згідно з форматом превентивно визначених критеріїв;

- вперше встановлено та проведено оцінювання залежності між рівнями освітленості та видами структур і режимами електроживлення систем електропостачання зовнішніх освітлювальних мереж в енергоефективному спрямуванні в залежності від варіативності їх функціонування;

- доопрацьовано з отриманням нового ефекту концепцію, котра узагальнює і розвиває теорію синтезу гібридних електричних систем, та розширено межі її втілення у варіанти мереж зовнішнього освітлення міст та населених пунктів, що дозволило підвищити ефект керованості енергоефективністю, надійністю і безперебійністю їх функціонування як у штатних, так і в нештатних режимах;

- вдосконалено, для умов загальної непрогнозованості та варіативності змін вхідних параметрів, закон керування для регулятора рівня зовнішнього освітлення, котрий проявляється у використанні даного суб'єкта в системі управління процесом нечіткого регулювання, що дозволяє забезпечити необхідні, у відповідності до поточних значень, режими оптимально енергоефективного функціонування гібридного комплексу джерел живлення, об'єднаних у єдину синергетичну електроенергетичну структуру;

- розроблено, на основі відомих, новий формат розбудови структури АСК з елементами штучного інтелекту керованості та інтеграцією їх у процес керування для прийняття управлінських рішень з адаптивності вибору режимів живлення електротехнічного комплексу зовнішнім освітленням як у локальному, так і в агрегативному форматі, у функції програмованих ключових критеріїв.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці синергетичної структуру мережі живлення комплексу зовнішнього освітлення населених пунктів із підвищеним рівнем енергоефективності.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача **Горшкова Віктора Вікторовича** повністю відповідає спеціальності 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, та напрямкам досліджень відповідно до освітньої наукової програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Енергетика та енергоефективність».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Горшкова Віктора Вікторовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіювання, фабрикації, плагіату та запозичень.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою в логічному стилі викладання матеріалу. Результати роботи представлено чітко та послідовно, основні положення аргументовані належним чином. Текст роботи викладено науковим стилем мовлення, технічно грамотно, і використана переважно загальноприйнята термінологія у галузі енергетики, енергоефективності та електричної інженерії. Разом з тим іноді вжито перекладені іншомовні терміни, які не мають усталених відповідників.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 160 сторінок.

Зміст та коротка характеристика результатів досліджень

У *вступі* узагальнено викладені проблеми в стані мереж зовнішнього електричного освітлення вулиць міст та населених пунктів. Сформовано мету та наукові завдання, наукову новизну та практичну значимість отриманих дослідницьких результатів котрі вирішуються у дослідженні.

У *першому розділі* наведено результати аналізу існуючих та експлуатованих у ряді міст України варіантів електроенергетичних систем зовнішнього освітлення. Визначено основні напрямки підвищення технологічних показників функціонування комплексів, що аналізуються, окреслено структури мереж живлення освітлювальних комплексів та систем адаптивного керування процесом електроспоживання освітлювальних пристроїв у функції ряду впливових факторів.

У *другому розділі* викладено процедуру аналізу параметрів складових елементів комплексів зовнішнього освітлення. Проаналізовано і формалізовано фактори та проведено оцінювання рівнів їх впливу на ефективність функціонування електроенергетичних комплексів зовнішнього освітлення. Підтверджено, що модернізація складових електротехнічних комплексів зовнішнього освітлення, базуючись на світлодіодних джерелах та сучасному підході до інтелектуального керування процесом зовнішнього освітлення, є позитивним кроком. Проаналізовано роль систем акумулювання електричної енергії у синергетичних структурах зовнішніх освітлювальних мереж населених пунктів, що дозволить вирішити проблему безперебійності систем електропостачання.

У *третьому розділі* наведено авторський варіант логістики розбудови формату закону управління електроенергетичним комплексом зовнішнього освітлення. Визначено систему правил Fuzzy Logic для реалізації відповідного алгоритму інтелектуального керування режимами роботи складових цих мереж – освітлювальних приладів у функції ряду впливових факторів.

Четвертий розділ присвячено процесу формування комплексу вхідних параметрів для розбудови алгоритму функціонування відповідної автоматизованої системи керування (АСК) та розробки тактики її роботи в умовах невизначеності, непрогнозованості та стохастичної поведінки факторів впливу. Визначено формат і проведено ранжування факторів впливу з визначенням їх системоутворюючих видів.

Висновки по дисертації є коректними і відображають наукові та практичні результати, отримані автором.

Список використаної літератури із 134 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та закордонні публікації за темою дисертаційних досліджень.

Додатки до дисертаційної роботи містять технічні та статистичні дані аналізу технічного стану та енергоефективність існуючих систем зовнішнього освітлення, також наведено акти впровадження досліджень дисертаційної роботи.

Розділи дисертації логічно пов'язані між собою і є цілісним дослідженням.

Дисертаційна робота чітко висвітлює методи досліджень та отримані результати, і оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 5 публікаціях, з них: 1 монографія, 4 статей у наукових фахових виданнях України з технічних наук, 4 публікацій у працях і матеріалах наукових конференцій.

Публікації здобувача оформлені на достатньому науковому рівні, фактів порушення принципів академічної доброчесності не виявлено. Основні результати дослідження, що відображають особистий внесок здобувача, повністю відображені в розділах дисертації.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У розділі 1 викладено результати аналізу існуючих систем освітлення, але не наведено конкретних даних щодо ефективності цих систем порівняно з іншими. Наприклад, відсутня інформація про рівні енергоспоживання різних типів освітлення.

2. У розділі 3 представлено алгоритми керування, але не пояснено, чим вони відрізняються від уже існуючих рішень. Важливо було б вказати конкретні інноваційні підходи або нові методи, які застосовуються в даному дослідженні.

3. У розділі 3 і 4 відсутній аналіз потенційних ризиків або проблем, які можуть виникнути при впровадженні нових систем. Наприклад, не обговорюються ризики збільшення витрат або технічні труднощі впровадження.

Зауваження по тексту пояснювальної записки дисертаційної роботи:

4. У роботі на рисунку 2.1 представлена типова структура розгалуженої каскадної схеми зовнішнього освітлення вулиць яка містить позначення ГП, ПП1 та ПП2, які не розкриваються надалі у тексті роботи.

5. У роботі на графіках прогнозу рівнів споживання електроенергії зовнішнім освітленням міста (рисунки 2.7 та 2.9) не наведено одиниці вимірювання прогнозованої величини.

6. У роботі на рисунку 2.11 представлена принципова схема децентралізованого керування зовнішнім освітленням на міських автомагістралях і в громадських місцях, яка містить ознаки централізованого процесу, оскільки в ній присутні диспетчер та спеціаліст з обслуговування та програмування. Тому у роботі бажано пояснити чому ця схема децентралізована та яку функцію в ній виконує диспетчер.

7. У виразах 3.1 – 3.3 бажано навести одиниці вимірювання величин, що до них входять. Так, наприклад, не зрозуміло у яких одиницях вимірюється M – світимість інших джерел світла в нічний час, що входить до системи рівнянь 3.3.

8. Тексті пояснювальної записки є рисунки та таблиці які недостатньо чіткі та мають нерозбірливі підписи. Важливо, щоб усі графічні матеріали були якісно виконані і мали чіткі пояснення.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними, мають переважно рекомендаційний характер, не применшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і лишають позитивною загальну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Горшкова Віктора Вікторовича** на тему «Енергоефективне нечітке керування електротехнічними комплексами зовнішнього освітлення населених пунктів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 14 – Електрична інженерія.

Дисертаційна робота за актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, практичною цінністю та науковою новизною відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, **Горшков Віктор Вікторович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія, за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Рецензент

доктор технічних наук, професор
професор кафедри електромеханіки
Криворізького національного університету

Валерій ТИТЮК

