

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Підвищення рівня споживання фотоелектричної енергії в системі електроживлення
локального об'єкту»

(тема дисертації)

здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії

Кругляка Геннадія Віталійовича

(прізвище, ім'я та по-батькові здобувача)

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр, назва спеціальності)

(галузь знань 14 електрична інженерія).

(шифр, назва галузі знань)

Кафедра комп'ютерної інженерії та електромеханіки

(назва кафедри)

Київського національного університету технологій та дизайну

Актуальність теми та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.

Місією Енергетичної стратегії України до 2050 року є створення умов для сталого розвитку національної економіки через забезпечення доступу до надійних, стійких і сучасних джерел енергії. Питання удосконалення фотоелектричних систем для локальних об'єктів стосується розв'язання комплексу завдань щодо: ефективного управління енергоспоживанням з використанням прогнозу; забезпечення максимального споживання фотоелектричної енергії із зниженням споживання енергії з мережі в години пікового попиту, забезпечення максимальної енергетичної продуктивності фотоелектричної батареї в умовах можливого затінення. Важливим за цього є питання удосконалення інструменту для розробки та дослідження фотоелектричних систем на апаратному рівні та в разі використання математичного моделювання на комп'ютері. Тому питання подальшого вдосконалення фотоелектричних систем для локальних об'єктів є актуальним.

Зв'язок теми дослідження з планами науково-дослідних робіт.

Матеріали роботи використано під час виконання держбюджетної науково-дослідної роботи «Розроблення системи енергоефективного управління мікроенергетичними мережами локальних об'єктів с традиційними та поновлювальними джерелами» (№ держреєстрації 0118U000232) виконавець (підрозділи 3.2- об'єктно-орієнтовна адаптація програмно-апаратного забезпечення виробничого зразка системи управління мікроенергетичними мережами локальних об'єктів, 3.3 - Виробничі дослідження системи інформаційно-технічного комплексу управління мікроенергетичними мережами локальних об'єктів), НДР за договором № ДЗ/92-2019 «Розроблення програмно-технічного комплексу управління електроспоживанням у системах енергоменеджменту локальних об'єктів» (№ держреєстрації 0119U103640) - виконавець – розділ 2.3 складання дослідного зразка ПТК, 3.1 проведення випробувань дослідного зразка ПТК, 4.1- корегування документації на апаратну частину ПТК).

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Усі результати, наведені у дисертаційній роботі і винесені на захист, отримані особисто автором або ж за його активної участі та опубліковано у спеціалізованих фахових виданнях. Автору належать обґрунтування задач, методів розв'язання рішень стосовно програмно-технічного комплексу (ПТК), визначення конфігурацій та розробка математичних моделей, проведення експериментальних досліджень ПТК, аналіз і обробка результатів, висновки за отриманими результатами роботи.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

При аналізі використовувались загальноприйняті апробовані методи аналізу електричних кіл; імітаційне моделювання у програмному середовищі MatLab/Simulink; експериментальна апробація дослідного зразка. Питання реалізації базувалось на відомих структурах управління та регулювання. Достовірність та обґрунтованість наукових результатів підкріплені експериментальними дослідженнями та випробуваннями, дослідженнями, проведеними в середовищі Matlab/Simulink, що є апробованим для даного класу завдань та забезпечує високу якість і надійність отриманих даних. За цього використовувались архівні дані фотогенерації, дані державного стандарту з будівельної кліматології. При створенні моделей, зокрема, фотоелектричної панелі оцінювалось наближення до характеристик виробника.

Основні результати дослідження, ступінь їх науково новизни та значущості.

Отримані в процесі дослідження наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання щодо підвищення ступеню використання фотоелектричної енергії на споживання локальним об'єктом в разі управління за прогнозом фотоелектричної генерації та підвищення енергетичної продуктивності фотоелектричного масиву в умовах часткового затінення.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:

уперше: запропоновано модель руху смуги часткового затінення фотоелектричного масиву з врахуванням напрямку та швидкості руху хмар за використання покадрових шаблонів затінення з їхньою інтерполяцією, що підвищує точність відтворення зміни радіації для елементів масиву;

встановлено, що швидкість руху смуги затінення не впливає на енергетичну продуктивність фотоелектричного масиву, що дозволяє поширити отримані рекомендації і на статичні режими затінення.

удосконалено: математичну модель фотоелектричного масиву для дослідження різних його конфігурацій в процесі руху смуги затінення за рахунок програмної обробки даних з визначенням траєкторії глобального максимуму потужності, що дозволяє визначити енергетичні характеристики та можливості відстеження максимуму потужності.

дістали подальший розвиток: управління фотоелектричною системою з перемиканням навантаження до мережі на визначених інтервалах часу та зміною алгоритму за прогнозом, що за рахунок зменшення пікового попиту забезпечує можливість зниження витрат на електроенергію за тризонної тарифікації оплати. Введення релейного регулювання потужності фотоелектричної батареї за відсутності регулювання в МРРТ контролері забезпечує баланс енергії в разі надлишкової генерації;

регулювання в MPPT контролері забезпечує баланс енергії в разі надлишкової генерації;

метод експериментальних досліджень у добовому циклі засобів управління фотоелектричними системами з використанням програмно керованих емулятору фотоелектричної батареї та навантаження з масштабуванням за потужністю та в часі. Це поряд з прискоренням експерименту дозволяє оцінювати ефективність випробуваних систем за різних співвідношень параметрів систем і коригувати алгоритми функціонування;

структура моделі фотоелектричного масиву з використанням наборів шаблонів затінення, що дозволяє досліджувати енергетичні показники для різних напрямів та швидкості руху смуги затінення;

рекомендації щодо формування конфігурацій масивів з фотоелектричних панелей для різних потужностей фотоелектричних систем з обмеженням кількості рядів та кількості панелей в рядку, що дозволяє підвищити продуктивність масиву незалежно від напрямку руху смуги затінення без підвищення вимог до алгоритму відстеження точки максимальної потужності.

Практичне значення роботи

Отримані рішення є основою для проектування фотоелектричних систем для забезпечення потреб локальних об'єктів, зокрема це:

- рішення щодо реалізації експериментальної установки, що дозволяють мінімізувати матеріальні витрати та витрати часу в процесі випробувань та розробки програмно-апаратних засобів управління фотоелектричною системою з акумуляторним накопичувачем;
- алгоритми та рішення щодо реалізації програмно-технічного комплексу управління енергоспоживанням ФЕС з використанням даних відкритих веб-ресурсів щодо прогнозу генерації, що може бути сумісним з комерційними інверторами;
- алгоритми визначення сценаріїв навантаження за прогнозом фотоелектричної генерації, з можливістю поточного коригування потужності, що сприяє підвищенню ступеню споживання фотоелектричної енергії;
- методика формування шаблонів затінення відповідно конфігурації затінення і напрямку руху смуги затінення;
- методика динамічного моделювання енергетичних процесів в фотоелектричному масиві з симуляцією смуги затінення для різних конфігурацій масивів;
- рекомендації щодо формування конфігурацій масивів фотоелектричних панелей для потужності системи до 10 кВт за мінімального впливу часткового затінення.

Результати дослідження впроваджено в НДР за договором № ДЗ/92-2019 «Розроблення програмно-технічного комплексу управління електроспоживанням у системах енергоменеджменту локальних об'єктів».

Результати дослідження використовуються у навчальному процесі кафедри інженерії енергосистем Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України при вивченні дисциплін «Електростанції з відновлюваними джерелами», «Системи акумуляування та розподілення електроенергії» за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами» для здобувачів освітнього ступеню «Бакалавр», а також «Моніторинг та керування електричними

електромеханіка» для здобувачів освітнього ступеню «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Основні положення і результати дисертаційного дослідження відображено в 6 наукових роботах, з них 4 статті у наукових фахових виданнях України; 2 статті у виданнях, які входять до міжнародних науко-метричних Scopus та/або Web of Science Core Collection. Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

Наукові результати дисертації висвітлені в наступних друкованих працях:

1. О. Шавьолкін, І. Шведчикова, Г. Кругляк, Є. Становський, М. Підгайний, “Програмно-технічний комплекс управління підключеною до мережі фотоелектричною системою з акумулятором для забезпечення власних потреб локального об’єкта,” *Наукові праці ДонНТУ. Електротехніка і енергетика*, vol. 23, no. 2, pp. 20–27, Dec. 2020, doi: [10.31474/2074-2630-2020-2-20-27](https://doi.org/10.31474/2074-2630-2020-2-20-27) (фахове видання України). Особистий внесок здобувача – пропозиції щодо структури комплексу з введенням Wi-Fi модулю з підключенням до сайту для отримання прогнозу генерації ФЕ.
2. О. Шавьолкін, І. Шведчикова, Г. Кругляк, Р. Марченко, А. Пісоцький, “Розроблення експериментальної установки для випробувань програмно-апаратних засобів управління мікроенергетичними мережами локальних об’єктів,” *Вісник КНУТД. Мехатронні системи. Енергоефективність та ресурсозбереження*, vol. 148, no. 4, pp. 14–24, Mar. 2021, doi: [10.30857/1813-6796.2020.4.1](https://doi.org/10.30857/1813-6796.2020.4.1) (фахове видання України). Особистий внесок здобувача – розробка та використання емулятору фотоелектричної батареї і програмованого імітатора навантаження в лабораторних дослідженнях.
3. О. Шавьолкін, Г. Кругляк, Р. Марченко, Є. Становський, М. Підгайний, “Визначення параметрів фотоелектричної системи з акумулятором для потреб локального об’єкту,” *Технології та інжиніринг. Мехатронні системи. Енергоефективність та ресурсозбереження*, no. 4, pp. 41–50, Jan. 2022, doi: [10.30857/2786-5371.2021.4.4](https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.4.4) (фахове видання України). Особистий внесок здобувача – пропозиція щодо визначення сценарію навантаження.
4. О. Шавьолкін, Г. Кругляк, Р. Марченко, Є. Становський, М. Підгайний, “Моделювання енергетичних процесів в гібридній фотоелектричній системі з акумулятором для потреб локального об’єкту,” *Технології та інжиніринг. Мехатронні системи. Енергоефективність та ресурсозбереження*, no. 3, pp. 28–38, Jan. 2022, doi: [10.30857/2786-5371.2021.3.3](https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.3.3) (фахове видання України). Особистий внесок здобувача – розробка модулю завдання навантаження в MATLAB/Simulink.
5. Shavelkin, J. Gerlici, I. Shvedchykova, K. Kravchenko, H. Kruhliak, “Management of power consumption in a photovoltaic system with a storage battery connected to the network with multi-zone electricity pricing to supply the local facility own needs,” *Electrical Engineering & Electromechanics*, no. 2, pp. 36–42, Apr. 2021, doi:

віднесене до квартилю Q3). Особистий внесок здобувача – пропозиції щодо сценаріїв роботи з врахуванням тризонної тарифікації.

. Shavolkin, I. Shvedchykova, H. Kruhliak, T. Bila, A. Pisotskyi, "Determining performance," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 1, no. 8 (139), pp. 27–36, Feb. 2026, doi: [10.15587/1729-4061.2026.352343](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2026.352343) (видання, проіндексоване в базі Scopus та віднесене до квартилю Q2). Особистий внесок здобувача – обґрунтування моделі смуги затінення в MATLAB/Simulink, складання загальної моделі фотоелектричного масиву та обробка результатів моделювання, рекомендації щодо формування конфігурації масивів.

Результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені автором у його наукових публікаціях. Вказаний особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях свідчить, що він є автором вище перелічених отриманих наукових результатів.

Апробація результатів дослідження.

Теоретичні, методичні та практичні положення дисертаційної роботи доповідались на 5 міжнародних науково-практичних конференціях.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертаційна робота написана українською загальноприйнятою науковою мовою з використанням актуальної наукової термінології. Зміст роботи має чітку структуру та цілісність, і повністю відповідає обраній темі дослідження.

Загальний висновок:

Вважати, що дисертаційна робота Кругляка Г.В. «Підвищення рівня споживання фотоелектричної енергії в системі електроживлення локального об'єкту», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за актуальністю, ступенем новизни, науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п. 5-9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», та відповідає напряму освітньо-наукової програми Київського національного університету технологій та дизайну за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рекомендувати дисертаційну роботу Кругляка Г.В.. на тему «Підвищення рівня споживання фотоелектричної енергії в системі електроживлення локального об'єкту», подану на здобуття ступеня доктора філософії до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Завідувач кафедри



Стаценко Д.В.

11.06.2026 р.

Підпис *Стаценко Д.В.*
засвідчую
Зав. КАНЦ *Д.В.*