

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу Мартинюка Вадима Ігоровича  
на тему «Система динамічної комутації топології сонячних панелей  
з врахуванням особливостей хмарного покриву»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації  
за спеціальністю 171 Електроніка

### **Обґрунтування вибору теми дисертаційної роботи**

Сучасним трендом в енергетичному секторі є широке впровадження відновлюваних джерел енергії, що окрім екологічних переваг дозволяє створити децентралізовану систему електроживлення, яка характеризується меншою залежністю від мережі та є більш стійкою до зовнішнього впливу. Це в свою чергу дозволяє значно збільшити енергетичну безпеку цілих регіонів та областей. Особливе місце посідають сонячні електростанції, які за рахунок відсутності рухомих частин широко використовуються для живлення індивідуальних домогосподарств.

Тим не менш, окрім переваг сонячні електростанції характеризуються рядом недоліків, серед яких найбільш суттєвим є явище часткового затінення, яке призводить до зменшення вихідної потужності, а також може призводити до перегріву, пошкодження, або навіть виходу з ладу сонячних панелей. Найбільш перспективними методами зменшення негативного впливу даного ефекту є використання активних методів, які в процесі експлуатації за рахунок зміни структури масиву сонячних панелей дозволяють мінімізувати негативний вплив, а також забезпечити максимальну вихідну потужність за наявних погодних умов.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі електронних пристроїв та систем КПП ім. Ігоря Сікорського в рамках держбюджетної прикладної науково-дослідної роботи № 2314-п «Система енергозабезпечення високочастотних вентильно-індукторних двигунів дрона з багатокомірковими перетворювачами і просторово-часовою модуляцією» (№ державної реєстрації 0120U102131) у відповідності до пріоритетного тематичного напрямку наукових досліджень і науково-технічних розробок «Енергетика та енергоефективність» під керівництвом декана факультету електроніки КПП ім. Ігоря Сікорського, д.т.н, проф. Жуйкова Валерія Яковича.

Зважаючи на викладене вище, тема дисертаційної роботи, безумовно, є актуальною, а її вибір обґрунтовано достатньою мірою.

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

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури із 146 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації 214 сторінок.

**У вступі** проведено обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, поставлено мету та задачі дослідження, наведено практичну та наукову новизну отриманих результатів. Також наведено основну інформацію про публікації та апробацію результатів дисертаційної роботи.

**У першому розділі** роботи проведено аналіз методів оцінки потенціалу сонячної енергії, її ключових характеристик, а також проведено аналіз розвитку технологій напівпровідникових перетворювачів сонячної енергії. Особливу увагу приділено огляду роботи фотоперетворювачів в умовах нерівномірної опроміненості і методам мінімізації негативного впливу в подібних умовах експлуатації. Здійснено аналіз наявних еквівалентних схем заміщення, математичних моделей та топологій увімкнення сонячних панелей, проведено класифікацію та порівняльний аналіз математичних моделей хмарного покриву.

**У другому розділі** наведено основні математичні вирази, які використовуються для узагальнення розробленої вдосконаленої моделі сонячної панелі. Представлено два способи визначення параметрів запропонованої моделі на основі перебору значень коефіцієнтів ідеальності та опорів. Наведено рекомендації щодо використання чисельних методів та вагових функцій, які забезпечують збіжність та необхідну точність апроксимації вольт-амперних характеристик. Здійснено порівняльний аналіз запропонованих способів визначення параметрів моделі з сучасними методами на прикладі панелей KC200GT та ST40.

**Третій розділ** присвячено розробці математичної моделі хмарного покриву, яка створена на основі аналізу спектральних характеристик реальних зображень різних типів хмар. Описано метод визначення параметрів даної моделі на основі використання регресійного аналізу та методу головних компонент. Наведено рекомендації щодо використання вагової функції з метою спрощення аналізу вихідних зображень та зменшення впливу ефекту витікання спектру. Наведено результати порівняльного аналізу запропонованої моделі з алгоритмом спектрального синтезу та методом перебору, який підтверджує ефективність розробленої моделі.

**У четвертому розділі** проведено комп'ютерне моделювання вихідних характеристик масиву сонячних панелей за допомогою MATLAB Simulink. Створено й описано моделі некомутованого та комутованого масивів сонячних панелей. Описано та змодельовано систему динамічної комутації масиву сонячних панелей у процесі експлуатації, яка забезпечує максимальну вихідну потужність в умовах часткового затінення. Наведено результати порівняльного аналізу масиву сонячних панелей з динамічною комутацією та некомутованим масивом, який дозволяє провести оцінку ефективності запропонованої системи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Мартинюка В. І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

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

Аналіз звіту подібності щодо результатів перевірки тексту дисертації дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційна робота Мартинюка Вадима Ігоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- удосконалено математичну модель сонячної панелі на основі аналізу її еквівалентної схеми заміщення, що покращує точність апроксимації вольт-амперної характеристики та характеристики вихідної потужності;
- удосконалено спосіб визначення параметрів розробленої моделі сонячної панелі на основі оцифрованої вольт-амперної характеристики та табличних даних сонячної панелі;
- вперше розроблено метод генерації зображень хмарного покриву на основі аналізу спектральних характеристик реальних зображень хмар.

Достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів забезпечується використанням теорії інтегральних перетворень, чисельних методів вирішення трансцендентних рівнянь, методів регресійного аналізу та результатами експериментальних досліджень, проведених в середовищі MATLAB Simulink.

За результатами ознайомлення зі змістом дисертації можна зробити висновок, що розроблені автором наукові положення, висновки й рекомендації є обґрунтованими та достовірними. Дисертаційна робота має логічну структуру, задачі сформульовано коректно, а обрані методи дослідження відповідають складності поставлених задач. Основні положення та висновки дисертації мають достатній рівень апробації, були представлені та одержали схвалення на міжнародних науково-практичних конференціях.

### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота має внутрішню єдність та логіку. Мова і стиль дисертації в цілому задовільні та відповідають вимогам стандартів оформлення науково-дослідних робіт. В роботі використано загальноприйняту сучасну

наукову термінологію. Обсяг і структура дисертації відповідають вимогам чинних нормативних документів.

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлено у 4 статтях у фахових наукових виданнях категорії Б й 1 статті, яка проіндексована у наукометричній базі даних Scopus.

Основні положення і результати роботи доповідалися й обговорювалися на чотирьох міжнародних науково-технічних конференціях: «Generation – Transmission – Use GPW» (2019, 2021), «Smart-технології в енергетиці та електроніці – 2021» (STEE-2021), 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). Окрім того, результати роботи обговорювались і отримали схвальні відгуки на науковому семінарі НАН України «Аналіз процесів у приладах, пристроях та системах електроніки», секція «Перетворення параметрів електричної енергії», 2022 р.

У дисертації наявні посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел, визначено особистий внесок автора в опублікованих у співавторстві працях. Аналіз дисертаційної роботи й наукових публікацій здобувача, які опубліковано зі співавторами, показав, що наукові положення, які представлено до захисту, отримано ним особисто.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

До дисертаційної роботи виникли наступні зауваження, а також питання, що потребують обговорення та/або уточнення.

1. У формулюванні пунктів 2 і 3 наукової новизни не дотримано вимог до формулювання пунктів наукової новизни, тобто немає конструкції – що зроблено, яким чином це зроблено, і що це дозволило отримати, а у формулюванні пунктів 1 і 2 відсутнє визначення ступеня новизни (вперше, вдосконалено, уточнено тощо). Формулювання потребують уточнення під час захисту.

2. Останніми роками розвивається напрям досліджень систем електроживлення з вертикальним встановленням фотовольтаїчних панелей. Чи можуть бути адаптовані отримані в дисертаційній роботі результати для використання в таких системах? Які додаткові задачі при цьому необхідно буде вирішити?

3. Здобувачем подано заявку на патент на винахід, але в оглядовій частині дисертаційної роботи й списку використаних джерел не представлено результати патентного пошуку, що обмежує оцінку поточного рівня розвитку області техніки, яка досліджується.

4. Відповідно до чинних «Вимог до оформлення дисертації» у висновках рекомендується вказувати можливі напрями продовження досліджень за

тематикою дисертації. Які напрями подальших досліджень за тематикою дисертації існують? Які із них мають найкращі перспективи розвитку?

5. За текстом дисертації зустрічаються несуттєві орфографічні, синтаксичні та стилістичні помилки (конференції, сусдніх октав, півось, врахуватимуться тощо).

Треба відмітити, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Мартинюка Вадима Ігоровича на тему «Система динамічної комутації топології сонячних панелей з врахуванням особливостей хмарного покриття» виконана на високому науковому рівні з дотриманням принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 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 № 44 від 12 січня 2022 року, зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21.03.2022 та № 502 від 19.05.2023.

Здобувач Мартинюк Вадим Ігорович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

### **Рецензент:**

Доцент кафедри  
електронних пристроїв та систем  
КПІ ім. Ігоря Сікорського,  
канд. техн. наук, доц.

