

## **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

### **Актуальність теми дисертації.**

Розвиток енергетичного сектору України характеризується широким впровадженням відновлюваних джерел енергії, що відображається в більш широкому контексті національної енергетичної політики та міжнародних зобов'язань, які є частиною нещодавно прийнятої Енергетичної стратегії України. Використання відновлюваних джерел, окрім екологічних переваг, добре узгоджується з концепцією розосередженої генерації, використання якої характеризується рядом значних переваг. Серед відновлюваних джерел енергії, ключові позиції посідає сонячна енергетика, яка є особливо актуальною при створенні автономних систем електроживлення індивідуальних домогосподарств. Проте вони характеризуються рядом недоліків, до яких відносяться залежність вихідної потужності від погодних умов, а також ефект часткового затінення, який виникає через нерівномірну опроміненість поверхні сонячної панелі, спричиняє недоотримання енергії і може призвести до перегріву та незворотних пошкоджень самої панелі.

На сучасному етапі досліджень найбільший потенціал демонструють активні методи зменшення впливу даного ефекту, суть яких полягає в динамічній комутації масиву сонячних панелей за певним алгоритмом, що дозволяє запобігти пошкодженню сонячних панелей з одночасною максимізацією вихідної потужності за наявних погодних умов.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Мартинюка Вадима Ігоровича, що присвячена розробці системи динамічної комутації топології сонячних панелей з урахуванням характеристик хмарного покриву, є актуальною.

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

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. На основі аналізу еквівалентної схеми заміщення сонячної панелі розроблено її удосконалену математичну модель, що покращує точність апроксимації вихідних характеристик.

2. Створено спосіб визначення параметрів розробленої удосконаленої моделі сонячної панелі на основі оцифрованої вольт-амперної характеристики та табличних даних сонячної панелі.

3. Вперше розроблено метод генерації зображень хмарного покриву на основі аналізу спектральних характеристик реальних зображень хмар, що дозволяє відтворювати основні особливості вихідних зображень.

Достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів забезпечується використанням методів дослідження, які ґрунтуються на використанні теорії інтегральних перетворень, чисельних методів вирішення трансцендентних рівнянь, методів регресійного аналізу, а також результатами експериментальних досліджень, проведених в середовищі Matlab Simulink.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі електронних пристроїв та систем КПІ 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 КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н, проф. Жуйкова Валерія Яковича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання подальшого розвитку теорії моделювання хмарного покриву для створення системи динамічної комутації сонячних панелей з урахуванням нелінійності вольт-амперних характеристик та підвищення ефективності використання сонячної енергії 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 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».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Мартинюка Вадима Ігоровича 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. При викладенні матеріалу використовується загальноприйнята та сучасна наукова термінологія. Зміст дисертації є добре структурованим та цілісним, робота відповідає темі досліджень.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 214 сторінок.

У вступі проведено обґрунтування актуальності теми роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, також наведено практичну та наукову новизну результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі роботи проведено аналіз наявних метрик та основних параметрів, які використовуються для оцінки потенціалу сонячної енергії. Проведено огляд сучасного стану розвитку технологій напівпровідникових перетворювачів сонячної енергії, а також особливостей їх експлуатації в умовах часткового затінення та методів мінімізації негативного впливу в подібних умовах експлуатації. Проведено огляд наявних математичних моделей хмарного покриття. Здійснено класифікацію та порівняльний аналіз сучасних способів генерації зображень хмарного покриття з використанням кольорових шумів.

У другому розділі проведено аналіз еквівалентної схеми заміщення сонячної панелі та наведено основні математичні вирази, які описують розроблену удосконалену модель сонячної панелі. Запропоновано два способи визначення параметрів даної моделі, які базуються на переборі значень коефіцієнтів ідеальності та опорів. В деталях розглянуто особливості алгоритмів запропонованих способів визначення параметрів, наведено рекомендації щодо використання методу релаксації та вагових функцій, які забезпечують збіжність чисельних методів та необхідну точність апроксимації вольт-амперних характеристик та характеристик вихідної потужності. Проведено порівняльний аналіз запропонованих способів визначення параметрів моделі з сучасними методами, представленими в літературі, на прикладі сонячних панелей KC200GT та ST40.

Третій розділ присвячено розробці математичної моделі хмарного покриття. Запропонована модель створена на основі аналізу спектральних характеристик реальних зображень різних типів хмар і дозволяє генерувати зображення хмарного покриття, які відтворюють основні особливості вихідних зображень. Розроблено та описано метод визначення параметрів даної моделі, який ґрунтується на використанні регресійного аналізу та методу головних

компонент. Запропоноване використання вагової функції, що дозволяє спростити аналіз вихідних зображень та зменшити вплив ефекту витікання спектру. Приведено приклад застосування моделі для визначення параметрів на основі досліджуваного зображення хмарного покриву. Наведено результати порівняльного аналізу запропонованої моделі з алгоритмом спектрального синтезу та методом перебору. Результати даного порівняння підтверджують ефективність розробленої моделі.

У четвертому розділі проведено комп'ютерне моделювання вихідних характеристик масиву сонячних панелей у програмному середовищі Matlab Simulink. Для моделювання використовувалася сонячна панель KC200GT. Розроблено та описано схемні моделі некомутованого та комутованого масивів сонячних панелей, а також наведено особливості їх розрахунку та використання. Створено систему динамічної комутації масиву сонячних панелей, яка змінює структуру масиву в процесі моделювання, що забезпечує максимальну вихідну потужність в умовах часткового затінення. Проведено порівняльний аналіз вихідних характеристик розробленої системи з аналогічними характеристиками для некомутованого масиву сонячних панелей, який продемонстрував правильність теоретичних розрахунків та ефективність розробленої системи динамічної комутації, а також запропонованих математичних моделей.

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

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

Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

У наукових публікаціях здобувача достатньо якісно представлені результати його дисертаційного дослідження. Поршень правил академічної доброчесності в даних публікаціях не виявлено.

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

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

Загалом дисертаційна робота Мартинюка Вадима Ігоровича за своїм змістом відповідає зазначеній спеціальності 171 Електроніка, однак не є вільною від певних недоліків, тому можна зробити такі зауваження:



1. У переліку скорочень скорочення слід наводити у алфавітному порядку, англomовні скорочення повинні мати український переклад.

2. В тексті дисертації багато формул не завершуються знаком пунктуації. Якщо формула завершує речення, за формулою слід ставити крапку.

3. Назви таблиць (наприклад, табл. 2.1, табл. 2.2) слід вирівнювати за лівим краєм.

4. На рис. 3.1-3.5, рис. 3.8-3.11, рис. 3.13-3.14, рис. 3.17-3.18, рис. 4.10 слід навести одиниці вимірювання величин вздовж осей X та Y, а також пояснити, чому значення вздовж осей X та Y обмежені і яким саме числом.

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

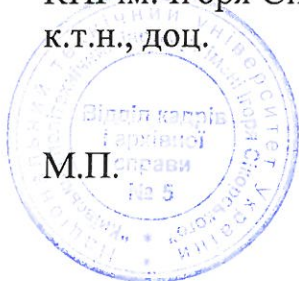
### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Мартинюка Вадима Ігоровича на тему «Система динамічної комутації топології сонячних панелей з врахуванням особливостей хмарного покриву» 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 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 від 12 січня 2022 р. № 44.

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

### **Рецензент:**

Доцент кафедри  
акустичних та мультимедійних  
електронних систем  
КПІ ім. Ігоря Сікорського,  
к.т.н., доц.



Павло ПОПОВИЧ



« 16 » травня 20 24 року