

ВІДГУК

офіційного опонента 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.

Роль відновлюваних джерел енергії, серед яких особливе місце посідають сонячні електростанції, у стратегічному розвитку електроенергетики України є надзвичайно важливою. Однак електростанції на основі сонячних панелей характеризуються рядом недоліків, серед яких найбільш істотним є явище часткового затінення, яке призводить до недоотримання потужності та експлуатації сонячних панелей в стресових умовах. Аналіз наявних способів зменшення впливу даного ефекту свідчить, що найбільш перспективними та ефективними є активні методи, які пов'язані зі зміною схеми увімкнення в процесі експлуатації. Тому обраний дисертантом напрям забезпечення оптимальних умов експлуатації масиву сонячних панелей є обґрунтованим та перспективним.

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

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. На основі аналізу еквівалентної схеми заміщення розроблено удосконалену математичну модель сонячної панелі, що дозволяє покращити точність апроксимації вольт-амперної характеристики панелі. Також розроблено спосіб визначення параметрів удосконаленої математичної моделі на основі експериментальної вольт-амперної характеристики та табличних даних сонячної панелі.

2. Вперше розроблено метод генерації моделі хмарного покриву для різних типів хмар з урахуванням випадкової зміни їх щільності на основі визначення параметрів по їх спектральним характеристикам.

Обґрунтованість отриманих результатів дисертаційного дослідження забезпечена за допомогою застосування здобувачем даних, які були отримані з літературних джерел за рахунок аналізу сучасного стану та перспектив

розвитку систем та методів динамічної комутації сонячних панелей. Достовірність обраних методів вирішення поставлених у дисертаційній роботі задач підтверджується узгодженістю теоретичних розрахунків з результатами експериментальних досліджень, отриманих за допомогою комп'ютерного моделювання.

Повністю виконано поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання, а саме розвиток теорії моделювання хмарного покриву для створення системи динамічної комутації сонячних панелей з урахуванням нелінійності їх вольт-амперних характеристик та підвищенням ефективності використання сонячної енергії. 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 В.І. 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.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана сучасною українською науковою мовою із використанням сучасної наукової термінології. Зміст дисертації є добре структурованим та цілісним, робота відповідає темі досліджень.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури із 134 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації 214 сторінок.

У вступі проведено обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, описано використані методи дослідження, наведено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Надано інформацію про висвітлення результатів дисертаційної роботи в періодичних наукових виданнях та апробацію на наукових конференціях. Також вказано особистий внесок автора в кожній з публікацій.

Продemonстровано зв'язок роботи з планами використання у навчальному процесі.

У першому розділі здійснено огляд існуючих методів оцінки потенціалу сонячної енергії та її основних параметрів. Також проведено дослідження поточного стану розвитку напівпровідникових перетворювачів сонячної енергії, особливостей їх функціонування в умовах часткового затінення, а також методів зменшення негативного впливу нерівномірної опроміненості на режими роботи перетворювачів. Аналіз був зосереджений на розвитку еквівалентних схем заміщення, математичних моделей і топологій. Детально були розглянуті математичні моделі хмарного покриття, а також здійснена класифікація та порівняльний аналіз методів генерації зображень хмарного покриття на основі використання кольорових шумів.

У другому розділі наведено математичні вирази, які узагальнюють покращену модель сонячної панелі, яка була розроблена на основі аналізу еквівалентних схем заміщення. Представлено два підходи до визначення параметрів цієї моделі: метод перебору «коефіцієнтів ідеальності» та «опорів». Детально розглянуто особливості алгоритмів, що використовуються в обох підходах, та надано рекомендації щодо використання вагових функцій, що сприяють отриманню більш точних оцінок параметрів моделі. Використано метод простої ітерації та метод релаксації для розв'язання трансцендентних рівнянь і забезпечення збіжності чисельних методів. Наведено розраховані значення параметрів моделі для сонячних панелей KC200GT та ST40. Проведено порівняльний аналіз запропонованих методів визначення параметрів моделі зі сучасними методами, що описані в літературі. Для сонячних панелей KC200GT та ST40 встановлено, що запропоновані методи забезпечують кращу апроксимацію вольт-амперних характеристик у порівнянні з існуючими аналогами. Також було проведено визначення залежності параметрів удосконаленої моделі сонячної панелі від рівня опроміненості та температури з наведенням відповідних значень похибок.

У третьому розділі висвітлено процес створення математичної моделі хмарного покриття. Описано особливості запропонованої моделі, що ґрунтується на аналізі спектральних характеристик зображень різних типів хмар. Підкреслено, що дана модель дозволяє генерувати зображення хмар, які відтворюють ключові особливості оригінальних зображень. Запропоновано використання вагової функції для спрощення аналізу вихідних зображень та зменшення впливу ефекту витікання спектру. Розглянуто метод визначення параметрів цієї моделі та досліджено особливості фазово-частотної характеристики та методу її генерації. Для апроксимації амплітудно-частотної

характеристики використано методи регресійного аналізу та головних компонент. Приведено приклад застосування моделі для визначення параметрів на основі досліджуваного зображення хмарного покриву. Проведено порівняльний аналіз запропонованої моделі з алгоритмом спектрального синтезу, визначено похибку апроксимації, що забезпечують розглянуті моделі. Також здійснено порівняння значень параметрів моделі зі значеннями, отриманими методом перебору, що підтверджує ефективність розробленої моделі.

У четвертому розділі проведено комп'ютерне моделювання вольт-амперних характеристик та характеристик вихідної потужності масиву сонячних панелей на основі панелі KC200GT в програмному середовищі Matlab Simulink. Розроблено та описано схемні моделі некомутованого та комутованого масивів сонячних панелей, а також наведено особливості їх використання з докладним описом необхідних розрахунків параметрів. Змодельовано роботу системи динамічної комутації та перемикання топології масиву сонячних панелей під час функціонування з метою забезпечення максимальної вихідної потужності в умовах часткового затінення. Отримано вихідні характеристики для досліджуваних масивів на основі значень параметрів моделей сонячної панелі та хмарного покриву, які були отримані в попередніх розділах. Проведено порівняльний аналіз цієї системи з некомутованим масивом для оцінки ефективності запропонованого алгоритму комутації. Результати досліджень підтвердили правильність теоретичних розрахунків та ефективність розробленої системи динамічної комутації та запропонованих математичних моделей сонячних панелей та хмарного покриву.

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 доволі якісно та на високому науковому рівні висвітлені результати його дисертаційного дослідження. Порухів правил академічної доброчесності та наявності запозичень 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.

1) До Рис. 1.1. «Графік зміни споживання електроенергії по рокам» – не вказано де (у всьому світі ?) та в яких умовах ті відсотки (плюси та мінуси). Звідси ніяк не очевидний висновок про -2,3%. На цьому та інших графіках відсутня пряма лінія, що позначає вертикальну шкалу, хоч самі позначки на шкалі є.

2) На Рис. 1.1 - 1.9 обов'язково потрібно вказувати посилання на першоджерело. Частина посилань є у тексті. Інші побудовані автором?

3) У розділі 1 значна частина уваги приділена опису та класифікації шумів, але значно менше уваги приділено зв'язку типу хмарного покриття (а хмари у нас різняться за класифікацією також) з типом шуму, який він породжує.

4) Стор. 77 «поблизу точки ХХ». Що то за точка?

5) У висновках до розділу 2 написано, що «Створено програмну реалізацію математичної моделі на основі розроблених способів перебору значень опорів та коефіцієнту ідеальності на мові програмування Python, яка дозволяє моделювати ВАХ сонячної панелі при різних умовах опроміненості та температури». Це констатація факту та декларація зробленого. До яких нових фізико-технічних висновків можна дійти використовуючи написану дисертантом програму?

6) Аналогічні зауваження я маю до всіх висновків у розділі 3. Наприклад, «Розроблено програмну реалізацію математичної моделі на основі мови програмування Python та його дистрибутиву Anaconda, яка дозволяє проводити генерацію хмарного покриття з відтворенням особливостей, притаманних для вихідних даних» Дозволяє – це констатація факту та декларація зробленого. Що вийшло нового з використання програми?

Вважаю, що висловлені зауваження не є суттєвими, мають стилістичний характер і ніяк не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів, та не впливають на цілком 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 покриття» 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.

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
відділу фізики магнітних явищ
Інституту фізики
Національної академії наук України,
д.ф.-м.н., проф.



Ганна МОРОЗОВСЬКА

«6» травня 2024 року

