

Голові разової спеціалізованої
вченої ради
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»
д.т.н., професору Алексеєву М.О.

Рецензія

доктора технічних наук, професора кафедри КФІВС
Новицького Ігоря Валерійовича
на дисертаційну роботу
Зибалова Дмитра Сергійовича
на тему «Автоматизація процесів керування автономними малопотужними
фотоелектричними установками»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 151-
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
в галузі знань 15- «Автоматизація та приладобудування»

Актуальність роботи. Внаслідок повномасштабної війни в Україні її електромережа зазнала значних ушкоджень і далеко не завжди може працювати в штатному режимі. В таких умовах особливе значення набувають альтернативні джерела енергії, у тому числі сонячні електростанції. Серед них слід виділити клас малопотужних фотоелектричних установок, які функціонують в ізольованих умовах. Для забезпечення працездатності таких установок треба застосовувати специфічний підхід, який би забезпечував ефективне використання сонячної енергії в умовах змінної хмарності та з урахуванням витрат на керування положенням панелі. Саме вирішенню цих задач присвячена рецензуєма робота, що й обумовлює її актуальність.

Наукові результати та їх новизна. В результаті досліджень в роботі отримані наступні наукові результати.

На основі експериментальних досліджень з використанням методів математичної статистики доведено, що в хмарну погоду сонячний перетворювач генерує на 6-10 % енергії більше, ніж у положенні, орієнтованому по нормалі на Сонце.

Обґрунтовано критерій ефективності функціонування для малопотужних ізольованих установок, який, на відміну від існуючих, враховує витрати на переміщення панелі і на її технічне обслуговування.

Вперше запропоновано і експериментально обґрунтовано інформаційний параметр для оцінки і класифікації ступеня хмарності – вибіркового коефіцієнта варіації процесу сонячного випромінювання.

Розроблений спосіб та відповідний алгоритм керування положенням сонячного перетворювача, оснований на розпізнаванні ступеня хмарності та застосуванні відповідної стратегії керування, що забезпечує підвищення ефективності роботи установки порівняно з існуючими системами.

Розроблено імітаційну модель процесу сонячного випромінювання, яка враховує положення Сонця, змінну хмарність, електричні параметри СФП,

алгоритм позиціонування СФП у просторі та енергетичні витрати на його переміщення, що дає змогу порівнювати режими керування положенням СФП за згенерованою енергією.

При створенні імітаційної моделі використані супутникові дані NASA погодинних значень ступеня хмарності, що забезпечило адекватність моделі.

Таким чином, наукова новизна дисертаційної роботи полягає в комплексному системному підході при створенні систем керування специфічним об'єктом – малопотужними фотоелектричними установками, який враховує умови їхньої експлуатації і динаміку зміни стану атмосфери.

Практичне значення результатів.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем НТУ «Дніпровська політехніка». Робота виконана на основі діючої фотоелектричної панелі, має експериментальну специфіку і завершена розробкою і апробацією діючої системи керування. Результати роботи мають вагомое практичне значення, оскільки отримане в дисертації підвищення ефективності забезпечує працездатність малопотужних ізольованих сонячних установок.

Результати досліджень відповідного наукового напрямку кафедри КФІВС плануються до впровадження на об'єктах НТУ «Дніпровська політехніка».

Оцінка змісту та обґрунтованості положень дисертації.

У вступі зазначено актуальність теми досліджень, сформульовано мету, об'єкт, предмет та основні завдання досліджень, обґрунтовано методи досліджень, викладено наукову новизну і практичну значимість результатів, визначений особистий внесок здобувача, а також наведено відомості щодо публікацій та результатів апробації дисертаційної роботи.

У першому розділі проведений аналітичний огляд існуючих рішень при експлуатації фотоелектричних систем. Виконано їх класифікацію, зазначені переваги та недоліки відомих рішень. Особливу увагу приділено розгляду роботи малопотужних ізольованих установок, які працюють в специфічних умовах. У розділі наведені дані щодо значної кількості хмарних днів на території України і з урахуванням цього аналізуються способи підвищення ефективності роботи малопотужних СФУ. Завершується розділ постановкою задачі досліджень.

Другий розділ присвячений моделюванню процесів сонячного випромінювання та фотоперетворення енергії. Виконано огляд та аналіз існуючих моделей ідеального випромінювання і серед них обрана модель Hottel як найкраща для нашої місцевості. Отримана на її основі базова оцінка інтенсивності ідеального випромінювання, доповнена фактичними даними щодо хмарності NASA, була використана як основа імітаційної моделі для аналізу розроблених алгоритмів і оцінки ефективності роботи системи. В якості моделі фотоперетворення енергії обрана модель одного діода і запропонований метод її розрахунку, що дозволяє визначити оптимальне навантаження при змінній інсоляції.

У третьому розділі проведено класифікацію хмарності та встановлено її вплив на ефективність роботи сонячного фотоелектричного перетворювача.

Показано, що за ясної погоди оптимальним є безперервне відстеження положення Сонця, тоді як при хмарній погоді доцільно переводити сонячний фотоелектричний перетворювач у фіксоване горизонтальне положення. Розроблено алгоритм керування, що враховує наявність хмарності. Експериментально підтверджено ефективність запропонованого підходу та визначено раціональні просторові положення сонячного фотоелектричного перетворювача для різних рівнів хмарності. Запропоновано метод оцінки хмарності на основі статистичного та спектрального аналізу потужності, яку генерує сонячний фотоелектричний перетворювач.

У четвертому розділі розроблено конструкцію системи керування СФУ та досліджено вплив умов освітленості на ефективність генерації енергії. Розроблено програмне забезпечення на базі розробленої імітаційної моделі. Перевірено на адекватність розроблену модель. Було обґрунтовано критерій ефективності роботи СФУ та проведено економічну оцінку розробленого алгоритму керування, результати якої підтвердили практичну доцільність впровадження.

Повнота викладення результатів в наукових виданнях.

За результатами досліджень опубліковано 5 наукових праць у фахових виданнях України (категорія Б). Апробація результатів дисертації – доповіді на п'яти міжнародних конференціях.

Оформлення дисертації та дотримання вимог академічної доброчесності.

Дисертація написана науково правильною мовою на достатньому технічному рівні з використанням сучасної термінології.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування.

Усі наукові та практичні результати роботи отримані здобувачем особисто, що підтверджується аналізом змісту досліджень та опублікованих праць. У тексті не виявлено некоректних запозичень чи використання результатів інших науковців без відповідних посилань на джерела.

Дискусійні положення та зауваження.

1. Не зовсім зрозуміло для чого в розділі 3.2.1 виконується спектральний аналіз потужності сонячної генерації, якщо отримані результати в подальшому не використовуються.

2. Дисертація має експериментальний характер і багато висновків базується на результатах експерименту. В той же час вихідний статистичний матеріал не завжди обробляється згідно з методами математичної статистики.

3. На наш погляд, робота дещо перевантажена відомим матеріалом, який викладається дуже детально.

4. В розділі 4.5 обґрунтовано стратегію керування СФУ при відсутності хмар (в ясну погоду). Але в роботі відсутнє обґрунтування (з кількісними показниками) способу керування об'єктом в умовах мінливої хмарності.

5. У роботі в певних її фрагментах (наприклад, у висновках до розділу 4) розроблений алгоритм називається оптимальним. Це не вірно, оскільки

обґрунтований в четвертому розділі критерій ефективності використовується лише для порівняння альтернатив (способів керування), а доведення оптимальності розробленого алгоритму в роботі немає.

Наведені зауваження не знижують наукового рівня та практичну значущість роботи і не мають суттєвого впливу на її загальну позитивну оцінку. В цілому робота відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних досліджень.

Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація Зибалова Дмитра Сергійовича «Автоматизація процесів керування автономними малопотужними фотоелектричними установками» є завершеною науково-дослідницькою роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати. В роботі вирішено важливу науково-прикладну задачу підвищення ефективності автоматичного керування малопотужними фотоелектричними установками шляхом розпізнавання на основі нового інформаційного джерела стану хмарності і застосування відповідного алгоритму керування.

Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, а наукові та практичні результати роботи є значущими для галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування.

Вважаю, що дисертація Зибалова Дмитра Сергійовича відповідає вимогам «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 12.01.2022 року № 44 (зі змінами № 507 від 03.05.2024 року) та вимогам МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження вимог для оформлення дисертації», а її автор, Зибалов Дмитро Сергійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Офіційний рецензент – доктор технічних наук,
професор кафедри кіберфізичних
та інформаційно-вимірювальних систем
НТУ «Дніпровська політехніка»

І.В. Новицький