

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента
Галай Василя Миколайовича
на дисертаційну роботу Солдатенка Валентина Петровича
«Автоматичне керування генерацією активної потужності відновлюваних
джерел енергії в комбінованій електроенергетичній системі»,
представлену на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук зі спеціальності
05.13.07 – Автоматизація процесів керування

Актуальність теми дисертації

Роботу присвячено актуальній для сьогодення проблемі компромісної оптимізації електроенергетичних комплексів за двома суперечними критеріями як якість, так і прибутковість генеруючих систем. Задача вирішується шляхом автоматизації комплексу систем генерування електроенергії за допомогою вітру, сонця і біопалива та оптимального за зазначеним критерієм керування режимом роботи вітровою електростанцією.

Робота виконана на кафедрі електротехнічних систем та енергетичного менеджменту Центральноукраїнського національного технічного університету відповідно до тематики науково-дослідних робіт за напрямом: «Розробка енергозберігаючих режимів та енергетичного контролю для промисловості» (номер державної реєстрації № 0103U2006105). Результати досліджень використані в держбюджетній темі «Розробка та дослідження комплексної електроенергетичної системи з використанням нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії для сільськогосподарського виробництва» (номер державної реєстрації № 0110U002140) та в НДР за грантом, договір №11/35Г213 «Оптимізація паливно-енергетичних балансів промислових та комунально-побутових об'єктів сільської місцевості з використанням альтернативних джерел енергії» (номер державної реєстрації №0113U007566).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність і новизна.

Наукові положення, висновки і рекомендації обґрунтовані наступними методами: комп'ютерного імітаційного моделювання, методами оптимізації, теорії електричних кіл, теорії автоматичного керування, чисельних методів розв'язку задач.

Наукові положення, висновки та рекомендації достовірні та достатньо обґрунтовані.

Наукова новизна отриманих результатів. Солдатенко В.П. в своїй дисертаційній роботі поставив та розв'язав задачу забезпечення максимального рівня генерації активної потужності в нестационарних умовах з жорстким обмеженням в мережі особливо в зоні її споживання. В процесі розв'язання цієї задачі автор отримав ряд нових наукових результатів, які мають ознаки новизни:

1. Поставлена та розв'язана задача автоматичної зміни уставки обмеження потужності генерації установками з відновлюваними джерелами енергії, що працюють в комбінованій електроенергетичній системі.

2. Отримав розвиток метод розв'язку задачі багатокритеріальної оптимізації шляхом наближення до утопічної точки в просторі критеріїв для формалізації задачі автоматичного керування генерацією активної потужності установками з відновлюваними джерелами.

3. Удосконалено імітаційні моделі системи автоматичного керування установками генерації електричної потужності, що містять відновлювані джерела енергії, які, на відміну від існуючих, дозволяють проводити аналіз режимів роботи розподільних електричних мереж за умов забезпечення максимального рівня генерації активної потужності установками з відновлюваними джерелами енергії при дотриманні нормально допустимих значень усталеного відхилення напруги в точці приєднання електроспоживачів до розподільної електричної мережі.

Ці положення та результати в сукупності складають основу розв'язаної науково-технічної задачі.

Важливість результатів дисертаційної роботи для науки і практики.

Обґрунтовані методи, алгоритми забезпечують можливість отримання якісно нових рішень з автоматичного керування генерацією активної потужності установками з ВДЕ. Результати дослідження знайшли застосування у практиці створення таких систем і впровадженні у виробництві та в навчальний процес, що підтверджено відповідними актами.

Практична цінність результатів роботи.

На основі наукових положень створено:

- комп'ютерну імітаційну модель САК установками генерації електричної потужності;
- методику визначення вектора керування установками генерації електричної потужності, що містять ВДЕ.

Отримані наукові результати впроваджено в ТОВ «Електроактив-монтаж» та ТДВ «Інтерресурси», що підтверджено відповідними актами впровадження результатів наукових досліджень.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Результати роботи представлено в 16 публікаціях та 1 авторському свідоцтві на розроблену систему.

Дані публікації у повній мірі відображають зміст дисертації.

Автореферат дисертації повністю відображає основний її зміст та надає всю необхідну інформацію про основні теоретичні та практичні здобутки дисертанта.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукової роботи нормам.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації складає 185 сторінок, з яких 20 сторінок містять 6 додатків. Основна частина викладена на 133 сторінках друкованого тексту, містить 71 рисунок та 4 таблиці. Список використаних джерел містить 113 найменувань та викладений на 12 сторінках.

В **першому** розділі проведено аналіз існуючих методів та технічних засобів приєднання установок з ВДЕ до електричної мережі та засобів їх автоматизації.

Встановлено, що одним із найпоширеніших підходів до вирішення проблеми понаднормового підвищення рівня усталеного відхилення напруг в режимі генерації ВДЕ є обмеження рівня генерації електричної потужності в мережу за допомогою напівпровідникових пристроїв. В більшості існуючих САК генерацію активної потужності ВДЕ в КЕЕС обмеження генерації електричної потужності в мережу відбувається за рахунок встановленого фіксованого значення максимально допустимого рівня напруги. Виявлено, що недоліком такого підходу є те, що він призводить до неповного використання наявної потужності генерації ВДЕ, і, як наслідок, до зменшення прибутку від генерації електричної енергії в мережу за «зеленим» тарифом.

В **другому** розділі формалізовано задачу автоматичного керування генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС, показано, що її найдоцільніше інтерпретувати у вигляді задачі багатокритеріальної оптимізації. Проведено аналіз методів розв'язку задачі багатокритеріальної оптимізації. Показано, що для вирішення задачі автоматичного керування генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС найдоцільніше скористатись методом наближення до утопічної точки в просторі критеріїв. Доведено, що для вирішення задачі знаходження координат утопічної точки, а також задачі мінімізації чебишевської відстані від утопічної точки до паретооптимальної множини рішень найдоцільніше скористатись алгоритмом дискретної оптимізації

функції декількох змінних, це пов'язано з дискретністю задачі керування, а також мікропроцесорною реалізацією САК.

Третій розділ присвячений розробленню математичних моделей елементів КЕЕС, структурної схеми САК генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС та алгоритму визначення оптимального вектора керування, в основу яких покладено розв'язки задачі багатокритеріальної оптимізації. Створено комп'ютерну імітаційну модель САК генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС. Проведено оцінку стійкості САК генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС шляхом аналізу перехідних процесів: графіки перехідних процесів мають затухаючий аперіодичний характер, що свідчить про стійкість розробленої системи. Підтверджено перевагу запропонованої САК над базовою за результатами проведення комп'ютерного моделювання в основу функціонування якого покладено знайдені розв'язки задачі багатокритеріальної оптимізації. Для розробленої САК величина генерації активної потужності виявилась на 8,13% більшою в порівнянні з базовою САК при забезпеченні значень усталеного відхилення напруги для випадку розробленої САК вимогам ГОСТ 13109-97.

В **четвертому** розділі запропоновано принципову схему мікропроцесорної САК генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС на базі сучасної мікропроцесорної техніки. Експериментальні дослідження запропонованої САК показали її працездатність і підтвердили адекватність теоретичних досліджень.

У **висновках** приведено формулювання розв'язаних завдань та визначено їх значення у вирішенні задачі автоматичного керування генерацією активної потужності ВДЕ в КЕЕС. Наведені основні наукові та практичні результати.

Всі розділи дисертації, розрахунки, розроблена система керування генерацією активної потужності ВДЕ та дослідження повністю відповідають поставленим в дисертаційній роботі задачам.

Недоліки та зауваження до дисертації

1. Не зрозуміло чому регулювання допустимої перенапруги ΔU досягається за рахунок зменшення потужності вітроагрегата, де вітер нічного не коштує, в той час як біопаливо не безкоштовне. Доцільніше було б зменшувати потужність біоустановки, заощаджуючи біопаливо.

2. На рис. 1.4 лічильник начебто повинен стояти після інвертора, якщо вимірюється енергія в мережі і навантаженні?

3. На рис. 1.18 мова йде про порогове реле з зоною нечутливості, а зображено гістерезисна нелінійність.

4. В виразу (3) “економічні збитки” не наведено алгоритму визначення коефіцієнтів a_1, a_2 .

5. В задачі двокритеріальної оптимізації за критеріями Q_1 і Q_2 використано метод, так званої “утопічної точки”, де за експертними оцінками коефіцієнтів ζ_1 і ζ_2 визначається напрямок $g = \arctg \frac{z_2}{z_1}$ для визначення компромісного рішення Q_{evk}^{opt} , також як і в методі лінійної згортки, де теж треба визначити коефіцієнти ваги Q_1 і Q_2 . Тому не зрозуміло перевага одного над другим.

6. В запропонованому методі перебору доцільно було б врахувати накопичений досвід роботи системи з метою зменшення числа перебираємих варіантів.

7. В квадратичній моделі (3.25) слід вказати межі змінних, так як в режимах близьких до холостого ходу залежність не квадратична.

Відмічені зауваження не знижують якість досліджень і не впливають на головні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота Солдатенка Валентина Петровича є закінченим, логічно обґрунтованим науковим дослідженням, що містить розв’язок

актуальної задачі і має високий науково-технічний рівень. Достовірність основних положень і результатів роботи експериментально та теоретично підтверджена.

Дисертація повністю відповідає паспорту спеціальності 05.13.07 – Автоматизація процесів керування.

Робота виконана з дотриманням вимог, які висувають до дисертаційних робіт, а здобувач Солдатенко Валентин Петрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидати технічних наук зі спеціальності 05.13.07 – Автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент,
доцент кафедри автоматики та
електроприводу
Полтавського національного технічного
університету
імені Юрія Кондратюка,
кандидат технічних наук

В.М. Галай

Підпис к.т.н., доц. Галай В.М. засвідчую:

Проректор з наукової та міжнародної роботи,
к.е.н., доц.

С.П. Сівіцька

