

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента Омеляненко Галини Вікторівни

на дисертаційну роботу Кузнецова Дмитра Сергійовича

«Підвищення енергоефективності електричних мереж з відновлюваними джерелами живлення за рахунок використання організаційних та технічних заходів», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Детальний аналіз дисертаційної роботи Кузнецова Дмитра Сергійовича на тему «Підвищення енергоефективності електричних мереж з відновлюваними джерелами живлення за рахунок використання організаційних та технічних заходів», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

1. Актуальність теми.

Суттєве зростання частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) впливає на енергобаланс в розподільних електричних мережах (РЕМ), що обумовлює потребу в принципово нових підходах до управління РЕМ.

У цьому контексті надзвичайно важливим є підвищення енергоефективності РЕМ за рахунок використання організаційних та технічних заходів. В представленій на рецензію дисертаційній роботі запропоновано цілісний, інтегрований підхід, що базується на поєднанні технічних і організаційних заходів, а також впровадженні багатокритеріальних моделей оптимізації, перевірених за допомогою комп'ютерного моделювання. Такий підхід здатний забезпечити ефективне функціонування РЕМ із ВДЕ в умовах обмежених ресурсів і підвищених технічних вимог.

В зв'язку з цим тема дисертаційних досліджень відповідає ключовим викликам, які сьогодні постають перед електроенергетичними системами України та є актуальною науково-технічною задачею вирішенню якої і присвячено дисертаційну роботу Кузнецова Д.С.

2 Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота Кузнецова Д.С. є складовою частиною науково-дослідних робіт, виконаних на кафедрі «Передача електричної енергії» (ПЕЕ) Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи за планом МОН України «Дослідження інтелектуальної системи електропостачання на основі залучення активних споживачів» (ДР № 0122U001313, 2022–2023 рр.), «Система сталого електропостачання громад з можливістю забезпечення автономного режиму роботи на основі віртуальних електричних станцій» (ДР № 0124U000669, 2023–2025 рр.), де здобувач був виконавцем окремих розділів.

3 Наукова новизна одержаних результатів

Дисертація містить наукову новизну, з найбільш суттєвих доробок роботи можна назвати:

– вдосконалення методу послідовного перебору варіантів для вибору місць встановлення ВДЕ в розподільчих електричних мережах (РЕМ), що відрізняється від існуючих застосуванням індексу чутливості, який ґрунтується на аналізі активних втрат в лініях електропередач (ЛЕП) та враховує технічні обмеження РЕМ, що дозволяє забезпечити стійкість та стабільність роботи електричних мереж (ЕМ);

– наукову обґрунтованість необхідності використання поетапної та систематизованої стратегії модернізації електричних мереж (ЕМ) з метою підвищення їх енергоефективності в умовах зростаючої інтеграції відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), що відрізняється від існуючих використанням узагальненої багатокритеріальної цільової функції, яка дозволяє врахувати одночасно організаційно-технічні заходи та параметри режимів РЕМ.

Вважаю, що робота дисертанта є внеском у розвиток підходів до оптимізації функціонування РЕМ з урахуванням інтеграції ВДЕ, завдяки поєднанню технічних і організаційних рішень, спрямованих на підвищення їх енергоефективності.

4 Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична значимість отриманих результатів дисертаційної роботи Кузнецова Д. С. полягає в удосконаленні методів оптимізації роботи ЕМ, зокрема через розроблення:

- методики аналізу топологічних конфігурацій із використанням зваженої функції цілі для обґрунтованого вибору структури мережі в умовах багатокритеріальності;

- методики визначення оптимальних місць підключення відновлюваних джерел енергії з урахуванням індексу чутливості та технічних обмежень;

- методики розміщення конденсаторних установок із використанням динамічного програмування та комп'ютерного моделювання для детального аналізу режимів роботи;

- алгоритму реалізації поетапної стратегії модернізації мереж, що враховує організаційно-технічні заходи для підвищення енергоефективності та стабільності розподільчих систем.

Розроблені методики підтверджені актами впровадження в НТУ «ХП».

5 Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором

Основні положення і результати дисертаційних досліджень, відображено у 11 наукових публікаціях: 5 наукових статей у фахових наукових виданнях України; 6 у матеріалах апробаційного характеру, з яких 1 проіндексована у Міжнародних наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота Кузнецова Д.С. є самостійним, завершеним науковим дослідженням, результати якого достатньо висвітлені.

6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертаційна робота Кузнецова Д. С. є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел із 110 найменувань та 3 додатка.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі, пов'язаної з підвищенням енергоефективності електричних мереж з відновлюваними джерелами живлення за рахунок використання організаційних та технічних заходів.

Об'єкт дослідження – процес передачі електричної енергії в розподільних електричних мережах, які містять відновлювані джерела живлення.

Предмет досліджень – електричні параметри та схеми розподільних електричних мереж, які містять відновлювані джерела живлення

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну, практичну значимість, зв'язок із науковими програмами, а також наведено відомості про апробацію та публікації.

У першому розділі розглянуто структуру втрат електричної енергії в ЕМ, проаналізовано їх основні компоненти, а також методи їх оцінювання та шляхи зменшення. Також автором окреслено перспективні напрямки досліджень, зокрема, оптимізацію топології мереж і впровадження засобів компенсації реактивної потужності з врахуванням інтеграції ВДЕ в ЕМ.

У другому розділі виконано аналіз методів оптимізації топології електричної мережі. За результатами якого обґрунтовано удосконалення методу аналізу топологічних конфігурацій ЕМ на основі комп'ютерного моделювання в PowerFactory із використанням зваженої цільової функції. Ефективність запропонованого автором підходу підтверджено моделюванням мережі 35/10 кВ на базі реальної схеми Обленерго України.

У третьому розділі автором проаналізовано вплив ВДЕ на параметри та режими роботи ЕМ. Вдосконалено метод послідовного перебору варіантів для вибору місць встановлення ВДЕ в РЕМ із застосуванням індексу чутливості. Моделювання режимів роботи ЕМ підтвердило ефективність підходу за умов зниженої генерації ВДЕ.

У четвертому розділі проаналізовано методи визначення місць встановлення конденсаторних установок (КУ) в ЕМ. Вдосконалено метод динамічного програмування (ДП) із використанням комп'ютерного моделювання для підвищення рівня деталізації режимних характеристик та системної взаємодії елементів РЕМ під час оцінювання місць встановлення КУ. Реалізація методу на прикладі реальної схеми Обленерго України засвідчила його ефективність, щодо зниження втрат електроенергії та підвищення показників якості електроенергії.

У п'ятому розділі запропоновано поетапну та систематизовану стратегію модернізації ЕМ, яка поєднує оптимізацію топології, інтеграцію ВДЕ та розміщення КУ в єдину концепцію розвитку. Моделювання в середовищі PowerFactory підтверджують ефективність розробленого підходу на прикладі реальної схеми Обленерго України.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення поставлених в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел із 110 найменувань достатньо охоплює

предметне поле дослідження і певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості іноземних та вітчизняних інформаційних джерел.

У додатках наведені основні результати дисертаційного дослідження та інформація щодо практичного впровадження результатів дисертації.

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів у дисертаційній роботі Кузнецова Д.С. забезпечується коректним поставленням мети і задач, використанням відповідної методології дослідження. Математична обробка результатів досліджень виконувалася з використанням сучасного прикладного програмного забезпечення (DIgSILENT PowerFactory).

Наукові висновки, зроблені в роботі, підтверджуються коректним використанням методів дослідження та актами впровадження, що свідчить про достовірність одержаних результатів.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Стиль викладення матеріалу в дисертації достатньо зрозумілий для сприйняття. Рівень досліджень та глибина розгляду питань відповідає вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертаційна робота Кузнецова Д. С. виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави стверджувати про оригінальність представленої роботи. У тексті дисертації містяться авторські ідеї і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено в 11 наукових публікаціях. Здобувач приймав участь в Українських та Міжнародних конференціях, де була проведена апробація ідей, які викладено у дисертаційному дослідженні і підтверджено 6 науковими публікаціями у матеріалах конференцій, з яких 1 проіндексовано у міжнародній наукометричній базі даних Scopus.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Під час аналізу заходів щодо зниження втрат електроенергії (розділ 1.3) Ви наводите перелік заходів для зниження втрат в ЕМ (рис. 1.3, стор. 29), але в тексті дисертації немає посилання на цей рисунок тому не зрозуміло для чого він наведений?

2. З тексту дисертації не зрозуміло, чому саме визначення точок розмикання мереж та впровадження конденсаторних установок були обрані для подальших досліджень в роботі?

3. У розділі 2.2 Ви використовуєте зважену цільову функцію (ф. 2.10, стор. 64) для оцінювання ефективності топологій, але не зрозуміло, чому для визначення ваги критеріїв Ви користуєтесь експертним методом. Поясніть, чому саме цей метод Ви обрали.

4. В 2 розділі Ви досліджуєте зміну активних втрат електроенергії шляхом пошуку оптимальної точки розриву ЕМ для літнього і зимового максимумів, тобто розглядаєте сталі режими роботи ЕМ. Тому, не зрозуміло, чи впливають перехідні режими роботи на точки розриву ЕМ та як. Поясніть.

5. У розділі 3.2 Ви аналізуєте вплив ВДЕ на втрати, напругу та якість електричної енергії в ЕМ, але, з тексту дисертації не зрозуміло, які показники якості електроенергії Ви маєте на увазі і чому? Поясніть.

6. У розділі 4 для пошуку місць розміщення КУ Ви проаналізували різні методи. Доцільно було б зробити порівняльний аналіз переваг та недоліків цих методів для обґрунтування обраного в роботі методу.

7. У підрозділі 4.2 йдеться мова про втрати в ЛЕП за умови впровадження КУ. Поясніть, як Ви враховували вплив нелінійного навантаження під час розрахунків?

8. У розділі 5.1 Ви представили розроблення методики підвищення енергоефективності ЕМ, але з тексту не зрозуміло що саме було розроблено а що вдосконалено.

9. *Щодо змісту та оформлення дисертації.* По тексту дисертаційної роботи зустрічаються не доцільні пропуски рядків або їх відсутність (стор. 43, 46, 47, 97). Також у роботі зустрічаються граматичні помилки, не закінчені речення, стилістичні неточності і описки, але кількість їх допустима.

Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Кузнецова Д. С. її наукову новизну і практичну цінність.

10. Висновки

Дисертаційна робота Кузнецова Дмитра Сергійовича є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 14 – «Електрична інженерія» та спеціальності 141 – «Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та наявну практичну значимість вважаю, що дисертаційна робота Кузнецова Дмитра

Сергійовича «Підвищення енергоефективності електричних мереж з відновлюваними джерелами живлення за рахунок використання організаційних та технічних заходів» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Кузнецов Дмитро Сергійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 141 - «Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка».

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри передачі електричної енергії
Національного технічного університету
«Харківський Політехнічний Інститут»

