ВІДГУК

офіційного опонента

Бєлохи Галини Сергіївни

на дисертаційну роботу Кіянчука Владислава Михайловича

«Режими споживання електроенергії побутовими накопичувальними водонагрівачами для підвищення енергоефективності та балансування енергосистеми», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми

Дисертаційна робота Кіянчука В. М. спрямована на вирішення актуального науково-технічного завдання підвищення ефективності функціонування електроенергетичної системи за рахунок використання керованого навантаження побутових споживачів. Необхідність таких досліджень зумовлена сучасними умовами розвитку енергетичної системи України, зокрема стрімким зростанням частки відновлюваних джерел енергії, що ускладнює забезпечення стабільності режимів роботи, а також обмеженістю традиційних засобів балансування.

За таких умов особливого значення набуває розвиток механізмів реагування на попит як складової сучасних «розумних» енергетичних систем. Залучення побутових споживачів до процесів балансування, зокрема через використання електричних накопичувальних водонагрівачів як керованого навантаження, відкриває можливості для гнучкого перерозподілу електроспоживання у часі без істотного впливу на комфорт користувачів та сприяє підвищенню стійкості й ефективності роботи енергосистеми.

Це свідчить про прикладну орієнтованість дисертаційного дослідження та його потенціал для практичного застосування в умовах розвитку сучасної електроенергетики та тенденції децентралізації енергетичних ресурсів.

Тематика дослідження пов’язана з виконанням держбюджетної науково-дослідної роботою МОН України «Дослідження інтелектуальної системи електропостачання на основі залучення активних споживачів» (№ ДР 0122U001313, 2022–2023 рр.), у виконанні якої здобувач брав участь як виконавець окремих розділів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі Кіянчука В. М., є достатньо обґрунтованими з теоретичної та практичної точок зору. Обґрунтованість результатів забезпечується використанням сучасного математичного апарату та імітаційного моделювання

У роботі використано системний підхід, який поєднує моделювання теплових процесів у водонагрівачах, дослідження реальних профілів споживання та методи керування навантаженням. Отримані результати підтверджено чисельними експериментами, проведеними для умов, близьких до практичної реалізації програм реагування на попит, що свідчить про їх належний рівень обґрунтованості.

Загалом ступінь обґрунтованості наукових результатів можна оцінити як достатній для вирішення поставлених у роботі задач.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням перевірених методів моделювання та оптимізації, застосуванням сучасних підходів до статистичної обробки даних, а також узгодженістю результатів із відомими теоретичними положеннями.

Результати дослідження характеризуються внутрішньою узгодженістю та підтверджуються результатами експериментальних і розрахункових досліджень. Практична цінність полягає у можливості використання запропонованих підходів при вирішенні задач керування попитом, а також при аналізі режимів споживання побутових споживачів та прогнозуванні режимів роботи енергосистем.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- отримали подальший розвиток підходи до формування графіків електроспоживання ЕНВ агрегатором на основі техніко-економічних характеристик їх роботи;
- вперше встановлено параметри режимів ЕНВ і агрегованого портфеля з урахуванням енергоефективності та рівня комфорту.;

- вперше обґрунтовано метод визначення оптимальних температурних режимів ЕНВ з урахуванням стратифікації, який дозволяє підтримувати енергоефективність роботи та комфорт споживача;

- отримала подальший розвиток імітаційна модель ЕНВ за рахунок врахування теплових процесів і поведінки споживачів.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична цінність роботи також підтверджується впровадженням результатів досліджень:

1. в НЕК «Укренерго» (м. Київ) для задач аналізу, проєктування та техніко-економічного обґрунтування інтелектуальних систем керування електроспоживанням побутових споживачів з накопичувальними водонагрівачами, зокрема при розробленні, перевірці та впровадженні підходів до їх інтеграції у програми реагування на попит;

2. в ГС «СІГРЕ-Україна» (м. Київ) під час підготовки технічних матеріалів профільної робочої групи WG № C5.1UA «Керування попитом (Demand Response – DR) в ОЕС України»;

3. в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) в освітньому процесі кафедри «Електричних станцій» при реалізації освітньо-наукових програм G3 «Електроенергетика» та G3/G5 «Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія».

Таким чином, отримані результати можуть бути використані при розробленні організаційно-технічних рішень щодо взаємодії учасників ринку електричної енергії та сприяють більш ефективній інтеграції побутових споживачів у механізми реагування на попит. У цілому, вони мають значення як для розвитку наукових підходів до управління електроспоживанням, так і для практичного впровадження сучасних концепцій функціонування електроенергетичних систем.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові результати, отримані здобувачем у процесі виконання дисертаційної роботи, знайшли відображення у 19 наукових публікаціях, серед яких

1 стаття опублікована у фаховому науковому виданні України, включеному до категорії «А», 3 статті — у фахових наукових виданнях України, включених до категорії «Б», та 15 публікацій — у матеріалах наукових конференцій і семінарів апробаційного характеру, з них 2 праці індексовано в міжнародних наукометричних базах Scopus та/або Web of Science.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Кіянчука В. М. складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел та двох додатків.

Робота спрямована на розв’язання актуальної науково-технічної проблеми, що полягає у підвищенні ефективності керування електроспоживанням на основі механізмів реагування на попит. Основну увагу зосереджено на розробленні методичних підходів і засобів оптимізації обсягів та графіків споживання електричної енергії з метою зменшення пікових навантажень і розширення можливостей балансування енергосистеми.

У вступі аргументовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано завдання дослідження, обґрунтовано її відповідність науковим програмам, охарактеризовано новизну отриманих результатів, їх практичну цінність, а також наведено інформацію щодо апробації та оприлюднених праць здобувача.

Перший розділ присвячено аналізу сучасних підходів до реалізації механізмів реагування на попит і визначенню їх ролі в структурі ринку електричної енергії. Розглянуто способи взаємодії оператора системи передачі зі споживачами, проаналізовано міжнародний досвід та окреслено перспективи впровадження відповідних інструментів в Україні з урахуванням розвитку інтелектуальних мереж і

зростання значення гнучких ресурсів.

У другому розділі досліджено режими функціонування електричних накопичувальних водонагрівачів як ресурсу реагування на попит. Виконано аналіз їх технічних характеристик, проведено експериментальні дослідження та вдосконалено математичний опис процесів із урахуванням теплової динаміки та часових факторів. Достовірність отриманих результатів підтверджено шляхом чисельного моделювання та експериментальної перевірки.

Третій розділ присвячено аналізу чинників, що впливають на ефективність використання водонагрівачів у програмах керування попитом, зокрема сезонних і поведінкових аспектів. Розглянуто особливості функціонування балансуючого ринку, оцінено потенціал участі побутових споживачів і запропоновано підхід до оцінювання якості гарячого водопостачання з урахуванням вимог енергоефективності та комфорту.

У четвертому розділі розглянуто організаційно-технічні аспекти агрегації побутових споживачів. Визначено принципи функціонування агрегатора, запропоновано підходи до формування та моделювання агрегованого портфеля, а також проаналізовано умови його участі у ринкових механізмах. Окрему увагу приділено бар’єрам, стимулам і перспективам залучення побутових споживачів до програм реагування на попит.

Висновки за розділами та загальні висновки сформульовано логічно, вони узгоджуються зі змістом роботи та відображають отримані результати.

Список використаних джерел налічує 116 найменувань і охоплює як вітчизняні, так і зарубіжні наукові публікації, що свідчить про належний рівень опрацювання тематики.

Анотація узагальнює ключові положення дисертаційного дослідження та в достатній мірі висвітлює отримані наукові результати і їх прикладне значення.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено здобувачем на захист, отримані самостійно і

містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У науковій новизні дисертаційної роботи представлено положення, що відображають внесок автора у розвиток підходів до використання керованого навантаження в задачах балансування енергосистеми, але не описані детально відмінності запропонованих рішень від існуючих підходів.

2. У першому розділі наведено змістовний аналіз сучасного стану проблем балансування енергетичної системи та розвитку механізмів реагування на попит. Водночас доцільно більше уваги приділити критичному аналізу альтернативних механізмів забезпечення гнучкості для енергетичної системи та їх обмежень в умовах України.

3. У другому розділі проведена верифікація моделі ЕНВ та представлений аналіз результатів моделювання ЕНВ, якій включає в себе аналіз точності при порівнянні графіків, але не описані показники точності за якими оцінювались результати порівняння, це дало б змогу більш повно оцінити модель ЕНВ.

4. У третьому розділі відмічається що доцільно використовувати IoT-лічильників і неінтрузивних методів оцінювання стану ЕНВ, але не достатньо описано які саме неінтрузивні методи оцінювання є, та які саме використовувались в дослідженні.

5. У четвертому розділі розглянуто торгову діяльність агрегатора на ринку електричної енергії та обґрунтовано важливість економічних стимулів для залучення побутових споживачів до програм реагування на попит. Водночас доцільно було б окремо детальніше висвітлити питання можливого рівня винагороди для кінцевого споживача, а також організаційні й мотиваційні кроки, необхідні з боку агрегатора для формування сталої бази учасників таких програм.

Вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кіянчука В. М. «Режими споживання електроенергії побутовими накопичувальними водонагрівачами для підвищення енергоефективності та балансування енергосистеми» за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в підвищенні ефективності роботи електроенергетичної системи України шляхом залучення керованого електроспоживання побутового сектору до процесів балансування.

Подана дисертаційна робота Кіянчука В. М. «Режими споживання електроенергії побутовими накопичувальними водонагрівачами для підвищення енергоефективності та балансування енергосистеми» відповідає спеціальності 141 - Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка, відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам 6, 7, 8, 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 КМУ від 12.01.2022 р. № 44, а здобувач Кіянчук Владислав Михайлович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 141 - Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка.

Офіційний опонент
доцент кафедри електропостачання
Навчально-наукового інституту
енергозбереження та енергоменеджменту
Національного технічного Університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», к.т.н., доцент Галина БЄЛОХА

Відділ кадрів і архівної справи № 6

Підпис гр. Белохи Г.С.
ЗАСВІДЧУЮ
Відділ кадрів
підпис