

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005391

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-10-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хомутов Сергій Володимирович

2. Sergii V. Khomutov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 47889 Освітньо-наукова програма зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)

Дата захисту: 16-09-2026

Спеціальність за освітою: Електротехнічні системи електроспоживання

Місце роботи здобувача: ТОВ "ЯСНО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ"

Код за ЄДРПОУ: 40124047

Місцезнаходження: вул. Гарета Джонса буд. 8 літера 20Д, Київ, 04119, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16789

Повне найменування юридичної особи: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 26476029

Місцезнаходження: вул. Драгоманова, Київ, 02068, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 26476029

Місцезнаходження: вул. Драгоманова, Київ, 02068, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.09, 45.03

Тема дисертації:

1. Багаторівневе адаптивне керування режимами роботи локальних комбінованих систем електрозабезпечення з відновлюваними джерелами та установками зберігання електроенергії
2. Multilevel Adaptive Control of Operating Modes of Local Hybrid Electric Power Systems with Renewable Energy Sources and Energy Storage Systems

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ, 2026. Дисертаційна робота присвячена підвищенню динамічної стійкості, надійності та енергоефективності локальних комбінованих систем електрозабезпечення (ЛКСЕ) з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), інверторними ресурсами та установками зберігання електроенергії (УЗЕ) в умовах інерційного дефіциту і стохастичної зміни режимів. Об'єктом дослідження є процеси перетворення, балансування та керування потоками енергії у ЛКСЕ. Предмет дослідження – методи, моделі та алгоритми багаторівневого адаптивного керування режимами роботи таких систем. Розроблено багаторівневий адаптивний підхід, у якому режим

роботи ЛКСЕ подано як керовану змінну, а вибір режиму здійснюється з множини допустимих станів з урахуванням параметрів ВДЕ, УЗЕ, зовнішньої мережі та критеріїв оптимальності. Запропоновано інтегральний критерій адаптивності, що враховує надійність, енергоефективність, деградацію УЗЕ та динамічну стійкість. Розроблено математичні моделі режимів Grid-Following, Grid-Forming, автономної роботи, нульового перетоку та ресинхронізації, а також метод побудови тривимірних карт режимів. Створено цифровий двійник ЛКСЕ, який об'єднує моделі ВДЕ, УЗЕ, інверторних перетворювачів і алгоритми керування та передбачає інтеграцію з EMS/SCADA із застосуванням CIM (IEC 61970/61968) та механізмів кіберзахисту IEC/TS 62351. Стохастичний характер генерації та навантаження враховано за допомогою імовірнісних моделей і методу Монте-Карло. Для оцінювання динамічної стійкості використано показники RoCoF, відхилення частоти і напруги, час встановлення, LVRT/HVRT та ресурсні характеристики УЗЕ. За результатами чисельного моделювання встановлено, що адаптивне керування в режимах GFL/GFM, острівної роботи та ресинхронізації дозволяє знизити RoCoF на 28–35 %, скоротити час встановлення параметрів частоти на 30–40 % та зменшити деградацію УЗЕ на 18–25 % порівняно з базовими сценаріями. Визначено, що зона найвищої адаптивності відповідає SoC УЗЕ 50–65 %, а для віртуальної електростанції на базі таких ЛКСЕ досягнуто успішності ресинхронізації близько 95 %. Наукова новизна полягає у формуванні багаторівневого адаптивного керування з динамічним вибором режиму, розвитку моделей багатокритеріального узгодження надійності, енергоефективності та ресурсу УЗЕ, а також методів цифрового двійника і карт режимів. Практичне значення результатів полягає у можливості застосування запропонованих підходів для мікромереж, критичної інфраструктури, телекомунікаційних вузлів, дата-центрів та інших об'єктів з ВДЕ й УЗЕ. Розрахунковий економічний ефект від впровадження адаптивного алгоритму становить 2384 тис. грн на рік за рахунок подовження ресурсу обладнання та зниження енергетичних втрат.

2. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in speciality 141 “Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics”. – Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2026. The dissertation addresses the improvement of dynamic stability, reliability, and energy efficiency of local combined power supply systems (LCPS) integrating renewable energy sources (RES), inverter-based resources, and energy storage systems (ESS) under conditions of inertia deficit and stochastic operating changes. The object of the research is the conversion, balancing, and control of energy flows in LCPS. The subject of the research comprises methods, models, and algorithms for multilevel adaptive control of their operating modes. A multilevel adaptive approach has been developed in which the LCPS operating mode is treated as a controllable variable and selected from a set of admissible states with account for RES and ESS conditions, external grid parameters, and optimization criteria. An integral adaptability criterion is proposed to combine reliability, energy efficiency, ESS degradation, and dynamic stability. Mathematical models are developed for Grid-Following, Grid-Forming, islanded operation, zero-power-flow operation, and resynchronization, together with a method for constructing three-dimensional regime maps. A digital twin of the LCPS has been created, integrating models of RES, ESS, inverter converters, and control algorithms and providing for integration with EMS/SCADA using CIM (IEC 61970/61968) and IEC/TS 62351 cybersecurity mechanisms. The stochastic nature of generation and load is considered using probabilistic models and Monte Carlo simulation. Dynamic stability is assessed using RoCoF, frequency and voltage deviations, settling time, LVRT/HVRT indicators, and ESS resource characteristics. Numerical simulation results show that adaptive control in GFL/GFM, islanded, and resynchronization modes can reduce RoCoF by 28–35%, shorten frequency settling time by 30–40%, and reduce ESS degradation by 18–25% compared with baseline scenarios. The highest adaptability zone is associated with an ESS state of charge of 50–65%, while a virtual power plant formed on the basis of such LCPS achieves a resynchronization success rate of approximately 95%. The scientific novelty consists in the development of multilevel adaptive control with dynamic operating-mode selection, further development of models for multicriteria coordination of reliability, energy efficiency, and ESS lifetime, and advancement of digital-twin and regime-map methods. The practical significance lies in the applicability of the proposed approaches to microgrids, critical infrastructure, telecommunication facilities, data centers, and other facilities with RES and ESS. The estimated economic effect of implementing the

adaptive algorithm is UAH 2.384 million per year due to extended equipment lifetime and reduced energy losses.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Хомутов С.В. Моделювання автономного режиму гібридної енергомережі з ВДЕ через додавання віртуальної УЗЕ. Відновлювана енергетика, 2026, №1. С. 89-108. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2026.1\(84\).89-108](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2026.1(84).89-108) (категорія A, Scopus).
- 2. Кузнецов М.П., Лисенко О.В., Хомутов С.В. Мікромережі як частина електроенергетичного ринку в умовах збільшення частки відновлюваної енергії. Відновлювана енергетика, 2025, №2. С. 9-17. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.2\(81\)9-17](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.2(81)9-17) . (категорія A, Scopus). (Особистий внесок: аналіз критеріїв оптимальності, оцінка економічних факторів, визначення можливостей балансування потужності).
- 3. Кузнецов М.П., Хомутов С.В. Оцінка роботи установок зберігання електроенергії в енергосистемі з відновлюваною генерацією. Відновлювана енергетика, 2024, №3. С. 34-45. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.3\(78\).34-45](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.3(78).34-45) (категорія A, Scopus). (Особистий внесок: алгоритм оцінки ефективності установок зберігання енергії за критеріями продуктивності, індексів операційного ризику, нормованого розмаху, критерію серій, виконано також кількісні оцінки та висновки).
- 4. Кузнецов М.П., Лисенко О.В., Хомутов С.В. Сезонне акумулювання енергії в гібридній енергосистемі. Відновлювана енергетика, 2024, №1. С. 6-21. DOI: [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.1\(76\).6-21](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.1(76).6-21) . (категорія A, Scopus). (Особистий внесок: вибір конфігурації локальної енергосистеми, порівняльний аналіз сценаріїв з різним складом генерувального обладнання, побудова гістограм імовірнісного розподілу та формування висновків).
- 5. Хомутов С.В. Можливості використання ВДЕ в комбінованих системах електропостачання центрів обробки даних. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18-19 травня 2023 р.). К.: IBE НАН України, 506 с. (тези конференції). С. 88-89. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_Conferencii_2023_13_06.pdf .
- 5. Хомутов С.В. Можливості використання ВДЕ в комбінованих системах електропостачання центрів обробки даних. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18-19 травня 2023 р.). К.: IBE НАН України, 506 с. (тези конференції). С. 88-89. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_Conferencii_2023_13_06.pdf .
- 6. Хомутов С.В. Моделювання острівного режиму роботи гібридної енергосистеми. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXV міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22-24 травня 2024 р.). К.: IBE НАН України, 546 с. (тези конференції). С. 91-93. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_2024_Publication.pdf .
- 7. Хомутов С.В. Моделювання реагування об'єднаної енергомережі на частоту в гібридній енергомережі з ВДЕ шляхом додавання віртуальної УЗЕ. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXVI міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21-23 травня 2025 р.). К.: IBE НАН України, 587 с. (тези конференції). С. 571-573. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Tezy_2025.pdf .

- 8. Хомутов С.В. Віртуальна інерція та VPP-координація в комбінованих системах електропостачання. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXVII міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 20-22 травня 2026 р.). К.: ІВЕ НАН України, 493 с. (тези конференції). С. 106-109. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/tezy_conferentsii_2026_publication.pdf.
- 9. Хомутов С.В. Моделювання автономного режиму гібридної енергомережі з ВДЕ через додавання віртуальної УЗЕ за допомогою MATLAB. IV Міжнародна науково-практична конференція «Цифрові технології в енергетиці і автоматичі». Київ, 5 червня 2026 року. (тези конференції). С. 17-19. https://drive.google.com/file/d/1l-YxWIVITsyXY2k1rnVOMH5k_T7l809m/view.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

Цифровий двійник

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118U003385, 0123U100782

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузнецов Микола Петрович

2. Mykola P. Kuznetsov

Кваліфікація: д. т. н., чл-кор.НАН України, 05.14.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000 0002 0497 7439

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 26476029

Місцезнаходження: вул. Драгоманова, Київ, 02068, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Босак Алла Василівна

2. Alla Bosak

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0545-9980

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Каплун Віктор Володимирович

2. Viktor V. Kaplun

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7040-9344

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=46761270700>
https://scholar.google.com.ua/citations?user=lecwf_OAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, Київ, 03041, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коханевич Володимир Петрович

2. Volodymyr P. Kokhanievych

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.14.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0033-1355

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 26476029

Місцезнаходження: вул. Драгоманова, Київ, 02068, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Дмитро Володимирович

2. Dmytro V. Bondarenko

Кваліфікація: к. т. н., с.д., 05.09.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5629-930X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 26476029

Місцезнаходження: вул. Драгоманова, Київ, 02068, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Кудря Степан Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Кудря Степан Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кашко Олена Анатоліївна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна