

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к.т.н., доц.



ВИТЯГ

з протоколу №12 від 19 лютого 2025 р. розширеного засідання
кафедри електропостачання
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри електропостачання: зав. каф., к.т.н., доц. Бориченко О.В., д.т.н., доц. Дерев'янка Д.Г., д.т.н., проф. Денисюк С.П., д.т.н., проф. Попов В.А., д.т.н, проф. Волошко А.В., д.т.н., проф. Гребченко М.В., д.т.н, доцент Находов В.Ф., к.т.н., доц. Белоха Г.С., к.т.н., доц. Шовкалюк М.М., к.т.н., доц. Веремійчук Ю.А., к.т.н., доц. Ткаченко В.В., к.т.н, доц. Калінчик В.П., к.т.н., доц. Прокопенко В.В., к.т.н., доц. Коцар О.В., к.т.н., доц. Замулко А.І., к.т.н., доц. Побігайло В.А., к.т.н., доц. Чернецька Ю.В., к.т.н., доц. Чернявський А.В., к.т.н., доц. Ярмолюк О.С., к.т.н., доц. Закладний О.О., к.т.н., доц. Шовкалюк М.М., к.т.н., доц. Черкашина Г.І., к.т.н., ст.викл. Філянін Д.В., к.т.н., асист. Онищенко Я.Д., пров. інж. Прокопенко І.Д., пров. інж. Кордан А.П., аспірант Степаненко В.А., аспірант Копчиков О.М., аспірант Пустовий А.М., аспірант Гілевич К.М., аспірант Богойко І.І., аспірант Карпенко А.В., аспірант Лунін М.М., аспірант Наталич В.О., аспірант Прищепя Я.О., аспірант Гоєнко А.О., аспірант Довгий С.С., аспірант Кавун І.М., аспірант Козловський Є.В., аспірант Музика В.О., аспірант Пашкевич Б.П., аспірант Прасол А.А., аспірант Райченко А.Є, аспірант Цюх В.О., аспірант Лісовик Б.А.;
- з кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів: заступ. директ. НН ІЕЕ, к.т.н., доц. Босак А.В.;
- з кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу: зав. каф., д.т.н., доц. Ковбаса С.М. (гарант ОНП третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”).

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри електропостачання Степаненка Віталія Анатолійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Управління інтеграцією відновлюваних джерел енергії до розподільних електричних мереж”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Освітньо-наукова програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Тему дисертаційної роботи “Управління інтеграцією відновлюваних джерел енергії до розподільних електричних мереж” затверджено на засіданні Вченої ради інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол №3 від “26” жовтня 2021 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол №3 від “30” жовтня 2024 року).

Науковим керівником затверджений к.т.н., доц. Замулко А.І.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., проф. Попов В.А., д.т.н., проф. Волошко А.В., д.т.н., проф. Гребченко М.В., к.т.н., доц. Коцар О.В., к.т.н., доц. Калінчик В.П., аспірант Прасол А.А.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.т.н., проф. Попов В.А., к.т.н., доц. Бориченко О.В., к.т.н., доц. Ярмолюк О.С., к.т.н., доц. Калінчик В.П., д.т.н., доц. Ковбаса С.М., к.т.н., доц. Замулко А.І..

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження. Четвертий енергетичний пакет Європейського Союзу (ЄС) був прийнятий для зміцнення енергетичної безпеки, зниження залежності від зовнішніх енергоносіїв і забезпечення функціонування внутрішнього енергетичного ринку. Основними цілями пакету є створення конкурентоспроможного енергетичного ринку, поліпшення енергоефективності, сприяння використанню відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та забезпечення стійкої енергетичної інфраструктури.

Розвиток ВДЕ в Україні спрямований на забезпечення дотримання міжнародних стандартів, принципів та практик ЄС, а запланований рівень виробництва електричної енергії з ВДЕ задовольнятиме потреби суспільства та національної економіки в паливно-енергетичних ресурсах у економічно ефективний, технічно надійний, екологічний та безпечний спосіб,

гарантуватиме енергетичну безпеку як в мирний час, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

Проте збільшення проникнення ВДЕ з їх стохастичними характеристиками створює нові ризики для нормального функціонування розподільних електричних мереж, що не були розраховані на такий тип джерел. Через це є невідповідність фізичних параметрів поставленої споживачам електричної енергії до встановлених стандартів внаслідок генерації з ВДЕ.

Для забезпечення надійної роботи мереж одним із ключових напрямів є створення багатофакторної оцінки ризиків, яка дозволить прогнозувати можливі негативні наслідки об'єктів ВДЕ на режими розподільної мережі та створить передумови для їхньої мінімізації. Наступним етапом є запровадження адаптивних механізмів управління на основі ринкових принципів без втручання в господарську діяльність суб'єктів для інтеграції ВДЕ.

В межах цієї роботи під інтеграцією ВДЕ розуміється процес поєднання та координації дій розподільної електричної мережі та ВДЕ для підвищення ефективності їх функціонування як сукупності бажаних результатів, досягнутих за успішної взаємодії електричної мережі та ВДЕ.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках програми Міністерства освіти і науки України за наступними пріоритетними напрямами розвитку науки і техніки:

- забезпечення енергоефективності та стійкості електропостачання;
- підвищення якості електроенергії та управління інтеграцією відновлюваних джерел енергії до розподільних мереж.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

Вперше запропоновано використання нового показника (коефіцієнт ефективності інтеграції ВДЕ) для оцінки процесу інтеграції ВДЕ, який на відміну від інших показників, дає можливість системно оцінювати та сформулювати систему контролю впливу таких електроустановок на мережу, і котрий базується на комплексному аналізі параметрів мережі і оцінці ризиків, що виникають при функціонуванні ВДЕ.

Удосконалено методологію оцінки ризиків, які виникають при інтеграції ВДЕ до систем розподілу електричної енергії, заснованої на можливості варіативних оцінок ризиків, які на відміну від існуючих оцінок можуть бути використані при формуванні економічних стимулів управління процесами інтеграції.

Набула подальшого розвитку методологія визначення тарифів на послуги з розподілу електричної енергії, яка дозволяє економічно стимулювати власників ВДЕ до забезпечення нормативних умов функціонування системи розподілу шляхом запровадження відповідної диференціації цих тарифів.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження. Поява ВДЕ в різних точках електричної мережі може спричинити нові виклики перед оператором системи розподілу (ОСР), які складно передбачити і контролювати. В той же час присутня моральна та фізична зношеність розподільних електричних мереж. Таким чином, навіть до приєднання ВДЕ система розподілу має значні проблеми з параметрами якості електроенергії. Приєднання ВДЕ доповнює ці проблеми новими викликами, що вимагає комплексного підходу до модернізації та управління електромережами.

Побудована система на базі показника ефективності інтеграції надає можливість швидко здійснювати процедуру оцінювання за допомогою інструментарію нечіткої логіки і кількісно оцінити ступінь інтеграції відновлюваних джерел енергії. Також вона може бути доповнена або змінена експертом шляхом введенням інших правил, корегуванням функцій належності для змінних та додаванням нових параметрів.

Основою режимної взаємодії між енергосистемою та власниками ВДЕ може стати впровадження ефективної системи економічних заходів, серед яких центральне місце посідає використання тарифів на послуги з розподілу електроенергії. Такий підхід дозволить враховувати реальний вплив на мережу кожного виробника електроенергії з ВДЕ, стимулюючи їх до дотримання технічних вимог, зменшення коливань генерації та оптимізації навантаження на інфраструктуру.

Одержані наукові результати, а саме застосування коефіцієнта ефективності інтеграції відновлюваних джерел енергії до розподільних електричних мереж розглянуто в ТОВ «РОЗУМНІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ», що підтверджено актом про впровадження.

Матеріали дисертаційної роботи впроваджені у вигляді лекційних та практичних занять дисципліни «Маркетинг енергетичних послуг» в процесі підготовки бакалаврів зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

5. Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідалися та були обговорені на таких науково-технічних конференціях: XIV Науково-технічна конференція Навчально Наукового Інституту Енергозбереження та Енергоменеджменту «Енергетика. Екологія. Людина»; VI International Scientific-Technical Conference «Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering»; VIII Міжнародна конференція "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'22"; 4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters; Аспірантські читання імені професора Артура Веніаміновича Праховника-2023; Міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика України: відновлення та модернізація – 2023»; IX Міжнародна науково-практична та навчально-методична конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'23».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Степаненка В.А. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, в т.ч. 1 статтю у якій число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;
- 1 статтю у міжнародних наукових виданнях;
- 1 статтю у періодичних наукових фахових виданнях проіндексованих у базах Scopus як матеріали конференції;
- 4 тези виступів на наукових конференціях.

Список публікацій:

[1] Степаненко В., Веремійчук Ю. Інтегрована система енергозабезпечення із застосуванням вентиляційних систем. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2020. № 4(62). С. 70–77. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/54369>.

Аспірантом здійснено аналіз інтегрованого використання енергії та досліджено інтегровану систему енергозабезпечення з урахуванням технічних і експлуатаційних характеристик дахової СЕС.

[2] Степаненко В.А., Замулко А.І., Веремійчук Ю.А., Находов В.Ф. Оцінка ризиків при інтеграції відновлюваних джерел енергії до системи електропостачання / Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. № 2. С. 64–74. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2022.261372>.

Здобувачем проведено аналіз методів та підходів, що можуть використовуватися для врахування ризиків у складних системах.

[3] Степаненко В. «Сучасні рішення для приєднання відновлюваних джерел енергії до системи електропостачання». Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України, вип. 66, Грудень 2023, С. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2023.66.070>.

[4] Степаненко В.А., Замулко А.І. Механізми державного стимулювання розвитку відновлюваної енергетики. Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2023. – № 3 (73). – С. 109-118. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2023.289709>.

Аспірантом здійснено аналіз напрямів стимулювання розвитку та залучення інвестицій у сферу відновлювальної енергетики.

[5] Zamulko A., Veremiichuk Y., Stepanenko V. Formation of risk profile for the integration of renewable energy sources into the electricity supply system. Journal of New Technologies in Environmental Science. Vol. 6, №. 4. P. 119–127. URL: <https://jntes.tu.kielce.pl/wp-content/uploads/2023/02/FORMATION-OF-RISK-PROFILE-FOR-THE-INTEGRATION.pdf>.

Аспірантом запропоновано основні принципи формування профілю ризиків при інтеграції ВДЕ до системи електропостачання та обґрунтовано необхідність створення алгоритму для прийняття узагальненого рішення при інтеграції ВДЕ.

[6] Stepanenko V., Zamulko A., Veremiichuk Y. Fuzzy logic in the decision-making tasks of connecting renewable energy sources into the electricity supply system. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1254, №. 1. P. 012043. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012043>.

Здобувачем розроблено нечітку модель оцінювання ризиків при інтеграції ВДЕ до системи електропостачання.

[7] Степаненко В., Замулко А., Веремійчук Ю. Особливості врахування ризиків при інтеграції відновлюваних джерел енергії до системи електропостачання. Зб. наукових праць НН ІЕЕ, КПІ імені Ігоря Сікорського : XIV науково-техн. конф. «Енергетика. Екологія. Людина», м. Київ, 2-3 червня 2022 р. С. 8–10.

Здобувачем апробовано результати аналізу методів та підходів, що можуть використовуватися для врахування ризиків у складних системах.

[8] A. Zamulko, Y. Veremiichuk, V. Stepanenko. Formation of risk profile for the integration of renewable energy sources into the electricity supply system // Book of abstracts Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering – Kielce, 2022 – P. 115-117.

Аспірантом апробовано основні принципи формування профілю ризиків при інтеграції ВДЕ до системи електропостачання.

[9] Степаненко В.А., Замулко А.І., Веремійчук Ю.А. Застосування алгоритмів нечіткої логіки в задачах оцінювання ризиків використання відновлюваних джерел енергії. Збірник матеріалів конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'22 – Київ, 2022. – С. 27–28.

Здобувачем апробовано розроблену нечітку модель оцінювання ризиків при інтеграції ВДЕ до системи електропостачання.

[10] Степаненко В., Замулко А., Веремійчук Ю. Моделювання в задачах приєднання відновлюваних джерел енергії до електричних мереж. Зб. матеріалів конф. «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS 2023», м. Київ, 22-24 листопада 2023 р. С. 15–16.

Здобувачем апробовано результати аналізу функціональних можливостей програмного забезпечення PowerFactory.

Якість та кількість публікацій відповідають “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 січня 2022 р. № 44.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Степаненка В.А. “Управління інтеграцією відновлюваних джерел енергії до розподільних електричних

мереж”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Управління інтеграцією відновлюваних джерел енергії до розподільних електричних мереж”, подану Степаненком Віталієм Анатолійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри електропостачання Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” **Попов Володимир Андрійович;**

Члени:

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропостачання Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” **Ярмолюк Олена Сергіївна;**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропостачання Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” **Калінчик Василь Прокопович;**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, старший дослідник, заступник директора з науково-організаційної роботи Інституту загальної енергетики Національної академії наук України **Запорожець Артур Олександрович;**

кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри електроенергетики Національного технічного університету “Дніпровська політехніка” **Луценко Іван Миколайович.**

Головуюча на засіданні
завідувачка кафедри електропостачання
к.т.н., доц.



Олена БОРИЧЕНКО

Вчений секретар
кафедри електропостачання
к.т.н., доц.



Олег ЗАКЛАДНИЙ