

УДК 620.9+621.3+528.8  
№ держреєстрації 0124U002308  
Інв. №

Національна академія наук України  
Інститут загальної енергетики (ІЗЕ)  
03150, м. Київ, вул. Антоновича, 172, тел. (044) 294-67-01



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор Інституту загальної  
енергетики НАН України  
академік НАН України

  
Віталій БАБАК  
30.12.2025

**ЗВІТ  
ПРО НАУКОВУ РОБОТУ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ  
ГЕНЕРАЦІЇ ВДЕ ІЗ СИСТЕМАМИ АКУМУЛЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ НА  
БАЗІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ**

(ГЕНЕРАЦІЯ)  
(остаточний)

за договорами №20/01-2024(5) від 19.02.2024 р. та  
№ 20/01-2025(5) від 15.01.2025  
між Національної академією наук України та  
Інститутом загальної енергетики НАН України

Керівник наукової роботи,  
докт. техн. наук, ст. досл.



Артур ЗАПОРОЖЕЦЬ

2025

Рукопис закінчено 31 грудня 2025 р.  
Результати роботи розглянуто вченою радою  
ІЗЕ НАН України, протокол від 27.11.2025 № 17

## РЕФЕРАТ

Звіт про НР: 222 с., 5 розд., 42 рис., 25 табл., 129 джерела.

ЕНЕРГОСИСТЕМА, РОЗПОДІЛЕНА ГЕНЕРАЦІЯ, ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА, ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, УСТАНОВКА ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ, МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ, ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, РЕТРОСПЕКТИВНА ІНФОРМАЦІЯ

*Мета роботи* – розроблення нових методів і програмно-інформаційних засобів для дослідження параметрів функціонування гібридних електростанцій на базі ВДЕ з використанням систем акумулювання енергії та врахуванням ретроспективних супутникових даних щодо метеорологічних параметрів навколишнього середовища для підвищення енергетичної безпеки.

*Наукова новизна.* Розроблено метод визначення встановленої потужності електростанцій розподіленої генерації з відновлюваними джерелами енергії та установками зберігання енергії (УЗЕ), сутність якого полягає в узгодженому визначенні: встановленої потужності ВЕС та СЕС, встановленої потужності резервної електростанції (РЕС) і номінальної потужності та ємності УЗЕ для забезпечення електричною енергією локальних споживачів. Розроблено математичну модель локалізації метеорологічних параметрів навколишнього середовища на основі сітки супутникових даних, що побудована з використанням методу групового урахування аргументів. Вперше для задач просторово-часового аналізу запропоновано гібридний алгоритм глибокого навчання, що поєднує 3D-конволюційні нейронні мережі для опрацювання часових стеків супутникових зображень із рекурентними мережами типу LSTM для моделювання економічних, метеорологічних та екологічних часових рядів. Розроблено комплексний підхід до формування інтегральної карти придатності територій для розміщення сонячних електростанцій на основі багатофакторного аналізу кліматичних, географічних і рельєфних параметрів з використанням супутникових даних за тривалий багаторічний період, що базується на процедурі нормалізації, зважуванні факторів та просторової агрегації.

*Практична цінність.* За результатами проведеного дослідження визначено, що для досліджуваної локальної мережі, розташованої на території України, забезпечення максимального добового рівня споживання електричної енергії на рівні 96 МВт·год (при середньодобовому споживанні електроенергії 4 МВт·год) досягається при впровадженні ВЕС із встановленою потужністю 3,6 МВт; встановленій потужності високоманевреної РЕС – 3,7 МВт та встановленій потужності СЕС – 14 МВт. При цьому, на основі розробленої оптимізаційної моделі визначення номінальної потужності УЗЕ, встановлено, що для досліджуваної локальної мережі номінальна потужність УЗЕ повинна бути не менше, ніж 3,9 МВт, із доступною ємністю заряджання – 7,8 МВт·год та номінальною ємністю – 9,7 МВт·год. Визначені на основі розробленої оптимізаційної моделі ємність та потужність УЗЕ для розглянутої мережі забезпечують зниження середньозваженої собівартості електричної енергії для споживачів протягом всього періоду комерційної експлуатації у складі електростанцій розподіленої генерації на 8,2% (із 147,9 до 136,7 €/МВт·год) та зменшення капітальних витрат сумарно для усіх електростанцій та УЗЕ на 44,2% (з 38,1 до 26,4 млн. євро). Розроблено програмно-інформаційний комплекс «GreenPowerAtlas» для автоматизованого збору та опрацювання супутникових метеоданих (швидкість вітру, інсоляція, хмарність, опади, температура та інше) з використанням базових масивів The POWER (NASA) та адаптивного інтерфейсу. Застосування комплексу дозволяє проводити оперативне просторово-часове оцінювання потенціалу генерації вітрових і сонячних електростанцій для потреб проектування розподіленої генерації та підвищення стійкості енергосистеми в умовах критичних навантажень. Даний програмно-інформаційний комплекс готовий до комерційного використання.

*Публікації.* Загалом за темою роботи опубліковано 2 статті у виданнях, що індексуються у Scopus (Q3 та Q4), 1 розділ монографії (Scopus, Q4), 3 статті у фахових виданнях та 3 тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях. Отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму.