

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-150>

УДК 338.246.8: 65.011.46

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УСТАНОВОК ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ENERGY STORAGE SYSTEMS IN UKRAINE

Хадарцев Олександр Валентиновичкандидат економічних наук, доцент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3520-4164>**Убийвовк Ірина Іванівна**вчитель-методист,
Ліцей №33 Полтавської міської ради
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0345-6695>**Khadartsev Oleksandr**

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Ubyivovk Iryna

Lyceum №33 of the Poltava City Council

У статті досліджено економічні передумови, функціональні особливості та перспективи розвитку установок зберігання енергії (УЗЕ) в Україні в умовах сучасних військово-економічних викликів. Актуальність теми зумовлена ключовою роллю електроенергії у функціонуванні економічного середовища, високим рівнем централізації енергосистеми України, а також критичними наслідками руйнування енергетичної інфраструктури внаслідок збройної агресії російської федерації. За цих умов забезпечення надійності, гнучкості та стійкості енергопостачання набуває не лише економічного, а й безпекового значення, що зумовлює зростання стратегічної ролі УЗЕ. У статті уточнено сутність установок зберігання енергії як цілісних інфраструктурних об'єктів, що поєднують елементи накопичення, перетворення та управління електроенергією. Показано, що УЗЕ виконують широкий спектр функцій, доведено, що багатфункціональність і технологічна гнучкість УЗЕ формують передумови їх ефективного використання. Зроблено висновок, що установки зберігання енергії формують підґрунтя економічної безпеки, підвищують стійкість економічного середовища та створюють передумови для відновлювального і сталого розвитку України.

Ключові слова: зростання, економічне середовище, ресурс, розвиток, стійкість, сфера підприємництва, установки зберігання енергії, фактор виробництва.

The article deals with the economic prerequisites, functional features and prospects for the development of energy storage systems (ESS) in Ukraine in the context of modern military-economic challenges. The relevance of the topic is due to the key role of electricity in the functioning of the economic environment, the high level of centralization of the Ukrainian energy system, as well as the critical consequences of the destruction of the energy infrastructure as a result of the Russian aggression. Under these conditions, sustainability of energy supply acquires not only economic but also security significance, which determines a strategic role of ESS. The article clarifies the essence of ESS as integral infrastructure facilities that combine elements of accumulation, conversion and management of electricity. It is shown that ESS perform a wide range of functions, and proven that the multifunctionality and technological flexibility of ESS form the prerequisites for their effective use both at the level of individual enterprises and at the level of the power system as a whole. Special attention is paid to the consideration of ESS as an economic factor of production. It is substantiated that by its economic nature ESS is a derived factor of a new type – a flexibility factor that enhances the efficiency of labor, capital, and energy resources. From the standpoint of microeconomics, ESS is considered as a specific form of fixed capital, the expediency of which is determined by marginal productivity and the ability to generate additional economic effect. From the standpoint of entrepreneurship, it is also focused attention on the specific characteristics of ESS. The key advantages of ESS are summarized, as well as a critical role in ensuring the stability of the energy infrastructure in martial law. It is proven that the development of ESS is an indicator of sustainable development and a necessary condition for the decarbonization of the economy.



The conclusion is made that ESS increase the stability of the economic environment and create the prerequisites for the sustainable development of Ukraine.

Keywords: growth, economic environment, resource, development, sustainability, entrepreneurship, energy storage systems, factor of production.

Постановка проблеми. Концептуально-теоретичні основи функціонування економічного середовища, механізми ринкових взаємодій, та засади підприємницької діяльності комплексно інтегруються через формування поведінки і відносин економічних суб'єктів. Практично не існує жодної сфери, де не використовується (не споживається) електроенергія. Тому її вартість і забезпеченість, сьогодні стали невід'ємним підґрунтям належного функціонування і результативності як бізнесу, так і суспільства в цілому. Варварські ракетні удари і бомбардування росією енергетичної інфраструктури, довели критичність такої загрози не лише для економіки, а й для національної безпеки України. Саме в цьому аспекті і полягають економічні перспективи та стратегічна привабливість розвитку сектору установок зберігання енергії (УЗЕ). Цілеспрямоване впровадження УЗЕ дозволить стати дієвим фактором зростання і розвитку економічного середовища, а також підвищити стійкість і обороноздатність України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження УЗЕ в Україні і за кордоном вже має певні здобутки та досягнення, що висвітлено у ряді аналітичних досліджень, відображено в інформаційних матеріалах суб'єктів господарювання даного сектору, активно досліджується українськими та іноземними науковцями. Зокрема, слід відзначити праці таких дослідників проблематики імплементації та розвитку УЗЕ як: Я. Гавриленко та В. Дерій [6]; В. Чорний [7]; Є. Парус, І. Блінов та Д. Олефір [8]; А. Жаркін, В. Попов, О. Ярмолюк та В. Наталич [9]; P. Dratsas, G. Psarros та S. Papathanassiou [10]; J. Headley та D. Copp [11]; M. Worku [12] та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на численні напрацювання у даній сфері, наявність значної кількості техніко-технологічних розробок, організаційних механізмів імплементації, на нашу думку потенціал УЗЕ та їх значимість для економіки (мікро- та макrorівня), а також інвестиційна привабливість як сфери бізнесу, розкриті не в повній мірі. На наше стійке переконання, враховуючи сьогоднішні військово-економічні загрози та централізованість побудови української енергосистеми, саме

УЗЕ можуть стати багатоцільовим засобом вирішення проблем, а здатність генерувати економічний ефект – активно залучити приватний капітал для стійкого функціонування економіки та суспільства.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідити перспективи розвитку УЗЕ в Україні в сучасних економічних умовах в контексті фактору виробництва та провадження бізнесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Установки зберігання енергії – це пристрої, системи або комплекси які здатні накопичувати електроенергію (ЕЕ) від мережі або генеруючого об'єкта, зберігати її практично без втрат фізичних характеристик і повертати її назад у мережу, або віддавати певному споживачу. Категорії УЗЕ відповідають різні технології накопичення, зберігання та повернення різних видів енергії, саме УЗЕ для електричної енергії заслуговують сьогодні, на нашу думку найбільшої уваги. Кажучи простіше – УЗЕ це великий, потужний і високотехнологічний «павербанк», здатний забезпечити як потреби резервного (аварійного) живлення ЕЕ підприємств, установ, чи багатоквартирного будинку (їх груп), так і підтримувати стабільність функціонування енергосистеми в цілому. УЗЕ створюється як єдиний, цілісний об'єкт, до складу якого обов'язково включають:

- елементи накопичення і зберігання енергії;
- трансформаторно-інверторні блоки інтеграції з мережами;
- системи управління та контролю функціонування УЗЕ.

Ключовими функціями застосування УЗЕ на сьогодні стали [5; 9; 12]:

- для вирішення проблем сталого енергозабезпечення, оптимізації енергоспоживання та зниження витрат – шляхом зміщення пікового енергоспоживання і створення тарифної гнучкості;
- для захисту від ризиків безперебійного енергозабезпечення, недопущення техногенних аварій чи катастроф, пов'язаних з відсутністю енергопостачання – аварійні та віялові відключення, об'єкти критичної інфраструктури, дотримання вимог безперервності певних технологічних процесів;

– для маневрування та підтримки стійкої роботи цілісної енергосистеми у разі виникнення її розбалансованості – стабілізація частоти ЕЕ, часові диспропорції між генерацією і споживанням ЕЕ;

– для недопущення втрат при генерації ЕЕ, зокрема там, де це відбувається нерівномірно – в першу чергу СЕС і ВЕС різного масштабу, де якість і кількість генерації обумовлена природними факторами, які не піддаються контролю.

– для ефективного провадження комерційно-технологічних операцій на оптовому ринку ЕЕ – ситуативна торгівля відповідно до кон'юнктури що складається;

– в якості альтернативного чи резервного енергозабезпечення у порівнянні з іншими технічними рішеннями – наприклад «замінник» впровадження систем ВДЕ, виходячи із співвідношення вигоди / витрати.

В сучасних економічних умовах, електроенергію та інфраструктурні елементи її обігу правомірно розглядати як:

- конкретний ресурс і ресурсний ринок – відповідно вартість і забезпеченість ЕЕ стає економічним фактором виробництва, ефективність використання якого віддзеркалюється в економічних і суспільних благах;

– специфічний товар і кон'юнктурний ринок – відповідно фактори попиту, пропозиції і конкуренція формують ціну та характер обігу;

– об'єкт бізнесу і сфера реалізації підприємницьких ініціатив та інноваційних інвестицій, що обумовлює генерацію економічного ефекту та зростання для економічних одиниць.

У зв'язку з цим і полягає економічна значимість та роль УЗЕ. По-перше, для окремих економічних агентів (підприємств, фірм, організацій, суб'єктів господарювання) УЗЕ можуть виступати у якості економічного фактору виробництва. По-друге, як об'єкт економічних відносин, здатні впливати на формування кон'юнктури пов'язаних ринкових середовищ. По третє як стратегічна ланка процесів суспільного виробництва сприяють:

1) забезпеченню стійкості і стабільності функціонування економічного середовища;

2) формуванню ґрунтовних засад подальшого планомірного і сталого розвитку, не тільки окремих економічних одиниць, а й суспільства в цілому.

З позиції мікроекономіки, УЗЕ можна охарактеризувати як специфічну форму засобів виробництва, що підвищує ефективність вико-

ристання ЕЕ для виробничих та інших потреб. Застосування УЗЕ, як фактору виробництва, цілком притаманно впливу ринкових законів, де потреба в використанні УЗЕ є похідною від можливостей максимізації віддачі такого фактору [3, с. 16-18], показником якого є гранична продуктивність.

Тому й економічна потреба в УЗЕ існуватиме до тих пір, доки граничний продукт економічної одиниці у грошовому вимірнику буде меншим ніж середній дохід на умовну одиницю використання УЗЕ. Та на противагу мікроекономічному підходу, доцільно поглянути на ресурсну характеристику УЗЕ з позиції підприємництва. В цьому сенсі мають актуальність такі, як принципи окупності, самофінансування і безпеки, що й обумовлює значимість УЗЕ для бізнесу як багатоцільового стратегічного ресурсу (табл. 1): зниження витрат; створення довгострокової конкурентної переваги; підвищення надійності господарювання; створення додаткового джерела доходу (вигід).

Разом з тим, слід відзначити що розвиток сектору УЗЕ перебуває переважно на початковій стадії. Нормативна база, яка регламентує впровадження і розвиток УЗЕ в Україні тільки почала своє формування [1], що дозволяє визначати склад суб'єктів УЗЕ та механізми формування їх взаємовідносин. Важливою відправною точкою розвитку даної сфери стало:

– виділення зберігання енергії в окремий вид господарської діяльності і розмежування з генерацією та передачею ЕЕ;

– уточнення дефініції УЗЕ саме як електроустановки, де відбувається зберігання енергії;

– визначено організаційно-правові форми провадження – юридичні особи і фізичні особи, у т.ч. підприємці, з метою продажу ЕЕ, надання допоміжних послуг чи послуг з балансування.

У 2022 р. НКРЕКП були затверджені ліцензійні умови провадження діяльності УЗЕ [2], якими регламентовано порядок взаємовідносин, права, обов'язки та відповідальність суб'єктів УЗЕ. Окрім того, НКРЕКП розроблено і доведено потенційним суб'єктам УЗЕ можливі економічно-організаційні моделі їх приєднання та використання на основі Кодексу систем передачі. Тому можна стверджувати, що нормативно-правове державне регулювання сфери УЗЕ свідчить про виникнення і розвиток нового виду економічної діяльності, формування і зростання окремого сектору ринко-

Таблиця 1

УЗЕ як економічний фактор виробництва

Критерій	Характеристика УЗЕ
Економічна природа	Капітальний інфраструктурний ресурс (основний капітал), що не створює енергію, а підвищує ефективність її використання
Роль у виробничому процесі	Забезпечує гнучкість, безперервність та оптимізацію енергопостачання
Місце серед факторів виробництва	Похідний фактор нового типу – фактор гнучкості, що підсилює працю, капітал і енергію
Форма участі у виробництві	Активне регулювання потоків електроенергії у часі
Основні функції	Балансування, резервування, частотне та напругове регулювання, зрізання піків, інтеграція ВДЕ
Організаційна роль	Інструмент оперативного та автоматизованого управління енергоспоживанням
Економічний ефект для підприємства	Зниження витрат, уникнення штрафів, додаткові доходи від системних послуг
Ефект для енергосистеми	Підвищення стійкості, зменшення аварійності, зниження потреби в резервній генерації
Капітальні характеристики	Високі інвестиційні витрати, низькі операційні витрати, тривалий строк служби (10-20 років)
Операційні витрати	Мінімальні, без паливної складової
Продукт, що створюється	Послуги гнучкості, надійності та якості електропостачання
Можливість монетизації	Висока: ринки балансування, резервів, допоміжних послуг, внутрішня оптимізація
Масштабованість	Модульна, поетапне нарощування потужності та ємності
Технологічна особливість	Миттєва реакція (мілісекунди, секунди), цифрове керування
Порівняння з генерацією	Не замінює генерацію, а зменшує її необхідний обсяг
Регуляторний статус	Окремий об'єкт ринку (у зрілих ринках)
Соціально-економічний ефект	Підвищення енергетичної безпеки, екологічна нейтральність
Стратегічне значення	Ключовий елемент енергосистем з високою часткою ВДЕ
Обмеження	Обмежена тривалість автономної роботи, деградація ємності
Оптимальна сфера застосування	Міста, промисловість, ВДЕ, критична інфраструктура

Джерело: сформовано авторами

вого середовища стосовно обігу ЕЕ, а також регламентувало певні бар'єри та трансакційні витрати входу на цей ринок, що є додатковим підтвердженням його сформованості.

Незважаючи на формування економічних і організаційних передумов, УЗЕ в Україні й досі залишаються відносно новим напрямом господарювання. Так, за інформацією голови НКРЕКП Ю. Власенко, станом на 2025 р., в Україні до електромереж приєднано УЗЕ потужністю 17,4 МВт, хоча при цьому видано технічних умов для приєднання до ОЕС на потужності 3 ГВт. Він також наводить дані

за 2024 р. у кількості 56 тис. приєднань поза регулювання ОЕС, що в 10 разів більше ніж у 2023 р. і пов'язано із розвитком ВДЕ: споживачі 1,16 ГВт; виробники 0,15 ГВт. Разом з тим, стрімке зростання кількості і потужностей УЗЕ, що впроваджуються в Європейському Союзі і світі в цілому, є доведенням формування позитивних економічних ефектів та визнання потенціалу удосконалення діяльності економічних одиниць. Статистичні дані щодо УЗЕ свідчать [5], що тільки в 2024 р. в ЄС впроваджено 21,9 ГВт·год УЗЕ, при цьому сумарно досягнуто показника 61,1 ГВт·год

енергоємності, до того ж експерти оцінюють потребу ЄС у 200 ГВт до 2030 р. Характерною ознакою також є наявність великих і потужних комплексів УЗЕ, як-то: RWE Neurath + Hamm BESS (Німеччина, 220 МВт, 235 МВт·год), SSE Ferrybridge BESS (Великобританія, 150 МВт, 300 МВт·год), Minety BESS (Великобританія, 150 МВт, 266 МВт·год), Lovech BESS (Болгарія, 124 МВт, 496 МВт·год).

В Україні таким прикладом може слугувати УЗЕ корпорації ДТЕК (<https://dtek.com/dtekinfluence-project>), впроваджене у партнерстві з компанією Fluence – комплекс потужністю 200 МВт у 6 локаціях. Фахівці ДТЕК зазначають, що ємності такого УЗЕ 400 МВт·год достатньо для нормального забезпечення ЕЕ на 2 години 600 тисяч домогосподарств. Відповідно у разі потреби аварійного забезпечення, тривалість зростає кратно. При цьому вартість проєкту склала 125 млн. євро, термін реалізації – 6 місяців.

Тому логічним кроком є узагальнення переваг і особливостей функціонування УЗЕ, як відповіді на питання причин їх актуальності в сучасному економічному середовищі, та у якості чинників, здатних активізувати бізнес і суспільство до активнішого впровадження УЗЕ. В цьому сенсі доцільно звернутись до розуміння ресурсних характеристик факторів виробництва, що й дозволило виділити наступне.

1. Багатозадачність, різноманітність і різноплановість використання. В цьому аспекті на УЗЕ може покладатись певний спектр різноспрямованих завдань, при незмінності їх техніко-технологічного складу. Можливості використання обмежуються характеристиками потужності і ємності конкретного УЗЕ, проте в межах цих параметрів виконує практично весь перелік вищезгаданих функцій, на що нездатні традиційні системи і пристрої обігу ЕЕ [9, с. 48]. Різноманітність УЗЕ дозволяє їх масштабування під потреби будь-якої економічної одиниці. Наприклад холдингова компанія групи ДТЕК – Yasno (www.yasno.ua, має 67 енергоофісів по Україні), пропонує УЗЕ-рішення як для малого і середнього бізнесу – потужностями від 100 КВт, так і для великого бізнесу – потужностями від 1 МВт.

2. Здатність до створення цінності. Застосування УЗЕ сприяють зменшенню операційних витрат бізнесу, що відображається на збільшенні доданої вартості. Окремо, УЗЕ здатний виступати об'єктом інвестицій, стати напрямом диверсифікації бізнесу і генерувати додатковий прибуток. Слід відзна-

чити зростання інвестиційної привабливості УЗЕ, так за аналітичними даними компанії IKNET (www.iknet.com.ua) за останні 2 роки відбулося двократне зменшення вартості зберігання: від 230 тис. євро за 1 МВт·год у 2023 р. до 110 тис. євро за 1 МВт·год у 2025 р. При цьому, позитивним фактором є зростання ринку як генерації ВДЕ, так і нових видів споживачів ЕЕ (електромобілі, комунікації, сервіси, тощо) [4; 5; 12].

3. Техніко-технологічна гнучкість, адаптивність і мобільність. За своєю структурою УЗЕ формуються як набірні акумуляторно-батарейні елементи, і здатні інтегруватись до різних типів ЕЕ мереж. Вони представлені переважно в контейнерному форматі, а тому можуть бути легко доплавлені до будь-якого місця, де виникає потреба забезпечення живлення ЕЕ. Досвід використання УЗЕ для забезпечення ефективної генерації СЕС, а також підтримки енергозабезпечення критичних об'єктів довів ці переваги [4; 6; 11].

4. Експлуатаційні переваги, у порівнянні з джерелами альтернативного енергозабезпечення що працюють на вуглеводневому паливі. Звичайно, недоліком УЗЕ є неможливість самостійної генерації енергії. В цьому сенсі вони не здатні провадити тривале живлення ЕЕ, без істотного масштабування і зростання потужності. Але у разі співставлення як джерел резервного чи аварійного живлення, вони мають значні експлуатаційні переваги (табл. 2).

5. Лояльність до навколишнього середовища. Ця перевага УЗЕ може бути реалізована як похідна від попередньої (заміщення вуглеводневих генераторів), так і шляхом оптимізації використання потужностей ТЕС: скорочення викидів парникових газів, сірки, оксидів азоту, зменшення наслідків видобутку викопного палива [5; 10]. Наслідком цього є покращення екологічної ситуації, як на локальних територіях, так і окремих регіонів, запобігання глобальному потеплінню та створенню природних ландшафтів.

6. Взаємозамінність і взаємодоповнюваність. УЗЕ здатні виступати у якості каталітичного фактору, шляхом недопущення втрат продуктивності праці і віддачі засобів виробництва, оптимізації виробничо-технологічних операцій у часі, забезпечуючи належну безперервність і ритмічність виробничих та господарських процесів, що є надзвичайно актуальним для ряду галузей промисловості, транспорту, зв'язку, тощо [4]. УЗЕ сприяє зменшенню втраченої вигоди економічних

Таблиця 2

Співставлення експлуатаційних особливостей УЗЕ та вуглеводневих генераторів

Критерій співставлення	УЗЕ	Вуглеводневі генератори
1. Час запуску	Мілісекунди, секунди	Секунди, хвилини
2. Викиди	Практично відсутні	CO, CO ₂
3. Паливна ефективність	Визначається тарифом	Визначається вартістю палива та його віддачою
4. ККД	Від 85 до 95%	Від 30 до 45%
5. Шум	20-40 дБ – відносно тихий	55-90 дБ, від 100 дБ – значний
6. Витрати на функціонування і утримання	Відносно низькі і стабільні	Високі і змінні
7. Тривалість автономії	Обмежена ємністю УЗЕ	Обмежена запасами палива

Джерело: сформовано авторами

одиниць, яка може бути навіть вищою ніж економія витрат енергоспоживання, про що й наголошують науковці і дослідники [8]. Саме тому це сприяє впровадженню УЗЕ в тих сферах і галузях, де найкритичніші ризики залежать від втрат часу.

7. Інфраструктура системоутворення та стійкості. Сьогодні мабуть це стає найбільшою перевагою і функціональною особливістю УЗЕ. За даними Міненерго України, за 3 роки росія окупувала об'єкти генерації потужністю 18 ГВт [5; 7], а за розрахунками Київської школи економіки, втрати в секторі склали 12,1 млрд. дол. США (табл. 3).

Таблиця 3

Прямі втрати енергетики у війні з росією

Види втрат	Оцінка втрат, млрд. дол. США
Електроенергетика, зокрема:	12,1
Генерація електроенергії	9,0
Передача електроенергії	2,2
Розподіл електроенергії	0,8
Нафтогазовий сектор, зокрема:	1,2
Транспортування газу	0,8
Розподіл газу	0,2
Зберігання нафти та нафтопродуктів	0,3
Вугледобувна промисловість	0,4
Теплопостачання	1,0
Всього	14,6

Джерело: сформовано на основі https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf

Менша кількість факторів вразливості, більша гнучкість і мобільність – якості, які в умовах повномасштабної агресії стають найбільш затребуваними, про що свідчить досвід в умовах війни [4; 7]. Тому УЗЕ стають тією «опорою», що дозволяє витримати як внутрішні розбалансування ОЕС, так і зовнішні дії ворога – втрати генеруючих потужностей, знищення інфраструктури, недоступність викопного та вуглеводневого палива.

Практично усі дослідники й аналітики чітко відзначають, що розвиток УЗЕ – індикатор сталого розвитку. Зокрема, що без масштабного впровадження УЗЕ неможлива глибока декарбонізація [5], а оскільки у 2025 р. в середньому світовий обсяг щоденного накопичення приблизно 35 ГВт·год, то до 2035 р. він має зрости до 500 ГВт·год. А це також свідчить про істотні перспективи розвитку УЗЕ в світі та масштабні інвестиційні потреби. Так, досвід Великобританії показує, що встановлення СЕС і ВЕС відбувається паралельно з масштабуванням УЗЕ [10]. Декарбонізація також сприяє впровадженню ВДЕ комунальними підприємствами США, а відповідно й зростанню УЗЕ, оскільки багато економічних одиниць прагнуть відмовитися від генерації на природному газі, яка є найбільш усталеною технологією гнучкого виробництва електроенергії, щоб досягти своїх цілей зі скорочення викидів вуглецю [11]. Таким чином, УЗЕ може успішно виконати роль «посередника» – досягнення рівноваги економічного зростання з екологічними обмеженнями і вимогами, та соціальними потребами, чому якраз ефективно сприяють усі переваги та функціональні особливості УЗЕ.

Висновки. УЗЕ дійсно доводять свою значимість для економічного середовища. УЗЕ є важливим фактором суспільного виробництва, безпосередньо впливають на ефективність використання ресурсів, забезпечують стабільність і конкурентоспроможність економіки, формують підґрунтя економічного і соціального розвитку. В умовах воєнного стану УЗЕ набувають більш актуального значення, коли надійність енергозабезпечення

стає критичною умовою збереження життєздатності економіки та соціальної сфери. УЗЕ забезпечують підвищення стійкості економічного середовища та підтримку безперервності функціонування критичної інфраструктури. У цьому контексті установки зберігання енергії формують матеріально-технічне підґрунтя для економічної безпеки, соціальної стабільності та відновлювального розвитку України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку установок зберігання енергії» №2046-IX від 15.02.2022 / Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2046-20/conv#n32> (дата звернення: 14.10.2025).
2. Ліцензійні умови провадження господарської діяльності зі зберігання енергії. Затв. постановою НКРЕКП № 798 від 22.07.2022 р. / НКРЕКП. URL: <https://www.nerc.gov.ua/acts/pro-zatverdzhennya-licenzijnih-umov-provadhennya-gospodarskoyi-diyalnosti-zi-zberigannya-energiyi> (дата звернення: 17.10.2025).
3. Згадова Н.С., Ткачук Т.І., Павленко Г.М. Взаємозв'язок макро- та мікроекономічних чинників у формуванні стійкого економічного розвитку. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2025. №1(135). С. 15-20. DOI: 10.32782/1814-1161/2025-1-3.
4. Гламаздін В., Тонкоголосюк В., Чепурна Н. Концепція проекту енергетичної безпеки міст. International scientific-practical conference of young scientists, Kyiv, 05-07 november 2024. Kyiv: KNUCA, 2024. С. 277-278.
5. Розвиток сектору установок зберігання енергії в Україні. Команда підтримки відновлення та реформ (RST) / Міністерство енергетики України, 18.08.2025. URL: <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/2025-10/bess-report-ukraine-v3-18.08.2025.pdf> (дата звернення: 09.10.2025).
6. Гавриленко Я., Дерій В. Енергетичні комплекси на основі сонячних електростанцій та акумуляторних систем зберігання енергії. *Системні дослідження в енергетиці*. 2025. № 3(83). С. 17-30. DOI: 10.15407/srenergy2025.03.017.
7. Чорній В. Вплив війни на енергетичну систему України. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2022. № 2. Том 2. С. 196-202. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-304-2(2)-31.
8. Парус Є., Білінов І., Олефір Д. Оцінка економічного ефекту від надання системами накопичення електричної енергії послуги балансування в ОЕС України. *Праці Інституту електродинаміки НАН України*. 2021. № 60. С. 28-37. DOI: 10.15407/publishing2021.60.028.
9. Жаркін А.Ф., Попов В.А., Ярмолюк О.С., Наталіч В.О. Особливості побудови та використання систем накопичення енергії у розподільних мережах. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2022. № 3. С. 44-52. DOI: 10.20535/1813-5420.3.2022.271492.
10. Dratsas P.A., Psarros G.N., Papathanassiou S.A. Battery Energy Storage Contribution to System Adequacy. *Energies*. 2021. No. 14(16): 5146. DOI: 10.3390/en14165146.
11. Headley J., Copp D.A. Energy storage sizing for grid compatibility of intermittent renewable resources: A California case study. *Energy*. 2020. Vol. 19. P. 1-9. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117310.
12. Worku M.Y. Recent Advances in Energy Storage System for Renewable Source Grid Integration: A Comprehensive Review. *Sustainability*. 2022. No. 14: 5985. DOI: 10.3390/su14105985.

REFERENCES:

1. Zakon Ukrayiny «Pro vnesennya zmin do deyakykh zakoniv Ukrayiny shchodo rozvytku ustanovok zberihannya enerhiyi» №2046-IX vid 15.02.2022 [Law of Ukraine "On Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Development of Energy Storage Facilities" No.2046-IX of Feb 15, 2022] / Verkhovna Rada Ukrayiny. Zakonodavstvo Ukrayiny. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2046-20/conv#n32> (accessed: October 14, 2025), (in Ukrainian).
2. Litsenziyni umovy provadzhennya hospodars'koyi diyal'nosti zi zberihannya enerhiyi. Zatv. postanovoyu NKREKP № 798 vid 22.07.2022 r. [Licensing conditions for conducting economic activities in energy storage. Approved by the resolution of the National Commission for the Regulation of the National Energy and Utilities

Commission No.798 of Jul 22, 2022] / NKREKP. URL: <https://www.nerc.gov.ua/acts/pro-zatverdzhennya-licenzijnih-umov-provadjennya-gospodarskoyi-diyalnosti-zi-zberigannya-energiyi> (accessed: October 17, 2025) (in Ukrainian).

3. Zhadova N.S., Tkachuk T.I., Pavlenko H.M. (2025) Vzayemozv'yazok makro- ta mikroekonomichnykh chynnykiv u formuvanni stiykoho ekonomichnoho rozvytku [The relationship between macro- and microeconomic factors in the formation of sustainable economic development]. *Derzhava ta rehiony. Seriya: Ekonomika ta pidpryyemnytstvo*, No. 1(135). P. 15-20. DOI: 10.32782/1814-1161/2025-1-3 (in Ukrainian).

4. Hlamazdin V., Tonkholosyuk V., Chepurna N. (2024) Kontseptsiya proektu enerhetychnoyi bezpeky mist [Concept of the energy security project of cities]. *International scientific-practical conference of young scientists*, Kyiv, 05-07 november 2024. Kyiv: KNUCA, 2024. P. 277-278 (in Ukrainian).

5. Rozvytok sektoru ustanovok zberihannya enerhiyi v Ukraini. Komanda pidtrymky vidnovlennya ta reform (RST) [Development of the Energy Storage Sector in Ukraine. Recovery and Reform Support Team (RST)] / Ministerstvo enerhetyky Ukrainy, Aug 18, 2025. URL: <https://www.mev.gov.ua/sites/default/files/2025-10/bess-report-ukraine-v3-18.08.2025.pdf> (accessed: October 09, 2025), (in Ukrainian).

6. Havrylenko Ya., Deriy V. (2025) Enerhetychni komplekсы na osnovi sonyachnykh elektrostantsiy ta akumul'yatornykh system zberihannya enerhiyi [Energy complexes based on solar power plants and battery energy storage systems]. *Systemni doslidzhennya v enerhetytsi*. No. 3(83). P. 17-30. DOI: 10.15407/srenergy2025.03.017 (in Ukrainian).

7. Chorniy V. (2022) Vplyv viyny na enerhetychnu systemu Ukrainy [The impact of the war on the energy system of Ukraine]. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Ekonomichni nauky*. No. 2. Vol. 2. P. 196-202. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-304-2(2)-31 (in Ukrainian).

8. Parus Ye., Blinov I., Olefir D. (2021) Otsinka ekonomichnoho efektu vid nadannya systemamy nakopychennya elektrychnoyi enerhiyi posluhy balansuvannya v OES Ukrainy [Assessment of the economic effect of providing balancing services in the Unified State Electric Power System of Ukraine by electric energy storage systems]. *Pratsi Instytutu elektrodynamiky NAN Ukrainy*. No. 60. P. 28-37. DOI: 10.15407/publishing2021.60.028 (in Ukrainian).

9. Zharkin A.F., Popov V.A., Yarmolyuk O.S., Natalych V.O. (2022) Osoblyvosti pobudovy ta vykorystannya system nakopychennya enerhiyi u rozpodil'nykh merezhakh [Features of the construction and use of energy storage systems in distribution networks]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya*. No. 3. P. 44-52. DOI: 10.20535/1813-5420.3.2022.271492 (in Ukrainian).

10. Dratsas P.A., Psarros G.N., Papathanassiou S.A. (2021) Battery Energy Storage Contribution to System Adequacy. *Energies*. No. 14(16): 5146. DOI: 10.3390/en14165146.

11. Headley J., Copp D.A. (2020) Energy storage sizing for grid compatibility of intermittent renewable resources: A California case study. *Energy*. Vol. 19. P. 1-9. DOI: 10.1016/j.energy.2020.117310.

12. Worku M.Y. (2022) Recent Advances in Energy Storage System for Renewable Source Grid Integration: A Comprehensive Review. *Sustainability*. No. 14: 5985. DOI: 10.3390/su14105985.

Дата надходження статті: 08.11.2025

Дата прийняття статті: 18.11.2025

Дата публікації статті: 24.11.2025