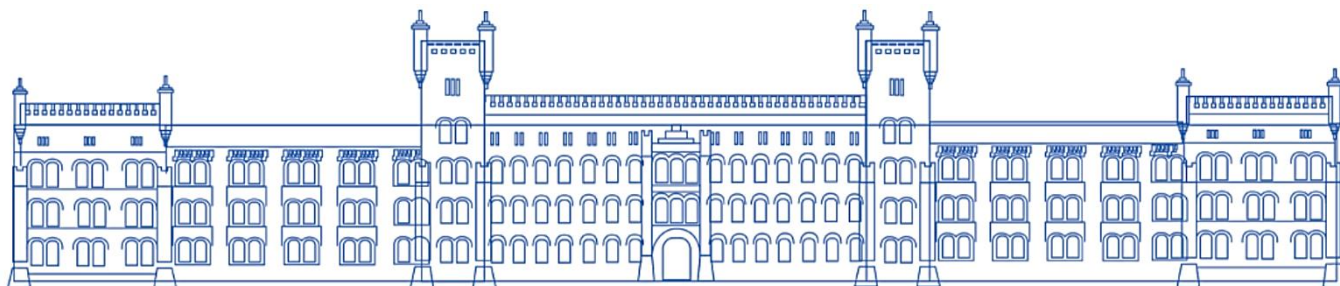




ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ В УМОВАХ ВІЙНИ

*Збірник тез доповідей
I Міжнародної науково-практичної конференції*

17-18 квітня 2025 року

Цивільний захист в умовах війни : збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 17-18 квітня 2025 року. Львів: ЛДУ БЖД, 2025. 296 с.

РЕДКОЛЕГІЯ:

Василь ЛОЇК	кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Роман ЯКОВЧУК	доктор технічних наук, доцент, начальник факультету цивільного захисту ЛДУБЖД
Ольга МЕНЬШИКОВА	кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник начальника факультету цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ГАВРИСЬ	кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександр СИНЕЛЬНИКОВ	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ГАВРИЛЮК	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Павло БОСАК	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Андрій ТАРНАВСЬКИЙ	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Мар'ян ЛАВРІВСЬКИЙ	старший викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександр ЛЮБОВЕЦЬКИЙ	старший викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Володимир РИХВА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Олександра ПЕКАРСЬКА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Максим ДОВГАНОВСЬКИЙ	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД
Вікторія ФІЛІПОВА	викладач кафедри цивільного захисту, ЛДУБЖД

У збірнику тез I Міжнародної науково-практичної конференції «Цивільний захист в умовах війни» висвітлено досвід сучасних тенденцій й викликів в організації цивільного захисту в умовах війни, а також формування основних напрямків вдосконалення та розвитку системи цивільного захисту.

Для наукових, науково-педагогічних та педагогічних працівників закладів освіти, працівників наукових, виробничих установ, підрозділів ДСНС України, представників державних та місцевих органів влади, громадських і професійних організацій та здобувачів освіти.

Автори несуть особисту відповідальність за зміст представлених публікацій, достовірність результатів і дотримання вимог академічної доброчесності. Оргкомітет не несе відповідальності за порушення правил написання в друкованих авторських матеріалах.

СЕКЦІЯ 3

ЗАХИСТ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 621.355:614.845

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ ЗА УМОВ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

*А. Ф. Гаврилюк, к.т.н, доцент, Р. С Яковчук, д.т.н., доцент, С. Б. Бура
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Енергетична безпека є одним із ключових факторів стабільності держави, особливо в умовах воєнного стану. В Україні, де з 24 лютого 2022 року триває повномасштабна та загарбницька війна російською федерацією, енергетична інфраструктура зазнала значних руйнувань через цілеспрямовані атаки на електростанції, підстанції та мережі передачі електроенергії. За даними НЕК "Укренерго", станом на початок 2024 року втрати потужності в енергосистемі склали близько 9 ГВт, що становить майже третину довоєнного рівня генерації. Така ситуація призвела до нестачі електроенергії, що вплинуло на обмеження її споживання населенням у вигляді відключень, так званих блекаутів.

У таких умовах відновлювані джерела енергії, зокрема сонячні та вітрові електростанції (СЕС, ВЕС), набувають особливого значення, як незалежні джерела енергії в масштабах як приватного, так і промислового використання. Однак забезпечення повноцінної їх роботи потребує ефективних систем акумулювання енергії, для забезпечення безперебійного постачання електроенергії. Системи акумулювання енергії здатні зберігати надлишкову енергію, вироблену в періоди високої генерації, і віддавати її в мережу під час пікового попиту або відключень.

У контексті воєнного стану в Україні системи акумулювання енергії можуть відігравати критичну роль у підвищенні стійкості енергосистеми, особливо в регіонах, відрізаних від централізованих мереж.

Згідно зі звітом Держенергоефективності [1, 2] потужність альтернативних джерел енергії в Україні станом на початок 2024 року становила 9,7 ГВт, з яких 75% припадає на СЕС та 22 % на ВЕС. Однак частка систем акумулювання енергії залишається мінімальною — лише 100 МВт·год, що складає менше 2% від загальної їх потужності (рис. 1).

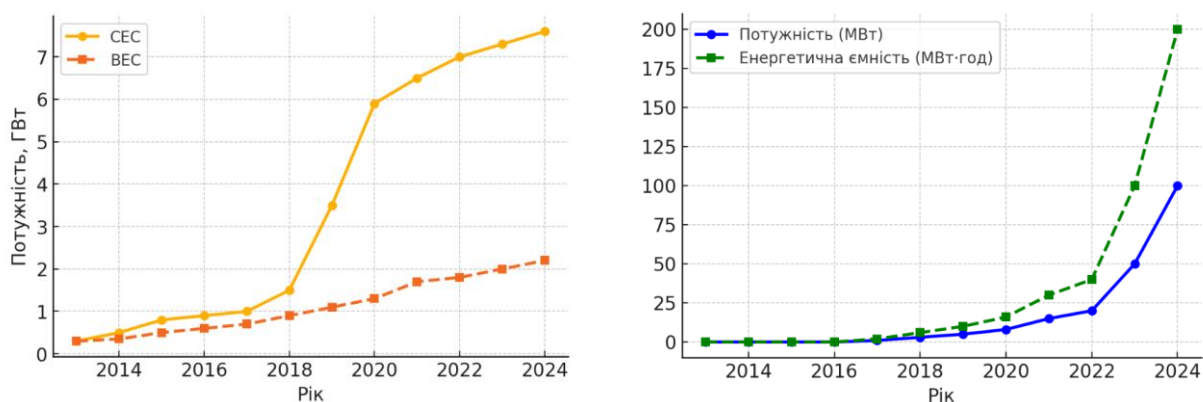


Рисунок 1 – Динаміка потужності СЕС та ВЕС та систем акумулювання енергії в Україні

Руйнування інфраструктури, зокрема трансформаторних підстанцій і ліній електропередач, ускладнює інтеграцію відновлювальних джерел енергії в енергосистему, що актуалізує необхідність децентралізованих рішень, таких як системи акумулювання енергії.

Перші спроби впровадження систем акумулювання енергії в Україні розпочалися до війни, але в умовах воєнного стану їхня актуальність зросла. Наприклад, проєкт компанії

KNESS у Вінницькій області демонструє можливість накопичення сонячної енергії для локальних мереж. У 2023 році ДТЕК ВДЕ також запустив пілотний проєкт із використанням літій-іонних батарей для підтримки стабільності в окремих громадах. За даними [3] такі проєкти знижують залежність від централізованих мереж на 20–25% у районах із частковим пошкодженням інфраструктури.

У воєнний час системи акумулювання енергії можуть виконувати кілька функцій, серед яких: стабілізація локальних мереж. У регіонах, де пошкоджено лінії електропередач, системи зберігання енергії забезпечують резервне живлення для критичної інфраструктури (лікарень, шкіл, водопостачання); підтримка відновлювальних систем електроенергії: накопичення енергії від сонячних і вітрових станцій дозволяє компенсувати втрати традиційної генерації; зменшення імпорту електроенергії: звіт "Укренерго" зазначає, що впровадження систем акумулювання електроенергії могло б скоротити імпорт електроенергії на 10–15%, що є критичним в умовах економічної кризи.

Літій-іонні батареї залишаються основною технологією для систем акумулювання енергії в Україні завдяки їхній доступності та високій ефективності. Проте, як зазначають [4, 5] нові розробки, такі як проточні акумулятори та твердотільні батареї, можуть подовжити термін служби систем до 20–25 років, що є важливим для довгострокового використання в умовах обмежених ресурсів. Економічно банки енергії знижують витрати на балансування мереж на 30% і зменшують викиди CO₂ на 1,5–2 тонни на МВт·год порівняно ТЕЦ [5].

Водночас впровадження систем акумулювання електроенергії в Україні стикається з фінансовими обмеженнями. Вартість літій-іонних батарей у 2024 році становить \$120/кВт·год [6], що є значним бар'єром для країни з обмеженим бюджетом. Державні програми, такі як "Доступні кредити 5-7-9%", могли б стимулювати інвестиції, але їхній обсяг залишається недостатнім.

Незважаючи на це, перспективи розвитку систем акумулювання електроенергії в Україні є значними. Глобальний досвід, описаний у звіті [7], показує, що інвестиції в накопичення енергії зростають, і Україна може скористатися міжнародною підтримкою для реалізації проєктів. Наприклад, співпраця з Європейським Союзом у рамках програм зеленої енергетики.

Умови воєнного стану в Україні підкреслюють критичну роль систем акумулювання електроенергії у забезпеченні енергетичної стабільності та інтеграції відновлювальних джерел енергії. Накопичення енергії дозволяє компенсувати втрати традиційної генерації, стабілізувати локальні мережі та зменшити залежність від імпорту електроенергії. Однак сучасний стан використання систем акумулювання енергії в Україні характеризується низьким рівнем впровадження через фінансові та інфраструктурні обмеження.

Для ефективного розвитку технологій накопичення енергії в умовах війни необхідна державна підтримка, зокрема через субсидії та пільгове кредитування, а також залучення міжнародних інвестицій. Подальші дослідження мають зосередитися на адаптації ESS до екстремальних умов, включаючи розробку стійких до пошкоджень систем і зниження їхньої вартості. Використання систем акумулювання електроенергії може стати ключовим елементом відбудови енергетичної системи України після війни, сприяючи переходу до сталої та децентралізованої енергетики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Держенергоефективність України. Звіт про розвиток відновлюваної енергетики в Україні за 2023–2024 роки.
2. Kovalenko, O., Petrenko, V. Distributed Generation and Energy Storage: Challenges and Opportunities in Ukrain. *Energy Reports*. 2025 10, 890-902.
3. Zhang, L. Advances in Battery Energy Storage Systems for Renewable Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024. 189, 113-125.
4. Johnson, R., Patel, S. Economic Feasibility of Energy Storage Systems in Renewable Energy Markets. *Applied Energy*. 2024 367, 128-139.
5. IRENA. Renewable Energy Statistics. 2024. International Renewable Energy Agency.