

Олексій Степанов
Таврійський державний агротехнологічний
університет імені Дмитра Моторного
Науковий керівник: к.т.н, доцент Любов Коваленко,
к.т.н, доцент Олександр Коваленко

ГІБРИДНА СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

В умовах постійного зростання енергозатрат, збільшення цін на традиційне паливо, його дефіциту, а також значного негативного впливу теплових електростанцій на навколишнє середовище й здоров'я людей, зростає світовий інтерес до використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

В Україні, особливо в умовах війни, розвиток ВДЕ набуває величезного значення як запорука енергетичної незалежності, безпеки та економічного відновлення. У 2024 році обсяг електроенергії з ВДЕ зріс на 6,4% порівняно з 2023 роком, досягнувши 11 млн МВт·год. Частка ВДЕ в енергобалансі країни становила майже 11% [1; 2]. Станом на березень 2025 року частка ВДЕ у виробництві електроенергії — близько 9 % [3].

До початку широкомасштабного вторгнення встановлена потужність ВДЕ складала 9,9 ГВт (6,5 ГВт – сонячні, 2,5 ГВт – вітрові, 0,8 ГВт – біоенергетика). На початок 2024 року – 8,5 ГВт [4]. Протягом 2022-2023 років в Україні було введено понад 660 МВт нових потужностей (371 МВт – СЕС, 227 МВт – ВЕС, 50 МВт – біо, 1 МВт – малі ГЕС) [4].

Попри активні бойові дії, розвиток ВДЕ продовжується: у 2023 році понад 112 МВт було підключено до мережі через DTEK Networks [4]. Частина ВДЕ-потужностей залишається в тимчасово окупованих територіях, але країна впевнено рухається вперед [3]. Керівництво держави визначило амбітну мету до 2030 року: забезпечити не менше ніж 29% виробництва електроенергії, 33% у теплопостачанні та 17% у транспортному секторі за рахунок ВДЕ. Загальна доля ВДЕ у кінцевому споживанні повинна становити близько 27% [2]. Таким чином,

розвиток ВДЕ в Україні є не лише екологічною потребою, а й стратегічним пріоритетом у контексті національної безпеки та економічного відновлення.

Мета дослідження є розробити та обґрунтувати ефективність застосування малих гібридних сонячних енергосистем для виробничого підприємства, забезпечення стійкості роботи в умовах блекаутів та зниження витрат на електропостачання. Запропонована гібридна система резервного живлення може бути використана для побутового або промислового теплозабезпечення, а також автономного електроживлення.

Відомі аналоги [5-7] мають обмежені функціональні можливості, не передбачають одночасного вироблення теплової та електричної енергії, не накопичують електричний струм, що не дозволяє забезпечити споживача енергією цілодобово, та не забезпечують стабільної роботи в умовах змінної інсоляції [8].

В основу поставлено задачу створення гібридної системи резервного живлення з можливістю автономної роботи споживачів та підвищення використання сонячної енергії за рахунок комбінованого перетворення її у теплову та електричну енергію та накопичення енергії в системі. На рисунку 1 зазначено складові системи.

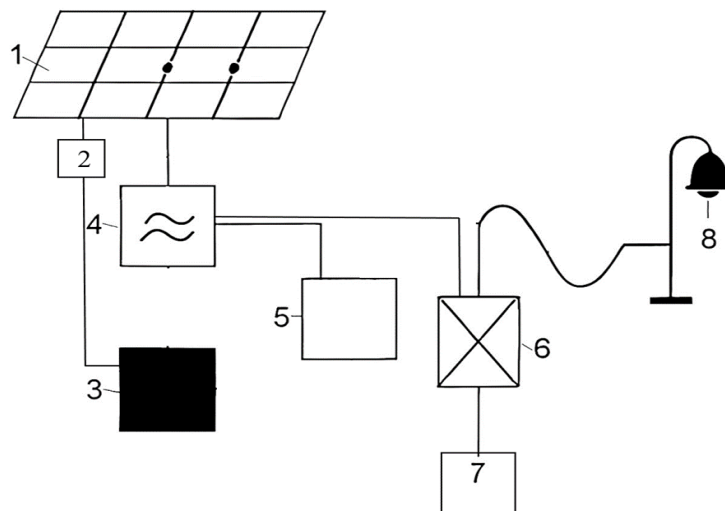


Рисунок 1 - Гібридна системи резервного живлення

Каскад панелей сонячних батарей 1 генерують електроенергію від сонячного світла. Через шарнірні з'єднання 2 та нерухому основу 3 сонячні

панелі орієнтуються оптимально до сонця. Енергія надходить до гібридного інвертора 4, який перетворює постійний струм у змінний, що придатний для живлення побутових пристроїв. Частина енергії зберігається в блоці акумуляторних батарей 5 для використання вночі або при відсутності сонця. Блок комутації навантаження 6 розподіляє енергію між споживачами: до термоелемента 7 для живлення теплових пристроїв та до підключення побутових пристроїв 8, наприклад, для освітлення території. Параметри роботи системи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри дії системи та елементи

№	Зв'язок	Елемент-джерело	Елемент-приймач
1	Перший вихід 1 -> 2 -> 3	Каскад панелей сонячних батарей (1)	Шарнірні з'єднання (2) -> Нерухома основа (3)
2	Другий вихід 1 -> 5 та 4	Каскад панелей сонячних батарей (1)	Блок акумуляторних батарей (5) та гібридний інвертор (4)
3	Вихід 4 -> 6	Гібридний інвертор (4)	Блок комутації навантаження (6)
4	Вихід 6 -> 7 та 8	Блок комутації навантаження (6)	Термоелемент (7) та освітлювальний елемент(8)

Запропонована система забезпечує стабільне автономне електроживлення, знижує навантаження на акумулятори, підвищує коефіцієнт використання енергії та зменшує експлуатаційні витрати [8; 9].

Технічний результат досягається за рахунок того, що складові системи призначені для генерації та накопичення електричного струму [9 - 11]. Дана система дозволяє: Накопичувати електричний струм при відсутності навантаження з метою використання його при недостатньому освітленні. Забезпечувати безперебійне цілодобове електропостачання споживачів завдяки можливості накопичення надлишкової електроенергії. Підвищувати температуру повітря та освітлювати навколишнє середовище.

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що новітні гібридні установки ВДЕ є ключем до створення гнучкої, надійної та екологічної енергосистеми. Вони дозволяють ефективно вирішувати проблему переривчастості генерації відновлюваних джерел, забезпечують енергетичну безпеку на локальному рівні (створення локальних мікроенергосистем, що підвищує енергоефективність на рівні територіальних громад) та сприяють економічному розвитку через залучення інвестицій і створення нових робочих місць.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел в Україні у 2024 році <https://expro.com.ua/en/tidings/electricity-generation-from-renewable-sources-in-ukraine-in-2024-increased-by-64> (дата звернення : 21.10.2025)
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/file/text/58/f469391n10.pdf>
3. Інвестиційні можливості в Україні <https://ukraineinvest.gov.ua/en/industries/energy/renewable-energy> (дата звернення : 12.02.2026)
4. Інвестиції. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України: веб сайт. URL: <https://saee.gov.ua/uk/business/investyscii> (дата звернення: 25.12.2025).
5. Відновлювані джерела енергії для домогосподарств. Saee.gov.ua: вебсайт. URL: <https://saee.gov.ua/uk/content/renewables>
6. Кузнєцов М.П., Мельник О.А., Смертюк В.М. Моделювання процесу акумулювання електроенергії в комбінованій енергосистемі // Відновлювана енергетика – 2020, № 4, С.22–30.
7. Патент на корисну модель UA№ 90863 Україна, кл. F24J72/52, F24J72/46, опубл. 10.06.2014, Бюл. №11, 2014.
8. Патент України на корисну модель UA№ 97086, кл. E06B7/00, F24J2/00, опубл. 25.02.2015, Бюл. №4, 2015.
9. Патент України на корисну модель UA№ 119538 Україна, кл. F24J2/46, опубл. 25.09.2017, Бюл. №18, 2017.
10. Установки зберігання енергії (УЗЕ/ESS): комплексний посібник із технологій та бізнесмоделей : вебсайт. URL : <https://sanlarix.com.ua/ustanovka-zberigannya-energiyi-uze-suchasni-tehnologiyi-nakopychennya-elektroenergiyi/> (дата звернення : 21.10.2025)
11. Introduction to Energy Balances – Foundations of Chemical and Biological Engineering I : вебсайт. URL : <https://pressbooks.bccampus.ca/chbe220/chapter/introduction-to-energy-balances/> (дата звернення : 21.10.2024)