

УДК 621.311:620.92:621.314

Приймачук Е. –ст. гр. ЕТ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЛЬ СИСТЕМ ГІБРИДНОГО ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА НЕЗАЛЕЖНОСТІ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КРИЗИ**

Pryimachuk E.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **THE ROLE OF HYBRID ENERGY SUPPLY SYSTEMS IN ENSURING ENERGY RESILIENCE AND INDEPENDENCE UNDER THE CONDITIONS OF THE CURRENT ENERGY CRISIS**

Ключові слова: енергетична стійкість, децентралізована генерація, острівний режим

Keywords: energy resilience, distributed generation, island mode

Сучасний енергетичний сектор функціонує в умовах підвищеної нестабільності, зумовленої зростанням вартості енергоносіїв, трансформацією ринків та наслідками російського вторгнення в Україну. Для України ці виклики посилюються пошкодженням енергетичної інфраструктури та перебоями електропостачання, що актуалізує питання енергетичної стійкості та незалежності споживачів.

У цих умовах суттєво зростає роль систем гібридного енергоживлення, які поєднують відновлювані джерела енергії, акумуляторні системи накопичення енергії та централізовану електромережу. Такі системи забезпечують гнучке управління енергопотоками, пріоритетне використання власної генерації та накопичення надлишкової енергії для подальшого використання. Це дозволяє зменшити навантаження на енергосистему та підвищити енергоефективність споживання на локальному рівні.

Застосування гібридних систем забезпечує безперервність електроживлення за рахунок автоматичного перемикавання між джерелами енергії. Це формує основу енергетичної автономності домогосподарств та підприємств і є особливо важливим для об'єктів критичної інфраструктури (лікарень, котелень, закладів освіти та систем водопостачання), де навіть короточасні перебої електропостачання можуть призводити до значних технічних і соціальних наслідків.

Додатково важливим напрямом є реалізація острівних (island mode) режимів роботи. У такому режимі окремі об'єкти або локальні енергосистеми можуть повністю від'єднуватися від зовнішньої мережі та функціонувати автономно протягом тривалих періодів відключень. Це забезпечує гарантоване електроживлення критично важливих споживачів та підвищує стійкість енергопостачання в умовах аварійних ситуацій. Крім того, у штатному режимі роботи такі системи дозволяють оптимізувати графіки споживання, зменшувати пікові навантаження та знижувати витрати на закупівлю електроенергії.

З практичної точки зору реалізація таких систем здійснюється за типовими структурними схемами. На рисунку 1 представлена схема мікромережі середньостатистичного населеного пункту, яка включає приєднання до об'єднаної енергосистеми, локальні джерела генерації, системи накопичення енергії та споживачів різних категорій. У нормальному режимі така система працює синхронно з мережею, а у разі її відключення переходить в автономний режим із пріоритетним живленням критичних об'єктів. На рисунку 2 наведено типову схему гібридної системи

енергоживлення окремого об'єкта, де ключовим елементом є гібридний інвертор, який координує роботу зовнішньої мережі, сонячної електростанції, акумуляторної системи та резервного генератора. Така конфігурація забезпечує безперебійне електроживлення споживачів як у нормальних умовах, так і під час тривалих відключень електроенергії.

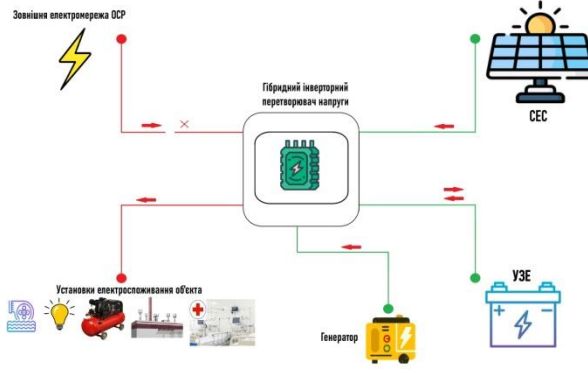
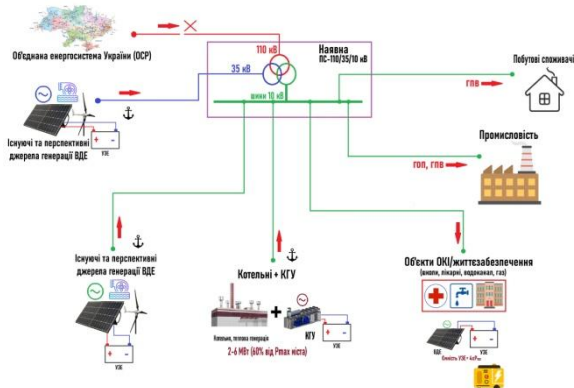


Рисунок 1 - Структурна схема мікромережі населеного пункту з можливістю роботи в острівному режимі

Рисунок 2 - Структурна схема гібридної системи енергоживлення типового об'єкта критичної інфраструктури

Практичними прикладами реалізації подібних рішень є системи на базі технологій Huawei (лінійка FusionSolar) та SMA Solar Technology, які забезпечують інтеграцію генерації, накопичення та інтелектуального керування енергоспоживанням. Такі рішення підтримують роботу в резервному та автономному режимах і широко застосовуються як у побутовому, так і в комерційному секторі.

Сучасний ринок характеризується широким вибором виробників і технологічних рішень у сфері гібридних систем енергоживлення, що забезпечує доступність як базових, так і високотехнологічних систем із функціями інтелектуального керування, прогнозування навантаження та дистанційного моніторингу. Додатково важливою тенденцією є інтеграція таких систем із концепцією «розумних мереж» (smart grids), що підвищує гнучкість та керованість енергосистеми в цілому.

Важливим стимулюючим фактором є розвиток механізмів тарифоутворення, зокрема «зеленого тарифу» та моделей net billing, які дозволяють не лише забезпечувати власні потреби в електроенергії, але й реалізовувати її надлишки в мережу. Це підвищує економічну доцільність впровадження гібридних систем та сприяє їх активному поширенню.

## Література

1. International Energy Agency. Electricity Grids and Secure Energy Transitions. Paris, 2023 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/electricity-grids-and-secure-energy-transitions> (дата звернення: 10.04.2026).
2. International Renewable Energy Agency. Innovation Outlook: Renewable Energy Technologies for Decentralised Power Systems. Abu Dhabi, 2022 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.irena.org/publications> (дата звернення: 11.04.2026).
3. Guerrero J.M., Vasquez J.C., Matas J., de Vicuña L.G., Castilla M. Hierarchical control of droop-controlled AC and DC microgrids // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2011. Vol. 58, No. 1. P. 158–172. DOI: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/TIE.2010.2043037> (дата звернення: 12.04.2026).