

додаткових гарантій, страхування ризиків та стабільної державної політики. Зміни у законодавстві, тарифах, механізмах підтримки також стримують інвесторів.

Будівництво нових об'єктів вітрової енергетики пов'язано з деякими екологічними та соціальними обмеженнями. При проєктуванні ВЕС обов'язково потрібно враховувати вплив на рослинний та тваринний світ, ландшафт та брати до уваги думку громади.

Отож, незважаючи на серйозні воєнні, технічні та інвестиційні виклики, вітроенергетика України є перспективним напрямом. За умов стабілізації ситуації, модернізації мереж і формування прогнозованої регуляторної політики галузь може стати одним із ключових напрямків «зеленої» відбудови та формування енергетичної незалежності держави. Відновлювальні джерела енергії є важливою передумовою розвитку конкурентноспроможної економіки, досягнення екологічних, соціальних цілей, що відповідає концепції сталого розвитку.

Література

1. Вітрова енергетика України. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вітрова_енергетика_України (дата звернення 25.11.2025 р.).
2. Українська вітроенергетична асоціація. Члени та стейкхолдери. URL: <https://uwea.com.ua/ua/membership/members/> (дата звернення 28.11.2025 р.).
3. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

В.П. Коваль, канд. техн. наук, доц.; А.З. Стасів; П.М. Зін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

V.P. Koval, Ph.D., Assoc. Prof.; A.Z. Stasiv; P.M. Zin

CURRENT ASPECTS OF RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT

Відновлювані джерела енергії впевнено витісняють традиційну енергетику з енергетичних балансів більшості країн світу. Особливих успіхів досягнула сонячна енергетика, яка у 2025 році забезпечила у світовому масштабі більший виробіток електроенергії, ніж ТЕС (теплові електростанції), що працюють на кам'яному вугіллі. Відтак сонячна енергетика більше не є другорядною галуззю, а абсолютним лідером на ринку відновлюваної енергетики і рівноцінним гравцем на ринку енергетики як такої загалом.

Сонячні електростанції (СЕС) забезпечують максимальну генерацію електроенергії протягом теплої половини року (друга половина весни – літо – перша половина осені) і виключно у світлу пору доби з провалами генерування у хмарну погоду. Вітряні електростанції (ВЕС) – навпаки, протягом холодної половини року (друга половина осені – зима – перша половина весни) незалежно від часу доби з провалами генерування у випадку слабого вітру або його відсутності взагалі. Тому для забезпечення цілодобового і круглорічного електропостачання від СЕС і ВЕС необхідні системи акумулювання електроенергії (САЕ), які також успішно споруджуються. Наприклад, в Україні у 2025 році встановлено 200 МВт потужностей САЕ загальною ємністю 400 МВт·год. До речі, це рекордний показник у Східній Європі.

САЕ виручають також у випадках блекаутів, спричинених ворожими ракетно-дроновими ударами по вітчизняній енергетичній інфраструктурі. 19 листопада 2025 року на кафедрі електричної інженерії ТНТУ ім. Івана Пулюя встановлено автономну сонячну електростанцію (АСЕС) потужності 4400 Вт, яка зможе забезпечувати екологічно чистою електроенергією 3-й, 4-й і, можливо, ще й навіть 5-й поверх навчального корпусу №7. АСЕС складається з 10 фотоелектричних панелей, які закріплені на південному фасаді (азимут 176°, фасад на 4° повернутий на схід відносно південного напрямку) навчального корпусу №7 під кутом 60° до горизонту. САЕ ємності 10 кВт·год складається з двох акумуляторів ємності 5 кВт·год кожний. Для перетворення постійного струму у змінний промислової частоти і напруги використовується інвертор потужності 8 кВт. У сонячний полудень 24 листопада 2025 року АСЕС генерувала електричну потужність 2,8 кВт (64 % від номінальної потужності). Основним навантаженням виступала САЕ ємності 10 кВт·год. Зазначена АСЕС здатна виробляти 4266 кВт·год електроенергії протягом року (табл. 1, рис. 1).

Розвивається також і мала гідроенергетика. Зокрема, у Тернопільській області на річці Іква у створі з напором 3,8 м споруджену малу ГЕС з пропелерними трубними гідротурбінами Т70 і Т50 (цифра у марці турбіни означає діаметр робочого колеса у сантиметрах). Зазначена ГЕС перебуває на етапі виконання пускалагоджувальних робіт. З причини наявності недостатньої витрати води у річці існує ймовірність заміни турбіни Т70 турбіною Т36. Очікувана сумарна генерована потужність новозбудованої малої ГЕС – 50 кВт. Мережеві малі ГЕС, що працюють «за водотоком» (тобто які не мають водосховищ для накопичення більших або менших запасів води), забезпечують цілодобове круглорічне генерування електроенергії зі зменшенням генерованої потужності у посушливі періоди року. В умовах Об'єднаної енергосистеми України мікроГЕС (потужності $P \leq 200$ кВт) і мініГЕС (потужності $200 < P \leq 1000$ кВт) працюють, як правило, «за водотоком», а малі ГЕС більших потужностей ($1000 < P \leq 10000$ кВт) можуть також виступати у якості маневрових потужностей для покриття добових графіків «пікових» навантажень.

Таблиця 1. Характеристики сонячного фотоелектричного модуля (СФЕМ) і автономної сонячної електростанції кафедри електричної інженерії ТНТУ ім. І. Пулюя

Характеристики сонячного фотоелектричного модуля потужності 440 Вт				Характеристики автономної сонячної електростанції потужності 4,4 кВт			
Висота	брутто	1725	мм	Кількість СФЕМ		10	
	нетто	1705	мм	Сумарна площа нетто всіх 10 СФЕМ АСЕС		18,93 м ²	
Ширина	брутто	1130	мм	Місце монтажу СФЕМ		зовнішня стіна	
	нетто	1110	мм	Азимут (відносно півд. напр.)		– 4°	
				Кут нахилу СФЕМ до горизонту		60°	
Площа	брутто	1,949	м ²	Річне виробництво електроенергії		4266	кВт·год
	нетто	1,893	м ²	Місячне виробництво електроенергії	Липень (max)	612	
					Грудень (min)	77	

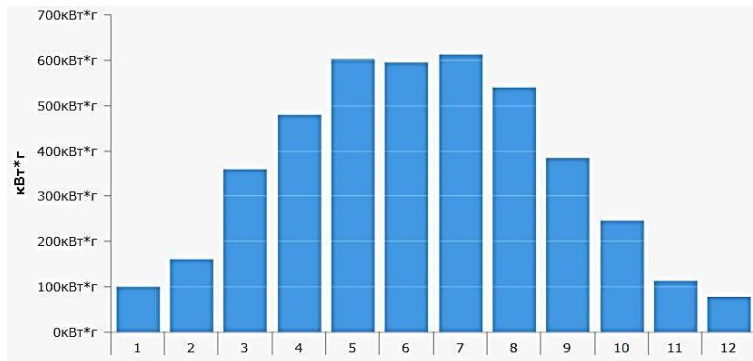


Рисунок 1. Виробіток електроенергії автономною сонячною електростанцією потужності 4,4 кВт за місяцями

Кожний новий об'єкт відновлюваної енергетики та будь яка нова система накопичення енергії є запорукою забезпечення декарбонізації й енергетичної незалежності економіки і надійною основою незалежності держави як такої.

Література

1. В.П. Коваль, П.М. Зінь. Підвищення енергоефективності низьконапірних мікроГЕС невеликої потужності з трубними осьовими гідротурбінами / *Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей XIII Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів* (Тернопіль, 11–12 грудня 2024 р.). М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]: ФОП Паляниця В.А., 2024. – С. 285, 286.
2. П.М. Зінь. Гідроенергетичний потенціал Тернопільської області. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», присвяченої 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*, 28–29 травня 2025 року. – Тернопіль: ТНТУ, 2025. – С. 29, 30.

УДК 621.855

О. С. Кондратюк, докт. техн. наук, проф. М. Г. Тарасенко, к. т. н., доцентка К. М. Козак
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ВПЛИВ НЕСИМЕТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ ЇЇ ЗМЕНШЕННЯ

O. S. Kondratiuk, Dr., Prof. M. G. Tarasenko, Ph.D., Assoc. K. M. Kozak
INFLUENCE OF UNSYMMETRICAL LOAD ON THE QUALITY OF ELECTRICITY IN 0.4 KV NETWORKS AND MODERN METHODS OF ITS REDUCTION

Найбільшим джерелом споживання електричної енергії в сучасному світі є електричні двигуни. Для їх стабільної та ефективної роботи важливим є симетричне навантаження на загальну мережу. У розподільчих електричних мережах низької напруги (0,4 кВ) спостерігається зростання рівня фазної асиметрії, зумовлене нерівномірним підключенням споживачів, а також неконтрольованим рівнем споживання ними енергії. Це явище негативно впливає на показники якості