

Побудова комплексних енергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії для сільського господарства

асистент кафедри «Електротехнічні системи» КНТУ Кубкін М.В.

асистент кафедри «Електротехнічні системи» КНТУ Солдатенко В.П.

Національною енергетичною стратегією України до 2030 року передбачено значне збільшення частки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) в енергетичному балансі країни. Основними напрямками подальшого розвитку відновлюваної енергетики є використання енергії вітру, сонця, малих річок, геотермальної енергії, енергії доквілля (застосування теплових трансформаторів) та біомаси (табл. 1).

Таблиця 1. Показники розвитку використання НВДЕ за основними напрямками освоєння (базовий сценарій), млн. т у.п./рік

Напрями освоєння НВДЕ	Рівень розвитку НВДЕ по роках			
	2005	2010	2020	2030
Позабалансові джерела енергії, всього.	13,85	15,96	18,5	22,2
у т.ч. шахтний метан	0,05	0,96	2,8	5,8
ВДЕ, всього, у т.ч.	1,661	3,842	12,054	35,53
Біоенергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Сонячна енергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Мала гідроенергетика	0,12	0,52	0,85	1,13
Геотермальна енергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Вітроенергетика	0,018	0,21	0,53	0,7
Енергія доквілля	0,2	0,3	3,9	22,7
Всього	15,51	19,83	30,55	57,73

Запровадження відновлювальних джерел можливо здійснювати притримуючись двох стратегій – системної та комбінованої.

Системна стратегія передбачає широке впровадження крупних проєктів з відновлювальними джерелами енергії:

- системні вітроелектростанції (ВЕУ) у регіонах із високою середньо кубічною (за рік) швидкістю вітру (наприклад, в Криму);
- системні сонячні електростанції (СЕС), які займають непридатні для землеробства території (якомога південніше);
- великі гідроенергетичні станції (ГЕС), але ресурс їх побудови уже вичерпаний;
- системні геотермальні станції (ГеоТЕС) у місцях наявності відповідного ресурсу (Крим, Карпати);
- крупні котельні і ТЕЦ, що працюють на брикетованій біомасі чи пілетах;
- створення замкнутих циклів по виробництву біопалива (біодизель, біоетанол), що при використанні у транспортній галузі носить характер системного заходу;

- побудова потужних підприємств по виробництву горючого газу на звалищах твердих побутових відходів, станціях очистки стічних вод великих і середніх міст;

- створення на базі підприємств, де наявні горючі відходи, циклів по виробництву генераторного газу.

Для реалізації крупних проектів у першу чергу необхідна наявність достатніх первинних енергетичних ресурсів та їх висока концентрація. Такі проекти реалізуються, як правило, у вигляді одиничних підприємств та станцій з великою установленою потужністю. Тому собівартість виробленої енергії у таких проектах може бути знижена (за рахунок укрупнення).

Комбінована стратегія передбачає ще більш широке (в розумінні кількості установок) впровадження дрібних та середніх проектів. Такі проекти можна застосувати для побутових споживачів (приватні і багатоквартирні будинки), соціальних та адміністративних об'єктів (дитячі садки, навчальні та лікувальні заклади, офіси), підприємств агропромислового виробництва (фермерські господарства, тваринницькі ферми і комплекси, підприємства по переробці агропромислової продукції, дрібні та середні населені пункти).

З метою енергозабезпечення дрібних та середніх об'єктів можна використовувати наступні відновлювальні джерела та технології (установки):

- вітрові установки для виробництва електричної енергії (високої або низької якості) або механічної енергії (подрібнення кормів, викачування води);

- сонячні установки для гарячого водопостачання і опалення;

- фотоелектричні панелі для виробництва електричної енергії;

- гідроелектростанції малої потужності (для гірських річок);

- гарячу воду геотермальних джерел для підігріву води на опалення і водопостачання;

- теплові трансформатори (насоси) для опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря;

- резервні дизель- і бензинові генератори на біопаливі;

- котлоагрегати малої і середньої потужності для опалення і гарячого водопостачання;

- паливні комірочки для виробництва електричної енергії;

- виробництво біогазу (та мінеральних добрив, як супутнього товару) із відходів тваринницьких ферм і переробних підприємств;

Для реалізації порівняно дрібних та середніх проектів концентрація первинних відновлювальних енергетичних ресурсів, очевидно, може бути меншою. Проте, для узгодження потреби споживачів енергії та можливостей генеруючих установок необхідні додаткові пристрої – акумулятори електричної і теплової енергії. Наявність акумуляторів призводить до ускладнення системи і значного підвищення собівартості виробленої енергії.

Застосування акумуляторів можна уникнути або звести до мінімуму двома способами.

Перший спосіб полягає у сумісному (комбінованому) використанні кількох джерел відновлювальної енергії, які взаємно доповнюють один одного і компенсують тимчасову нестачу ресурсу певного виду.

Другий спосіб полягає у паралельному (сумісному) використанні традиційного джерела енергії (районна електрична мережа, газорозподільна мережа, мережа теплопостачання).

При існуючій кон'юктурі на енергетичному ринку країни впровадження установок з відновлювальними джерелами таких систем, як правило, економічно недоцільне. Це є наслідком кількох причин:

- висока вартість обладнання для відновлювальної енергетики;
- відсутність конкуренції між підприємствами, які займаються постачанням, установкою та обслуговуванням установок відновлюваної енергетики;
- низька вартість традиційних енергетичних ресурсів порівняно із світовими цінами (електрична і теплова енергія, газ).
- відсутність глибокого розуміння важливості технічного прогресу, модернізації енергопостачання і технічних особливостей технологій відновлюваної енергетики;
- відсутність зацікавленості та стимулювання впровадження відновлюваної енергетики («зелений тариф» є занадто малою стимуляцією).

Зважаючи на розосередженість відновлюваних джерел перспективним є їх використання у сільському господарстві, яке має відносно малу встановлену потужність, а споживачі розосереджені по великій території.

Цілком очевидно, що установка відновлюваного джерела енергії єдиного виду буде малоефективною (висока вартість) із-за непостійності потоку енергії. Тому потрібно встановлювати кілька джерел. Але одразу виникає ряд питань:

- які види установок обрати?
- яка кількість установок і якої потужності необхідна ?
- де і як їх установити, щоб ефективність роботи була максимальною ?
- як поєднати різні джерела в одну систему ?
- якою буде вартість виробленої енергії ?
- за яких умов використання відновлюваних джерел буде вигідним ?

Зрозуміло, що очевидної та однозначної відповіді на ці питання немає.

Склад комбінованої системи енергопостачання буде залежати від особливих потреб споживача (електрична, теплова енергія, газ), кліматичних особливостей місця розташування, і відрізнятиметься в кожному конкретному випадку. Якісного і кількісного складу системи потрібно обґрунтовувати. Критеріями обґрунтування, як правило, є економічні розрахунки.

Розглянемо електропостачання невеликого котеджу в Кіровоградській області. Об'єкт знаходиться в сільській місцевості, відстань до звичайної мережі електропостачання складає 17 км. Географічні координати місця знаходження - 48°30' північної широти, 32°18' східної довготи.

Середня потужність навантаження по годинах наступна: 0-8 год. – 2 кВт, 8-10 год. – 10 кВт, 10-18 год. – 5 кВт, 18-20 год. – 10 кВт, 20-22 год. – 5 кВт, 22-24 год. – 2 кВт.

Для електропостачання пропонується встановлення наступного обладнання: рідкопаливний генератор, сонячні монокристалічні електричні панелі, вітровий генератор, акумуляторні батареї та інвертор-випрямляч.

Технічні і вартісні показники запропонованого обладнання приведені в табл. 2.

Таблиця 2 Вартісні показники джерел енергії

Показник	Генератор HONDA ECT7000	Сонячні панелі MSP 80 W	Вітрогене ратор GE S- 1000	Акумулят ор AGM	Перетворюв ач
Технічні дані	6,5 кВт	0,08 кВт	1 кВт	200 А·год	1 кВт
Вартість, у.о.	2000	240	2000	430	225

У якості альтернативи електропостачання розглядається варіант спорудження лінії електропередачі із питомою вартістю 8000 \$/км.

Виконуємо розрахунок варіантів електропостачання котеджу від комбінованої системи та порівнюємо його із спорудженням лінії електропередачі.

Для цього вводимо дискретно варіюємо потужність установок:

- рідкопаливний генератор 0 – 10 кВт з кроком 2 кВт;
- вітровий генератор 0 – 20 кВт з кроком 2 кВт;
- сонячна панель 0 – 20 кВт з кроком 2 кВт;
- інвертор 0 – 10 кВт з кроком 2 кВт;
- акумуляторна батарея 25 – 200 шт. з кроком 25 шт.

Ціну на паливо приймаємо у розмірі 1,25 \$/л.

Після моделювання роботи системи та порівняння усіх можливих варіантів складу отримаємо варіанти систем електропостачання, які найбільш вигідні у своїх категоріях - табл. 3. Показники варіантів приведені у табл. 4.

Як видно із табл. 4 найменша дисконтована вартість у варіанті №1, тому його і слід приймати до подальшого розгляду.

На рис. 2 приведений графік, де порівнюється дисконтовані вартості комбінованої системи енергопостачання і будівництва лінії електропередачі від традиційної енергосистеми. З рис. 2 видно, що при необхідності будівництва лінії довжиною 15,8 км два варіанти електропостачання зрівнюються по приведеній вартості.

Таблиця 3 Категорії систем електропостачання та їх показники

№	Встановлена потужність, кВт				Кількість батарей, 2160 А·год
	фотобатареї	вітрогенератора	генератора	конвертора	
1	8	12	6	8	50
2	-	12	8	6	50
3	8	-	6	8	75
4	-	-	8	6	75
5	14	20	10	10	-

Таблиця 4 Техніко-економічні показники варіантів електропостачання

№	Кап. вклад., \$	Поточні витрати, \$/рік	Дисконтована вартість, \$	Собівартість, \$/кВт·год	Коеф. заміщ., в.о.	Витрата палива, л	Час роботи генер., год
1	73146	14731	168372	0,65	0,51	8102	4205
2	49312	18632	169753	0,656	0,34	11299	4821
3	59896	21248	197249	0,762	0,12	14453	7476
4	36062	26321	206201	0,797	0	18496	7839
5	87327	20991	223018	0,867	0,43	11845	5989

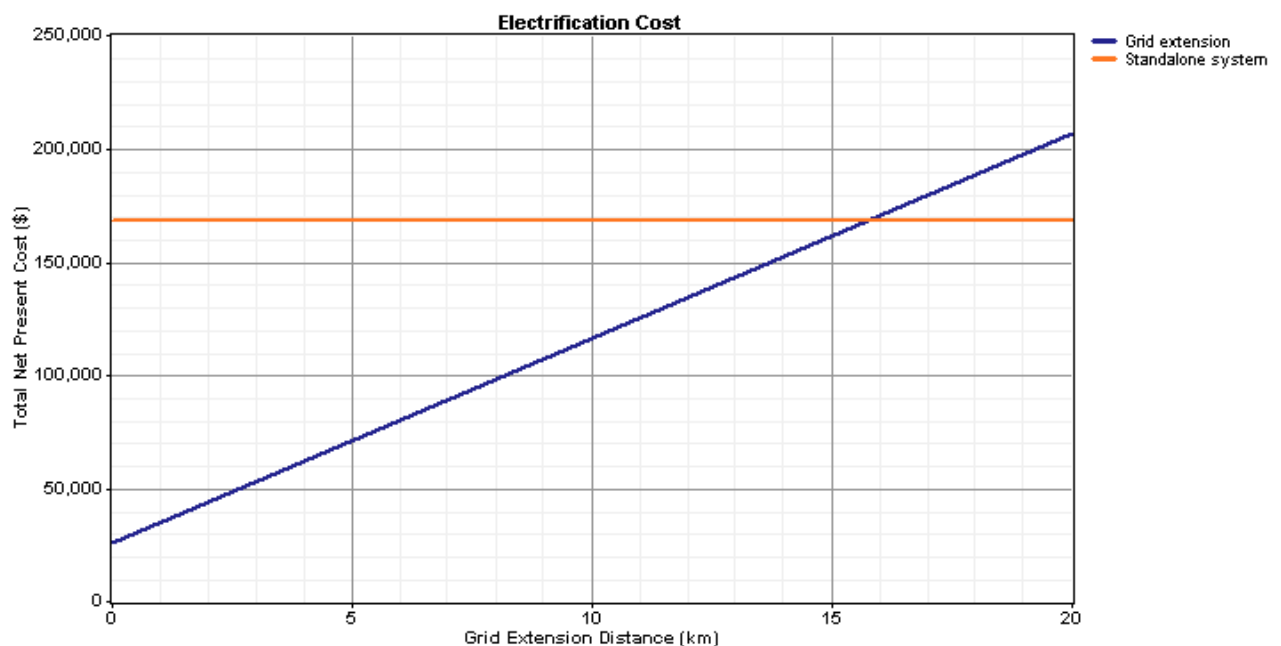


Рисунок 2 Приведена вартість комбінованої системи енергопостачання (пряма лінія) та будівництва лінії електропередачі (похила лінія)

Таким чином, комбіноване використання відновлюваних джерел енергії є найбільш перспективним, але доцільність впровадження таких систем, їх склад, потужність установок потрібно обґрунтовувати економічними розрахунками. Та попри нульову вартість вітрової і сонячної енергії вартість енергії від вітрових і сонячних установок на даний момент значна. Тому при розрахунку ефективності вкрай необхідно враховувати екологічний ефект запровадження відновлюваних технологій.