

Шманько Назар. Оцінка потенціалу аграрних підприємств для генерації електроенергії з відновлюваних джерел енергії. *Економічний дискурс*. 2026. Випуск 1. С. 276-285.
DOI: <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2026-1-26>

УДК 338.43 : 620.92 : 621.311
JEL Classification Q42, Q16, Q18, O13

Шманько Назар
аспірант
Західноукраїнський національний університет
м. Тернопіль, Україна
E-mail: kaf_mbt@wunu.edu.ua
ORCID: 0009-0009-4456-8224

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Анотація

Вступ. Аграрні підприємства дедалі частіше розглядаються не лише як споживачі енергетичних ресурсів, а й як потенційні виробники електроенергії на основі сонячної, біоенергетичної, вітрової та комбінованої генерації. Актуальність дослідження зумовлена потребою підвищення енергетичної стійкості аграрного виробництва, зменшення залежності від централізованого енергопостачання та використання ресурсів, що формуються безпосередньо у виробничому циклі підприємств.

Методи. Методологічну основу статті становлять системний підхід, порівняльний аналіз, структурно-функціональне узагальнення та метод інтегрального оцінювання потенціалу. Запропоновано багатокomпонентну модель оцінки, що поєднує ресурсний, техніко-інфраструктурний, економічний, інституційний та управлінсько-резильєнтний блоки.

Результати. Обґрунтовано логіку переходу від оцінки окремих природних ресурсів до комплексної оцінки спроможності аграрного підприємства реалізувати проєкт відновлюваної генерації. Систематизовано індикатори оцінювання потенціалу сонячної, біогазової, біомасової, вітрової та гібридної генерації. Визначено типові профілі аграрних підприємств за рівнем готовності до впровадження ВДЕ-проєктів.

Перспективи. Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну апробацію запропонованої методики на вибірці аграрних підприємств різних природно-кліматичних зон України.

Ключові слова: аграрні підприємства, відновлювані джерела енергії, електроенергія, потенціал, розподілена генерація, біоенергетика, сонячна енергетика, енергетична стійкість.

Вступ.

Сучасна трансформація енергетичних систем змінює економічну роль підприємств, які традиційно розглядалися переважно як кінцеві споживачі електроенергії. Поширення відновлюваних джерел енергії, здешевлення сонячних фотоелектричних технологій, розвиток біоенергетики, систем накопичення електроенергії та цифрового обліку створюють передумови для формування розподіленої генерації. У такій моделі підприємство може не тільки купувати електроенергію на ринку, а й виробляти її для власного споживання, продавати надлишки, підвищувати автономність критичних процесів і знижувати вплив енергетичних ризиків на собівартість продукції.

Для аграрного сектору ця зміна має особливе значення. Аграрні підприємства поєднують у межах однієї виробничої системи земельні ресурси, біологічні активи, сезонні енергетичні навантаження, органічні відходи, залишки рослинництва, тваринницькі комплекси, складську та переробну інфраструктуру. Це формує багатокomпонентний потенціал для виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. Сонячні електростанції можуть розміщуватися на дахах виробничих приміщень, елеваторів, ферм і логістичних об'єктів; біогазові установки можуть використовувати відходи тваринництва та рослинництва; тверда біомаса може бути основою для когенерації; малі вітрові установки можуть доповнювати локальні енергетичні баланси у відповідних природних умовах.

Водночас наявність ресурсу ще не означає готовності підприємства до ефективної генерації електроенергії. Потенціал ВДЕ в аграрному підприємстві має не лише природно-ресурсний, а й економічний, інфраструктурний, організаційний та інституційний зміст. Наприклад, підприємство може мати значні площі дахів для сонячних панелей, але не мати достатнього денного профілю споживання або доступної потужності приєднання до мережі. Інше підприємство може мати великий обсяг органічних відходів, але не мати стабільної логістики субстрату, компетенцій з експлуатації біогазової установки чи доступу до довгострокового фінансування. Саме тому оцінка потенціалу має виходити за межі простого розрахунку теоретичної кількості енергії та охоплювати спроможність підприємства перетворити ресурс на економічно доцільний, керований і стійкий енергетичний актив.

Актуальність теми посилюється умовами функціонування української енергетичної системи. Воєнні ризики, пошкодження енергетичної інфраструктури, волатильність цін на енергоресурси та потреба підтримання безперервності аграрного виробництва зумовлюють попит на локальні джерела енергії. Для підприємств, що мають холодильні потужності, елеваторне обладнання, молочнотоварні ферми, тепличні комплекси або переробні цехи, перебої електропостачання можуть спричиняти прямі виробничі втрати. Відтак ВДЕ-проекти доцільно оцінювати не тільки через показники окупності, а й через внесок у енергетичну безпеку, операційну безперервність і довгострокову конкурентоспроможність.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблематика розвитку відновлюваної енергетики активно досліджується у світовій та українській науковій літературі. У глобальному вимірі відновлювана генерація перетворилася з нішевого екологічного напрямку на центральний елемент енергетичної політики та інвестиційних стратегій. За даними IRENA, у 2024 році світові потужності відновлюваної енергетики зросли на 585 ГВт і досягли 4448 ГВт, причому сонячна та вітрова енергетика забезпечили переважну частку приросту [1]. IEA прогнозує, що до 2030 року зростання відновлюваної електроенергетики буде й надалі визначатися насамперед сонячною фотоелектрикою та вітровими технологіями, а розподілені сонячні системи становитимуть вагомую частину нового приросту [2]. Ці тенденції свідчать про структурне здешевлення і технологічну доступність ВДЕ для підприємств різних масштабів.

Окремий напрям досліджень пов'язаний із розподіленою генерацією та prosumer-моделями.

У межах цього підходу споживач електроенергії стає активним учасником енергетичного ринку, поєднуючи функції споживання, виробництва, накопичення та управління попитом. Для аграрного підприємства така модель є особливо релевантною, оскільки виробничі цикли часто мають передбачуваний добовий або сезонний профіль енергоспоживання. Це дає змогу проєктувати ВДЕ-генерацію не як ізольований енергетичний об'єкт, а як частину операційної системи підприємства.

У дослідженнях біоенергетики значна увага приділяється використанню аграрних відходів. Україна має істотний потенціал біомаси, зокрема соломи зернових, відходів кукурудзи, соняшнику, вторинних відходів сільськогосподарського виробництва та біогазу з відходів агропромислового комплексу [3; 4]. За оцінками Bioenergy Association of Ukraine, вагому частину біоенергетичного потенціалу формують рослинні залишки та енергетичні культури [5]. Нові дослідження біогазового потенціалу України також підтверджують, що аграрні субстрати можуть бути базою для значного виробництва біогазу та біометану, а в електроенергетичному вимірі – для розвитку локальної когенерації [6].

У вітчизняному регуляторному полі важливим є запровадження статусу активного споживача та механізму самовиробництва. НКРЕКП зазначає, що після набрання чинності відповідними змінами у 2023 році споживачі отримали можливість виробляти електроенергію з альтернативних джерел, покривати власні потреби та продавати надлишки електропостачальнику без отримання ліцензії у передбачених законом випадках [7]. Для аграрних підприємств це створює інституційну основу для переходу від пасивного споживання до активного управління енергетичними потоками [8; 9].

Разом з тим наявні дослідження часто розглядають окремо технічний ресурс, інвестиційну ефективність або регуляторні умови. Менш розробленим залишається питання комплексної оцінки потенціалу аграрного підприємства як цілісної виробничо-енергетичної системи. Саме така оцінка потрібна для прийняття управлінських рішень: який тип ВДЕ є пріоритетним, який масштаб проєкту є доцільним, чи варто поєднувати генерацію з накопиченням, яка частка енергії має використовуватися для самоспоживання, які ризики можуть обмежити реалізацію проєкту.

Мета.

Метою статті є обґрунтування методичного підходу до оцінки потенціалу аграрних підприємств для генерації електроенергії з відновлюваних джерел енергії та визначення ключових індикаторів, які характеризують їхню готовність до впровадження відповідних проєктів.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: розкрити економічний зміст потенціалу аграрного підприємства у сфері ВДЕ-генерації; систематизувати ресурсні, технічні, економічні, інституційні та управлінські фактори такого потенціалу; запропонувати інтегральну модель оцінювання; визначити прикладні напрями використання методики для стратегічного управління енергетичним розвитком аграрних підприємств.

Методологія дослідження.

Потенціал аграрного підприємства для генерації електроенергії з ВДЕ у цьому дослідженні розглядається як інтегральна здатність підприємства залучати власні природні, виробничі, інфраструктурні, фінансові та управлінські ресурси для створення й експлуатації об'єктів відновлюваної електрогенерації з метою покриття власного споживання, продажу надлишків, підвищення енергетичної стійкості та формування додаткових економічних ефектів.

Запропонована методика ґрунтується на п'яти блоках оцінювання (табл. 1):

1. Ресурсний блок відображає наявність фізичних джерел енергії: сонячної інсоляції, доступних площ дахів або земельних ділянок, обсягів біомаси, органічних відходів, гною, побічної продукції рослинництва, локального вітрового ресурсу.

Таблиця 1. Індикатори оцінки потенціалу аграрного підприємства для ВДЕ-генерації*

Блок оцінки	Основні індикатори	Практичне значення
Ресурсний	площа дахів і ділянок; обсяг біомаси; кількість органічних відходів; поголів'я тварин; сонячна інсоляція; вітровий ресурс	визначає фізичну базу можливого виробництва електроенергії
Техніко-інфраструктурний	доступна потужність приєднання; стан внутрішніх мереж; наявність підстанцій; можливість накопичення; логістика субстрату	показує, чи може ресурс бути технологічно перетворений на стабільну генерацію
Економічний	річне споживання електроенергії; добовий профіль навантаження; частка самоспоживання; CAPEX; OPEX; строк окупності	дає змогу порівняти альтернативи та визначити інвестиційну доцільність
Інституційний	правовий статус активного споживача; дозвольні процедури; право користування об'єктами; екологічні вимоги	визначає регуляторну реалізованість проєкту
Управлінсько-резильєнтний	енергомоніторинг; персонал; технічне обслуговування; критичні навантаження; резервне живлення	характеризує здатність підприємства отримати не лише економію, а й стійкість

*Джерело: сформовано автором на основі узагальнення наукових підходів до оцінювання розподіленої генерації, prosumer-моделей, біоенергетики та регуляторних умов функціонування активних споживачів [2; 7; 10; 11; 12; 16].

2. Техніко-інфраструктурний блок характеризує можливість практичного підключення та експлуатації генеруючих установок: стан електромереж підприємства, дозволена потужність, відстань до точки приєднання, наявність трансформаторних підстанцій, можливість встановлення систем накопичення, стабільність логістики біомаси.

3. Економічний блок визначає фінансову доцільність проєкту: структуру власного енергоспоживання, ціну купованої електроенергії, потенційний рівень самоспоживання, інвестиційні витрати, операційні витрати, очікуваний строк окупності, доступ до кредитних або грантових інструментів.

4. Інституційний блок охоплює регуляторні умови, можливість набуття статусу активного споживача, умови продажу надлишків, дозвольні процедури, право користування землею або будівлями, екологічні вимоги до використання відходів.

5. Управлінсько-резильєнтний блок відображає здатність підприємства керувати енергетичним активом: наявність компетентного персоналу, систем енергомоніторингу, технічного обслуговування, плану резервного живлення, готовність інтегрувати генерацію у виробничі графіки.

Інтегральний індекс потенціалу може бути поданий у вигляді:

$$I_{REP} = wR * R + wT * T + wE * E + wI * I + wM * M,$$

де I_{REP} – інтегральний індекс потенціалу ВДЕ-генерації аграрного підприємства; R – ресурсний блок; T – техніко-інфраструктурний блок; E – економічний блок; I – інституційний блок; M – управлінсько-резильєнтний блок; wR , wT , wE , wI , wM – вагові коефіцієнти відповідних блоків.

Для базової оцінки доцільно використовувати рівні ваги по 0,20 для кожного блоку. Якщо підприємство оцінює конкретний тип генерації, ваги можуть коригуватися. Наприклад, для біогазового проєкту вища вага надається ресурсному та управлінському блокам, оскільки стабільність субстрату й експлуатаційна дисципліна мають критичне значення. Для дахової сонячної електростанції вищу вагу можуть мати техніко-інфраструктурний та економічний блоки, оскільки результат залежить від приєднання, профілю самоспоживання і тарифних умов.

Результати.

Комплексна оцінка потенціалу аграрних підприємств має починатися з розмежування теоретичного, технічно досяжного, економічно доцільного та управлінсько реалізованого потенціалу. Теоретичний потенціал показує максимальний енергетичний ресурс, який існує в

природному або виробничому середовищі підприємства. Технічно досяжний потенціал враховує обмеження обладнання, площ, приєднання, логістики й технологічних процесів. Економічно доцільний потенціал відображає частину технічного потенціалу, яка забезпечує прийнятний фінансовий результат. Управлінсько реалізований потенціал є найвужчим, але найбільш прикладним поняттям, оскільки він враховує здатність підприємства організувати експлуатацію, облік, ремонт, договірні відносини та інтеграцію генерації у виробництво.

Для сонячної генерації ключовими є площі дахів, орієнтація та технічний стан покрівель, наявність вільних земельних ділянок, обмеження щодо використання сільськогосподарських земель, профіль денного споживання та можливість встановлення накопичувачів. Найбільший прикладний потенціал мають підприємства з елеваторами, складами, холодильниками, тваринницькими приміщеннями, переробними потужностями та стабільним денним навантаженням. У таких випадках сонячна електростанція може забезпечувати високу частку самоспоживання, що підвищує економічну ефективність проекту.

Для біогазової генерації визначальними є сталість і концентрація органічної сировини. Найбільш сприятливими є підприємства з тваринницькими комплексами, птахофабриками, цукровими заводами, спиртовим або харчовим виробництвом, де органічні відходи формуються регулярно і можуть бути технологічно зібрані. Біогазова установка має перевагу перед сонячною генерацією в аспекті керованості виробництвом електроенергії, оскільки може працювати за більш стабільним графіком. Водночас вона потребує складнішого управління, контролю якості субстрату, біологічного процесу, утилізації дигестату та постійного технічного обслуговування.

Для генерації на твердій біомасі важливими є доступні обсяги соломи, лушпиння, відходів деревообробки, енергетичних культур та можливість їх заготівлі без погіршення родючості ґрунтів. Не вся біомаса, що фізично утворюється на полі, може бути вилучена для енергетичних потреб. Частина рослинних решток має залишатися для підтримання органічної речовини ґрунту, захисту від ерозії та забезпечення агрономічної стійкості. Тому оцінка потенціалу біомаси повинна враховувати не тільки енергетичну цінність, а й агроекологічні обмеження [13].

Вітрова генерація для аграрних підприємств має більш локальний характер. Вона може бути доцільною у регіонах зі стабільним вітровим ресурсом, відкритими просторами та відповідними умовами приєднання. Її перевагою є можливе доповнення сонячної генерації у сезонному та добовому профілі, однак поріг технічного обґрунтування тут вищий: потрібні вимірювання вітру, аналіз турбулентності, висоти щогли, санітарних обмежень і впливу на землекористування.

Гібридні системи, що поєднують сонячну генерацію, біогаз, накопичувачі та кероване споживання, мають найбільший стратегічний потенціал [17]. Їхня перевага полягає не тільки у збільшенні річного виробітку, а й у зменшенні ризику нестабільності одного джерела. Наприклад, сонячна генерація ефективна у денні години, тоді як біогазова когенерація може покривати вечірні або нічні навантаження, а накопичувач – підтримувати критичне обладнання під час короткострокових відключень (табл. 2).

Запропонований інтегральний підхід дає змогу класифікувати аграрні підприємства за рівнем готовності до генерації електроенергії з ВДЕ. До першої групи належать підприємства з високим потенціалом: вони мають значний ресурс, стабільне власне споживання, доступну інфраструктуру, фінансову спроможність і управлінські компетенції. Для них доцільним є перехід до проєктування конкретного інвестиційного рішення.

До другої групи належать підприємства із середнім потенціалом: ресурс наявний, але існують обмеження у фінансуванні, приєднанні, самоспоживанні або управлінні. Для них першочерговими є енергоаудит, оптимізація графіка навантаження, уточнення технічних умов і пошук партнерських моделей. До третьої групи належать підприємства з низьким потенціалом, де ресурс або інфраструктура не дозволяють швидко реалізувати проєкт. Для них доцільними можуть бути кооперативні або кластерні моделі, коли генерація створюється не на рівні одного господарства, а на рівні групи підприємств або громади (табл. 3).

Таблиця 2. Порівняльна характеристика ВДЕ-рішень для аграрних підприємств*

Тип генерації	Найбільш придатні підприємства	Ключова перевага	Основне обмеження
Дахова сонячна електростанція	елеватори, ферми, склади, переробні об'єкти	швидке розгортання та висока частка самоспоживання	залежність від денного профілю споживання і стану покрівель
Наземна сонячна електростанція	підприємства з непродуктивними або технологічними ділянками	масштабованість потужності	конкуренція за землю та потреба у приєднанні
Біогазова когенерація	тваринницькі комплекси, птахофабрики, підприємства з органічними відходами	керована генерація і утилізація відходів	висока складність експлуатації та потреба у сталому субстраті
Електроенергія з твердої біомаси	підприємства з доступом до рослинних решток або енергокультур	використання місцевого палива	логістика, сезонність і агроекологічні обмеження
Мала вітрова генерація	господарства у зонах зі сталим вітровим ресурсом	доповнення сонячної генерації	потреба у тривалому вимірюванні та складніша дозвільна підготовка
Гібридна система з накопиченням	енергоємні підприємства з критичними навантаженнями	енергетична стійкість і гнучкість	вищі початкові інвестиції та складніше управління

*Джерело: сформовано автором на основі систематизації характеристик ВДЕ-технологій, ресурсного потенціалу біоенергетики України та підходів до інтеграції розподіленої генерації в електроенергетичні системи [1; 2; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 14; 15].

Таблиця 3. Інтерпретація інтегрального індексу потенціалу*

Значення I_REP	Рівень потенціалу	Управлінська інтерпретація
0,75-1,00	високий	підприємство готове до техніко-економічного обґрунтування та вибору фінансової моделі
0,50-0,74	середній	потрібне уточнення обмежень, енергоаудит і підготовка інфраструктури
0,25-0,49	низький	доцільні малі пілотні рішення або участь у спільних проектах
0,00-0,24	мінімальний	реалізація ВДЕ-проекту є передчасною без зміни ресурсної або інфраструктурної бази

*Джерело: розроблено автором як методичну шкалу інтерпретації інтегрального індексу потенціалу ВДЕ-генерації аграрного підприємства.

Важливим результатом оцінювання є не лише підсумковий бал, а й профіль сильних і слабких сторін підприємства. Наприклад, високий ресурсний бал за біомасою за низького управлінського балу свідчить про потребу в партнерстві з оператором біоенергетичного проекту. Високий економічний бал за сонячною генерацією за низького технічного балу може означати, що вузьким місцем є стан мереж або покрівель. Низький інституційний бал вказує на потребу врегулювання прав користування землею, будівлями чи відходами.

Особливу увагу доцільно приділити показнику самоспоживання. Для аграрного підприємства економічний ефект ВДЕ часто формується не через максимальний продаж електроенергії, а через заміщення купованої електроенергії у власних процесах. Чим вища частка виробленої електроенергії, яка використовується на місці, тим менше підприємство залежить від цінних коливань і технічних обмежень відпуску в мережу. Тому енергоаудит має включати аналіз погодинного споживання, сезонних піків, критичних навантажень і можливостей перенесення частини операцій на години високої генерації.

Оцінка потенціалу повинна також враховувати ризики. Для сонячних проектів ризиками є пошкодження обладнання, недостатня міцність дахів, зміни правил компенсації надлишків, обмеження мережі та помилки у прогнозі самоспоживання. Для біогазу – нестабільність сировини,

технологічні збої, недооцінка витрат на обслуговування, екологічні вимоги та складність управління дигестатом. Для біомаси – конкуренція за сировину, сезонність заготівлі, транспортні витрати й ризик виснаження ґрунтів за надмірного вилучення решток. Для вітрової генерації – неточність оцінки вітрового ресурсу, дозвільні обмеження та складність сервісу.

Практична цінність запропонованого підходу полягає у можливості використовувати його як попередній інструмент стратегічного відбору ВДЕ-рішень. На першому етапі підприємство проводить скринінг ресурсів і споживання. На другому – визначає пріоритетний тип генерації. На третьому – виконує техніко-економічне обґрунтування для обраного варіанта. На четвертому – формує фінансову, договірну та експлуатаційну модель. Така послідовність знижує ризик інвестування в технологічно привабливий, але економічно або управлінсько слабкий проєкт.

Для українських аграрних підприємств найперспективнішими у короткостроковому періоді є дахові сонячні електростанції для самоспоживання, поєднані, за потреби, з накопичувачами для критичних навантажень. У середньостроковій перспективі більший потенціал мають біогазові та гібридні проєкти, особливо в підприємствах із розвиненим тваринництвом, переробкою та стабільними потоками органічних відходів. У довгостроковій перспективі розвиток може відбуватися через агроенергетичні кластери, де кілька підприємств спільно формують ресурсну базу, інфраструктуру, сервісну компетенцію та доступ до фінансування [18].

Висновки і перспективи.

Потенціал аграрних підприємств для генерації електроенергії з відновлюваних джерел енергії є складною економічною категорією, що поєднує природно-ресурсні, виробничі, інфраструктурні, фінансові, інституційні та управлінські характеристики. Його не можна зводити лише до площі земель, кількості сонячної радіації чи обсягу біомаси. Реальна спроможність підприємства створити ефективний ВДЕ-об'єкт визначається тим, наскільки ресурс може бути інтегрований у виробничий цикл, енергетичну інфраструктуру та систему управління підприємством.

Запропонована інтегральна модель оцінювання охоплює п'ять блоків: ресурсний, техніко-інфраструктурний, економічний, інституційний та управлінсько-резильєнтний. Такий підхід дає змогу не тільки визначити загальний рівень потенціалу, а й виявити вузькі місця реалізації проєкту. Для одних підприємств ключовим обмеженням може бути приєднання до мережі, для інших – нестача сталого субстрату, невідповідність профілю споживання або відсутність компетенцій з експлуатації енергетичного активу.

Найбільш доступним напрямом для широкого кола аграрних підприємств є сонячна генерація для самоспоживання, особливо на дахах виробничих і складських будівель. Біогазова генерація має вищу складність, але створює додаткові ефекти через утилізацію органічних відходів, керованість виробництвом електроенергії та можливість інтеграції з тепловими потребами. Генерація на твердій біомасі та мала вітрова енергетика можуть бути доцільними за наявності відповідних локальних умов. Найбільший стратегічний ефект можуть забезпечувати гібридні системи, що поєднують різні джерела, накопичення та кероване споживання.

Практичне застосування запропонованої методики може стати основою для енергоаудиту аграрних підприємств, підготовки інвестиційних рішень, формування агроенергетичних кластерів і розроблення програм підтримки розподіленої генерації в сільських територіях. Перспективи подальших досліджень полягають в емпіричній перевірці методики на підприємствах різних виробничих типів, побудові регіональних карт потенціалу ВДЕ-генерації та розробленні фінансових моделей для сонячних, біогазових і гібридних проєктів в аграрному секторі України.

Список використаних джерел

1. IRENA. Renewable Capacity Statistics 2025. Abu Dhabi : International Renewable Energy Agency, 2025. URL: <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-capacity-statistics-2025>. (дата звернення: 10.01.2026).
2. IEA. Renewables 2024: Analysis and forecast to 2030. Paris : International Energy Agency, 2024. URL:

<https://www.iea.org/reports/renewables-2024>. (дата звернення: 10.01.2026).

3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Потенціал відновлюваної енергетики України. URL: <https://old.sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/potential>. (дата звернення: 10.01.2026).

4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Біоенергетика. URL: <https://sae.gov.ua/diialnist/vidnovliuvalna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka>. (дата звернення: 10.01.2026).

5. Bioenergy Association of Ukraine. Bioenergy transition in Ukraine. URL: <https://uabio.org/en/bioenergy-transition-in-ukraine/> (дата звернення: 10.01.2026).

6. Vaskina I., Pochwatka P., Vaskin R., Adamski M., Nowak M., Dach J. Ukraine's biogas potential: a comprehensive assessment of energy yields and feedstock availability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2025. Vol. 81. Article 104412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2025.104412>

7. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. Діяльність активного споживача на роздрібному ринку електричної енергії. 2024. URL: <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/diialnist-aktivnogo-spozhivacha-na-rozdribnomu-rinku-elektrichnoyi-energiyi-1/diialnist-aktivnogo-spozhivacha-na-rozdribnomu-rinku-elektrichnoyi-energiyi>. (дата звернення: 10.01.2026).

8. Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та зеленої трансформації енергетичної системи України: Закон України від 30.06.2023 № 3220-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3220-20>. (дата звернення: 10.01.2026).

9. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 №555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>. (дата звернення: 10.01.2026).

10. Lopes J. A. P., Hatziairgiou N., Mutale J., Djapic P., Jenkins N. Integrating distributed generation into electric power systems: A review of drivers, challenges and opportunities. *Electric Power Systems Research*. 2007. Vol. 77 (9). P. 1189-1203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2006.08.016>

11. Parag Y., Sovacool B. K. Electricity market design for the prosumer era. *Nature Energy*. 2016. Vol. 1. Article 16032. DOI: <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.32>.

12. Scarlet N., Dallemand J.-F., Monforti-Ferrario F., Nita V. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*. 2015. Vol. 15. P. 3-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>.

13. El Bilali H., Bassole I. H. N., Dambo L., Berjan S. Climate change and food security. *Agriculture and Forestry*. 2020. Vol. 66 (3). P. 197-210. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.66.3.16>.

14. Dinesh H., Pearce J. M. The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 54. P. 299-308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>.

15. Barron-Gafford G. A. et al. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food-energy-water nexus in drylands. *Nature Sustainability*. 2019. Vol. 2. P. 848-855. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>.

16. Sousa T., Soares T., Pinson P., Moret F., Baroche T., Sorin E. Peer-to-peer and community-based markets: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 104. P. 367-378. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.036>.

17. Денисюк С. П., Лисий В. В. Аналіз процесів енергообміну при балансуванні режимів систем енергозабезпечення з розосередженою генерацією. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2023. № 3 (73). С. 7-22. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2023.289648>.

18. Бобров Є. Економічні виклики розвитку розподіленої генерації в Україні в умовах енергетичної трансформації у 2025 році. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. № 2 (78). С. 23-34. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-78-23-34>.

Статтю отримано: 12.01.2026 / Рецензування 28.02.2026 / Прийнято до друку: 30.04.2026

Nazar Shmanko
Postgraduate Student
West Ukrainian National University
Ternopil, Ukraine
E-mail: kaf_mbt@wunu.edu.ua
ORCID: 0009-0009-4456-8224

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF AGRICULTURAL ENTERPRISES FOR ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES

Abstract

Introduction. Agricultural enterprises are increasingly considered not only as energy consumers but also as potential producers of electricity based on solar, bioenergy, wind and hybrid renewable generation. The relevance of the study is determined by the need to strengthen the energy resilience of agricultural production, reduce dependence on centralized electricity supply and use resources generated within the production cycle of enterprises.

Methods. The methodological basis of the article includes a systems approach, comparative analysis, structural and functional generalization and the method of integral assessment. A multi-component assessment model is proposed, combining resource, technical and infrastructural, economic, institutional, managerial and resilience-related blocks.

Results. The article substantiates the transition from the assessment of separate natural resources to the comprehensive assessment of an agricultural enterprise's ability to implement a renewable electricity generation project. Indicators for assessing the potential of solar, biogas, biomass, wind and hybrid generation are systematized. Typical profiles of agricultural enterprises according to their readiness for renewable energy projects are identified.

Discussion. Further research should focus on empirical testing of the proposed methodology using a sample of agricultural enterprises from different natural and climatic zones of Ukraine.

Keywords: agricultural enterprises, renewable energy sources, electricity, potential, distributed generation, bioenergy, solar energy, energy resilience.

References

1. IRENA. (2025). Renewable Capacity Statistics 2025. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. Retrieved from <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-capacity-statistics-2025>.
2. IEA. (2024). Renewables 2024: Analysis and forecast to 2030. Paris: International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>.
3. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy. Potentsial vidnovliuvanoi enerhetyky Ukrainy. Retrieved from <https://old.sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/potentsial>.
4. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy. Bioenerhetyka. Retrieved from <https://sae.gov.ua/diialnist/vidnovliuvalna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka>.
5. Bioenergy Association of Ukraine. Bioenergy transition in Ukraine. Retrieved from <https://uabio.org/en/bioenergy-transition-in-ukraine/>.
6. Vaskina, I., Pochwatka, P., Vaskin, R., Adamski, M., Nowak, M., & Dach, J. (2025). Ukraine's biogas potential: a comprehensive assessment of energy yields and feedstock availability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 81, 104412. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2025.104412>.
7. Natsionalna komisiia, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh. (2024). Diialnist aktyvnoho spozhyvacha na rozdrbnomu rynku elektrychnoi enerhii. Retrieved from <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/diyalnist-aktivnogo-spozhyvacha-na-rozdrbnomu-rinku-elektrichnoyi-energiyi-1/diyalnist-aktivnogo-spozhyvacha-na-rozdrbnomu-rinku-elektrichnoyi-energiyi>.
8. Zakon Ukrainy Law of Ukraine Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo vidnovlennia ta zelenoi transformatsii enerhetychnoi systemy Ukrainy: vid 30.06.2023 roku №3220-IX. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/go/3220-20>.
9. Zakon Ukrainy Pro alternatyvni dzhherela enerhii: vid 20.02.2003 roku №555-IV. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
10. Lopes, J.A.P., Hatziargyriou, N., Mutale, J., Djapic, P., & Jenkins, N. (2007). Integrating distributed generation into electric power systems: A review of drivers, challenges and opportunities. *Electric Power Systems Research*, 77 (9), 1189-1203. <https://doi.org/10.1016/j.epr.2006.08.016>.
11. Parag, Y., & Sovacool, B. K. (2016). Electricity market design for the prosumer era. *Nature Energy*, 1, 16032. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.32>.
12. Scarlet, N., Dallemand, J.-F., Monforti-Ferrario, F., & Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, 15, 3-34. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>.
13. El Bilali, H., Bassole, I. H. N., Dambo, L., & Berjan, S. (2020). Climate change and food security. *Agriculture and Forestry*, 66 (3), 197-210. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.66.3.16>.
14. Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable*

Energy Reviews, 54, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>.

15. Barron-Gafford, G. A. et al. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food-energy-water nexus in drylands. *Nature Sustainability*, 2, 848-855. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>.

16. Sousa, T., Soares, T., Pinson, P., Moret, F., Baroche, T., & Sorin, E. (2019). Peer-to-peer and community-based markets: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 367-378. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.036>.

17. Denysiuk, S.P., & Lysyi, V.V. (2023). Analiz protsesiv enerhoobminu pry balansuvanni rezhymiv system enerhozabezpechennia z rozoseredzhenoiu heneratsiieiu [Analysis of energy exchange processes in balancing modes of energy supply systems with distributed generation]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia* [Energy: Economics, Technologies, Ecology], 3 (73), 7-22. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2023.289648>. [in Ukr.].

18. Bobrov, Ye. (2025). Ekonomichni vyklyky rozvytku rozpodilenoї heneratsii v Ukraini v umovakh enerhetychnoi transformatsii u 2025 rotsi [Economic challenges of distributed generation development in Ukraine under energy transformation conditions in 2025]. *Vcheni zapysky Universytetu «KROK»* [Scientific Notes of KROK University], 2 (78), 23-34. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-78-23-34>. [in Ukr.].

Received: 01.12.2026 / Review 02.28.2026 / Accepted 04.30.2026

