

УДК: 332.135:620.92:631.147

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ БІОПАЛИВ У РОЗВИТОК СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ТА СТВОРЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ДЛЯ АГРОВИРОБНИКІВ

БІЛОКІННА Ілона

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0001-5816-1067>e-mail: i.bilokinna@gmail.com

У статті досліджено теоретико-прикладні аспекти трансформації аграрного сектору України у межах Європейського зеленого курсу через інтеграцію біопаливних технологій у систему розвитку сільських територій. Актуальність роботи зумовлена необхідністю подолання енергетичної дефіцитності територіальних громад, яка загострилася внаслідок воєнних дій, та виконанням вимог Європейського зеленого курсу щодо декарбонізації економіки. Визначено модель «біорефінерії з нульовими відходами» як стратегічного драйвера підвищення конкурентоспроможності агровиробників. Особливу увагу приділено соціально-демографічному ефекту від впровадження біоенергетичних проєктів, що виражається у створенні постійних робочих місць та сталого розвитку сільських територій. Сформульовано рекомендації щодо інституційного забезпечення біоенергетичного переходу, зокрема через розвиток енергетичних кооперативів та впровадження цифрового вуглецевого моніторингу (IoT).

Ключові слова: сільські території, біопалива, біометан, дигестат, енергонезалежність, біорефінерія, циркулярна економіка, децентралізація енергосистеми, АПК України.

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-53>

Стаття надійшла до редакції / Received 25.10.2025

Прийнята до друку / Accepted 19.11.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується глобальною трансформацією енергетичних систем у межах реалізації концепції низьковуглецевого розвитку. Для України ці процеси ускладнюються безпрецедентними викликами, спричиненими руйнуванням об'єктів критичної інфраструктури та дестабілізацією енергобалансу держави. Сільські території, які традиційно розглядалися як суто аграрні зони, опинилися в епіцентрі енергетичної кризи, що виявило вразливість лінійної моделі енергозабезпечення та її залежність від централізованих мереж.

Проблема полягає у наявності глибокої суперечності між колосальним природно-ресурсним потенціалом біомаси, яким володіє вітчизняний аграрний сектор, та реальним рівнем його використання для забезпечення енергетичної автономності громад. Існуюча структура відновлюваної енергетики, де домінує сонячна генерація (понад 87% об'єктів), не здатна повноцінно гарантувати стабільність енергопостачання в базовому режимі, що актуалізує пошук механізмів інтенсифікації біоенергетичного сектору.

Дослідження безпосередньо корелює з пріоритетними завданнями державної політики, визначеними в «Енергетичній стратегії України до 2050 року» та засадах «Європейського зеленого курсу» (EU Green Deal).

Таким чином, розробка науково-практичних рекомендацій щодо біоенергетичної трансформації сільських територій є не лише вимогою часу для збереження конкурентоспроможності агробізнесу, а й фундаментальною засадою забезпечення національної безпеки та сталого поствоєнного відновлення України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Фундаментальні засади трансформації аграрного сектору та розвитку біоенергетичного потенціалу України закладені у працях провідних вітчизняних вчених. Сучасний дискурс навколо біоенергетичної незалежності АПК та сталого розвитку сільських територій значною мірою базується на дослідженнях представників Вінницької наукової школи та провідних академічних установ країни.

Вагомий внесок у розробку стратегічних напрямів розвитку біоенергетики зробив Г. Калетнік. У своїх працях автор доводить, що виробництво біопалив є ключовим фактором забезпечення енергетичної та продовольчої безпеки держави. Дослідник акцентує увагу на необхідності формування замкнутих циклів відтворення енергоресурсів в АПК, де аграрний сектор виступає не лише споживачем, а й потужним продуцентом енергії.

Комплексний аналіз еколого-економічних аспектів розвитку біоенергетики представлений у працях І. Гончарук. Дослідниця фокусує увагу на концепції сталого розвитку сільських територій, обґрунтовуючи, що інтеграція біопаливних технологій сприяє підвищенню соціальної відповідальності агробізнесу та покращенню екологічного стану довкілля. Особливе місце в її роботах займає вивчення потенціалу біометану та його ролі в енергетичному переході України.

Питання економічної ефективності та інвестиційної привабливості біоенергетичних проєктів детально досліджено Я. Гонтаруком. Автор аналізує механізми стимулювання біоенергетичного ринку та розробляє моделі оцінки конкурентоспроможності агропідприємств, що впроваджують інноваційні енергетичні рішення.

Особливого значення у контексті «зеленої» трансформації набувають праці Д. Токарчук, яка спеціалізується на питаннях циркулярної економіки та управління відходами в АПК. Дослідницею науково обґрунтовано доцільність використання дигестату як цінного органічного добрива, що дозволяє замикати виробничі цикли та мінімізувати антропогенне навантаження на ґрунти.

Розвиток соціальної інфраструктури сільських територій та інституційні аспекти їхнього відродження через призму біоенергетики висвітлено у працях Н. Зеленчук. Автор підкреслює роль громад у процесах енергетичної децентралізації та розглядає біопаливний сектор як джерело нових робочих місць і стабілізації демографічної ситуації в регіонах.

Також варто відзначити внесок таких вчених, як В. Геєць (питання стратегічного планування економіки), О. Шпичак (ціноутворення на аграрних ринках) та Н. Хомюк (просторова організація сільських територій).

Попри значну кількість напрацювань, питання трансформації енергетичного потенціалу в конкретні конкурентні переваги для дрібних агровиробників через модель «біорефінерії з нульовими відходами» в умовах поствоєнного відновлення потребує подальшого поглибленого вивчення

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування науково-практичних рекомендацій щодо інтеграції біопаливних технологій у господарську діяльність агропідприємств та створення конкурентних переваг для сільських територій України через розбудову локальних енергетичних систем.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В умовах сучасної парадигми сталого розвитку, забезпечення економічної стійкості сільських територій потребує пошуку нових внутрішніх драйверів зростання. Одним із найбільш перспективних механізмів у цьому контексті є формування енергонезалежності громад через інтенсифікацію виробництва біопалив, що базується на впровадженні моделей циркулярної економіки.

Поняття «сільські території» в українському законодавстві не є статичним. Його трактування дещо відрізняється залежно від сфери застосування: чи то державна підтримка фермерів, чи то питання адміністративно-територіального устрою. Згідно із Законом України «Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні», сільські території – це території, що знаходяться за межами міст, які є цілісною екосистемою з власним природним, ландшафтним, рекреаційним та виробничим потенціалом і в межах яких провадиться господарська діяльність, спрямована на виробництво сільськогосподарської продукції та надання послуг..

Згідно Закону України «Про сільськогосподарську дорадчу діяльність» від 17.06.2004 р. № 1807-IV, сільська місцевість – території, що знаходяться за межами міст і є переважно зонами сільськогосподарського виробництва та сільської забудови [6].

На думку Н. Хомюк, сільська територія – це просторова соціально-економічна система, яка сформована на території поза межами міста, характеризується взаємодією і взаємозалежністю таких її складових підсистем, як природничі, соціально-трудова, фінансовоінвестиційні, матеріально-технічні, екологічні тощо, й яка розвивається під впливом різноманітних внутрішніх і зовнішніх чинників [5].

За даними НКРЕКП станом на 17.07.2025 зафіксовано 2427 виробників електроенергії. Сонячні станції складають абсолютну більшість об'єктів – 2099 (87%), гідроелектроустановки посідають друге місце з показником 196, що значно менше за сонячну генерацію, але демонструє сталу присутність у структурі., вітрові станції – 51 (2%). До категорії «Інше» увійшли біогазові установки, газоелектрогенераторні установки, комплекси переробки біомаси: разом вони налічують 81 станцію (3%) [4]. Для забезпечення стабільності енергосистеми в майбутньому

доцільно стимулювати диверсифікацію джерел, зокрема розвиток вітрових та біоенергетичних установок, щоб зменшити залежність від погодних умов, критичних для сонячних панелей.

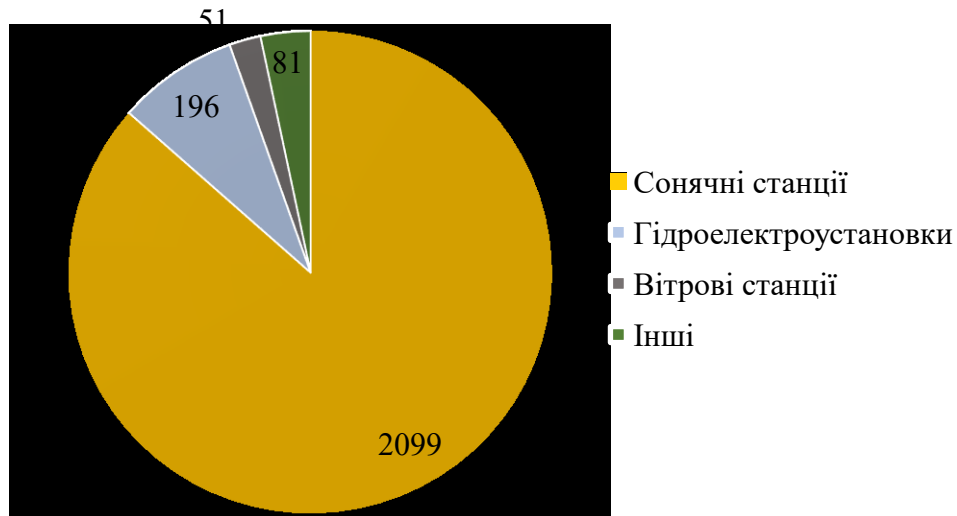


Рис 1. Кількість виробників електроенергії з альтернативних джерел за видами генерації в Україні, 2025 р.
Джерело: сформовано автором на основі [4]

Погоджуємось із думкою, що через низький рівень місцевого розвитку сільських територій, малі розміри земельних ділянок особистих селянських господарств, відсутність фінансових активів, техніки, високі ціни на засоби виробництва (насіння, худобу тощо), низьку якість інфраструктури та відсутність доступу до ринків збуту невеликі господарства неспроможні отримувати додану вартість та забезпечувати позитивний цикл накопичення інвестицій [7].

Сектор відновлювальної енергетики в Україні стикається з низкою викликів, серед яких:

- необхідність захисту енергетичних об'єктів від ворожих атак;
- відновлення зруйнованих потужностей;
- залучення інвестицій;
- забезпечення енергетичної безпеки [4].

Важливим індикатором енергетичної безпеки та автономності держави є здатність енергосистеми задовольняти внутрішній попит за рахунок власних ресурсів. У Таблиці 1 наведено динаміку коефіцієнта покриття споживання електричної енергії власним виробництвом протягом 2020-2024 років. Цей показник дозволяє оцінити рівень самодостатності національної енергогенерації та її залежність від зовнішніх поставок електроенергії, що є особливо критичним в умовах нестабільності та воєнного стану.

Таблиця 1

Коефіцієнт покриття споживання електричної енергії власним виробництвом в Україні за 2020-2024 рр.

Показник	2020	2021	2022	2023	2024	Відношення 2024/2021
Коефіцієнт покриття споживання електричної енергії власним виробництвом ¹	-	1,01	1,02	1,00	0,96	-0,05

¹ - Дані розробляються з 2021 року.

Джерело: сформовано і розраховано автором на основі [1]

Протягом 2021 та 2022 років показник перевищував одиницю (1,01 та 1,02 відповідно). Це свідчить про те, що обсяги внутрішньої генерації повністю покривали потреби національної економіки та населення, а також дозволяли формувати певний профіцит енергії, потенційно доступний для експорту. Навіть у перший рік повномасштабного вторгнення (2022 р.) енергосистемі вдалося зберегти позитивний баланс. У 2023 році спостерігається досягнення точки рівноваги (1,00). Це вказує на відсутність надлишкової генерації та роботу енергосистеми на межі самозабезпечення. Таке зниження (порівняно з 2022 роком) може бути наслідком накопичувального

ефекту від пошкоджень енергетичної інфраструктури, втрати контролю над окремими генеруючими потужностями (зокрема ЗАЕС). У 2024 році показник вперше за аналізований період опустився нижче критичної позначки – до 0,9%. Це сигналізує про перехід від енергетичної самодостатності до дефіциту власного виробництва, який становить 4%. Відповідно, держава змушена покривати цей розрив за рахунок імпорту електроенергії або залучення аварійної допомоги від суміжних енергосистем країн ЄС. Отже, необхідність у децентралізації енергосистеми та підвищення енергонезалежності громад щорічно зростає в сучасних умовах, в яких знаходиться Україна.

Відповідно до даних Державної служби статистики України, частка територіальних громад, охоплених системами розподілу microgrid на базі «розумних мереж», у загальній кількості територіальних громад становить 0,1% у 2024 р. [1]. Показник на рівні 0,1% свідчить про те, що впровадження систем microgrid та технологій smart grid в Україні перебуває на ембріональному етапі. Це вказує на критичний розрив між сучасними світовими енергетичними трендами та фактичним станом інфраструктури в територіальних громадах. Дана цифра відображає лише поодинокі пілотні проєкти, які ще не набули системного характеру.

В основу дослідження покладено ідею створення територіально-виробничих кластерів із замкненим циклом переробки біомаси. Такий підхід дозволяє перетворити побічні продукти рослинництва та тваринництва з категорії «відходів» у категорію «високоліквідного енергетичного ресурсу». Механізм економічного стимулювання в такій системі реалізується через декілька взаємопов'язаних каналів:

1. Локалізація доданої вартості: традиційна аграрна модель передбачає вивезення сировини за межі території. Натомість формування замкнених циклів переробки біомаси (наприклад, виробництво біогазу, паливних пелет або біоетанолу безпосередньо в межах громади) дозволяє утримувати додану вартість всередині сільської території. Це стає підґрунтям для наповнення місцевих бюджетів та фінансування соціальних проєктів;

2. Оптимізація операційних витрат агросектору: інтенсифікація виробництва біопалив дозволяє аграрним підприємствам замінити дорогі імпортовані енергоносії (природний газ, дизельне паливо) власними ресурсами. Це знижує собівартість основної сільськогосподарської продукції, підвищуючи її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках;

3. Механізм екологічної ренти та родючості: використання замкнутого циклу передбачає повернення органічних залишків переробки (зокрема дигестату біогазових установок) у ґрунт. Це розглядається як механізм часткового заміщення мінеральних добрив, що не лише мінімізує витрати, а й капіталізує основний ресурс сільських територій – земельний фонд.

Інтеграцію біопалив у розвиток сільських територій, як вже зазначалось, доцільно розглядати крізь призму децентралізації та посилення економічної спроможності громад. Одним із ключових векторів має стати перехід від точкового використання ресурсів до формування локальних енергетичних кластерів. Йдеться про створення умов, за яких додана вартість залишається всередині громади. На практиці це реалізується через енергетичні кооперативи, тобто об'єднання фермерських господарств, домогосподарств, місцевої влади для спільного збору біомаси і виробництва палива та енергії. Важливо забезпечити замкнутий цикл виробництва: відходи тваринництва чи рослинництва трансформуються в енергію, а побічні продукти, як-от дигестат, повертаються у ґрунт як високоякісне добриво, знижуючи собівартість агропродукції.

Окрему увагу слід приділити оптимізації сировинної бази. Щоб уникнути конкуренції з продовольчим сектором, громадам варто інвентаризувати та задіяти маргінальні землі для вирощування енергетичних культур (міскантус, верба). Паралельно необхідно налагодити логістичні ланцюги збору поживних решток, які досі часто спалюються на полях, перетворивши їх на ресурс для твердопаливних котелень.

На рівні інфраструктури пріоритетом є технічне переозброєння комунального сектору. Заміщення газових котлів на об'єктах соціальної інфраструктури (школи, лікарні) на обладнання, що працює на місцевому біопаливі, дозволить суттєво зменшити навантаження на місцеві бюджети та підвищити енергонезалежність громад. Для агробізнесу перспективним напрямом є впровадження когенераційних установок, що забезпечують автономність виробничих процесів.

Економічне стимулювання таких процесів можливе через механізм «зелених» публічних закупівель, де перевага надається локальним постачальникам енергоносіїв, а також через активне залучення грантових коштів міжнародних донорів для капітальних інвестицій у переробне обладнання. Такий комплексний підхід забезпечить не лише енергетичну безпеку, а й соціально-економічну стабільність сільських територій завдяки створенню нових робочих місць у суміжних сферах заготівлі та логістики.

Таблиця 2

Очікуваний ефект інтеграції біопалив у розвиток сільських територій

№	Сфера	Результат інтеграції
1	Економічна	Створення нових робочих місць (заготівля, логістика, обслуговування обладнання), додатковий дохід фермерів. сприяє виконанню євроінтеграційних цілей щодо відновлюваної енергії та забезпечує сталий розвиток через використання місцевих ресурсів
2	Енергетична	Зменшення залежності від імпортованого газу та централізованих мереж (енергетична незалежність)
3	Екологічна	Зменшення викидів парникових газів, покращення родючості ґрунтів (завдяки використанню дигестату як добрива)
4	Соціальна	Здешевлення комунальних послуг, покращення інфраструктури села

Джерело: сформовано автором

Узагальнення результатів дослідження очікуваного ефекту від інтеграції біопалив у систему функціонування сільських територій дозволяє констатувати, що цей процес є стратегічним вектором забезпечення їхньої життєздатності. Встановлено, що впровадження біоенергетичних технологій формує багатоаспектний синергетичний ефект, який охоплює ключові сфери сільського розвитку. Зокрема, у розрізі економічного зміцнення територій доведено, що диверсифікація діяльності аграрних підприємств шляхом переходу на власну енергогенерацію не лише створює нові робочі місця в суміжних секторах (логістика, сервісне обслуговування), а й забезпечує формування додаткових джерел доходу для суб'єктів господарювання.

Особливої ваги набуває енергетичний аспект, оскільки перехід на біопалива місцевого виробництва виступає базовим інструментом децентралізації енергосистеми. Це мінімізує критичну залежність сільських громад від волатильності цін на імпортовані енергоносії та підвищує їхню автономність в умовах нестабільної роботи централізованих мереж. Разом з тим, екологічна складова інтеграції біопалив корелює із засадами «зеленого переходу», забезпечуючи зниження емісії парникових газів та реалізацію принципу замкнутого циклу через використання побічних продуктів виробництва (дигестату) як високоефективних органічних добрив.

Соціальна значущість досліджуваних процесів проявляється у можливості оптимізації витрат сільського населення на енергозабезпечення та покращенні локальної інфраструктури, що в комплексі створює умови для стримування деструктивних демографічних тенденцій. Таким чином, інтеграція біопалив має розглядатися не лише як технологічне оновлення енергетичної бази, а як фундаментальний драйвер сталого розвитку сільських територій, що дозволяє конвертувати природно-ресурсний потенціал у реальну економічну та соціальну самодостатність громад.

Відповідно до статистичного звіту Bioenergy Landscape 2024 року Європейської біоенергетичної асоціації, біоенергетика має значний вплив на економіку та зайнятість у ЄС. Вона забезпечила близько мільйона прямих та непрямих робочих місць в ЄС у 2019 р. Так, біоенергетика – найбільший роботодавець серед усіх ВДЕ. З огляду на енергетичний перехід, який триває, прогнозується, що ця цифра зросте і досягне понад 1,5 мільйона робочих місць до 2050 р. [2]. В Україні також повинна зберегтись дана тенденція, оскільки можна спостерігати розвиток вітчизняної біоенергетики за останні роки.

Часто недооціненим аспектом інтеграції біопалив є соціально-демографічна стабілізація сільських територій. Розвиток біоенергетики здатний вирішити проблему сезонного безробіття, яка є хронічною для аграрного сектору. Виробничий цикл біопалива (зокрема, пелелування, брикетування чи обслуговування біогазових установок) не прив'язаний виключно до польових робіт і триває протягом року. Це створює постійні робочі місця, що є фундаментальним фактором для стримування трудової міграції молоді з села до міст.

Окремого наукового осмислення потребує питання екологічного балансу та рециркуляції поживних речовин. Інтенсивне вилучення побічної продукції рослинництва (соломи, стебел кукурудзи) для енергетичних потреб несе ризики дегуміфікації ґрунтів. Тому модель інтеграції повинна обов'язково включати механізм повернення органіки в землю. У випадку спалювання біомаси – це використання золи як мінерального добрива, а при біогазових технологіях – внесення рідкого та твердого дигестату. Саме такий замкнутий цикл дозволяє позиціонувати біоенергетику не як конкурента продовольчій безпеці, а як елемент відновлювального землеробства.

Не менш критичним фактором є логістичне обмеження, або так зване «правило ефективного радіусу». Транспортування біомаси з низькою щільністю (тюкована солома тощо) на відстань понад 30–50 кілометрів робить виробництво енергії економічно нерентабельним через

витрати на пальне. Це об'єктивно підштовхує до децентралізації потужностей: замість будівництва одного гіганта переробки доцільніше розгортати мережу малих та середніх біоенергетичних об'єктів, рівномірно розподілених по території громад.

Успішна імплементація цих процесів неможлива без інституційної трансформації. Йдеться про подолання бар'єрів для підключення малої генерації до загальних енергомереж. Сільські території мають потенціал стати енергопрофіцитними, та не лише забезпечувати власні потреби, а й мати змогу балансувати об'єднану енергосистему в пікові години. Це вимагає перегляду підходів до тарифної політики та спрощення дозвільних процедур для локальних енерговиробників.

Відповідно до наказу Мінрозвитку від 28.02.2025 № 376, кількість окупованих територій за областями України зазначена у табл. 3.

Таблиця 3

Відсоток окупованих територій України в розрізі областей

Область	Статус окупованих територій
Донецька	Окупована значна частина області, включаючи Маріупольський, Волноваський, Кальміуський райони та частину Бахмутського й Покровського районів.
Луганська	Окуповано 99,6% території області. Майже всі громади перебувають у статусі ТОТ.
Херсонська	Окуповано більшість громад лівобережної частини області. Правобережна частина звільнена, але деякі громади залишаються в зоні активних бойових дій.
Запорізька	Окуповано близько 70% території, зокрема Мелітопольський та Бердянський райони. Статус ТОТ мають понад 45 громад.
Харківська	Окуповано близько 4,7% території (окремі прикордонні населені пункти на півночі та сході області).
Миколаївська	Тимчасово окупованою залишається територія Кінбурнського півострова (частина громад Очаківського району).
Сумська	Окуповано близько 1,0% території (переважно прикордонні села).
Дніпропетровська	Окуповано 0,6% території (населені пункти біля кордону з Донецькою та Запорізькою областями).

Джерело: сформовано автором на основі [26]

Традиційний підхід до капітального будівництва стаціонарних біоенергетичних об'єктів у поточному безпековому контексті України стикається з високим рівнем інвестиційних ризиків. Нами пропонується переорієнтація на модель мобільної генерації, яку можна умовно назвати «енергетичним десантом». Йдеться про розгортання модульних контейнерних установок (біогазових реакторів та пелетних ліній), що базуються на мобільних платформах. Унікальність такої моделі полягає в її здатності до швидкої релокації залежно від зміни лінії фронту або потреб деокупованих громад. Для аграрія це відкриває можливість переробляти біомасу безпосередньо в місцях її накопичення, що знімає критичне логістичне питання низької щільності сировини. Таким чином, біоенергетика трансформується із економічного проєкту в інструмент національної безпеки, здатний автономно забезпечити тепловою енергією лікарні та соціальні хаби у найкоротші терміни.

Одним із успішних прикладів інтеграції біопалив у територіальні громади Європи є альпійська провінція Кунео (Італія) муніципалітет Вернанте поставив місцеві ресурси в основу свого енергетичного переходу. У партнерстві з Edison Next та кооперативом Alriforest, Вернанте побудував мережу централізованого тепlopостачання, що працює на деревній трісці. Тріска виробляється безпосередньо з власних лісів міста. Стару муніципальну будівлю було переобладнано для розміщення серця системи: чотирьох котлів на біомасі Herz Firematic 499, кожен з яких незалежно живиться автоматизованими конвеєрами та оснащений вдосконаленою системою контролю горіння. Ця сучасна технологія забезпечує високу ефективність та дуже низький рівень викидів, доводячи, що біоенергія може поєднувати сталий розвиток з передовими технологіями. Зараз мережа постачає тепло всім муніципальним будівлям, включаючи школи та ратушу, а також зростаючу кількість домогосподарств, багатоквартирних будинків, будинків для людей похилого віку, готелів та ресторанів [3].

На берегах річки Вісла у північній Польщі розташоване Грудзьондз, історичне місто з майже 95 000 мешканців, відоме своїми середньовічними зерноховищами та глибокою промисловою спадщиною. Сьогодні воно також стає відомим чимось більш сучасним: перетворенням сільськогосподарських відходів на чисте тепло. На теплоелектростанції в Ланкові місто завершує

одну з перших у Польщі масштабних модернізацій централізованого теплопостачання на соломі, перетворюючи вугільну систему на центр відновлюваної енергії. Новий котел на біомасі потужністю 12,5 МВт, розроблений та поставлений компанією DP CleanTech Poland і побудований у партнерстві з SBB Energy SA, незабаром постачатиме відновлювану пару та тепло тисячам будинків та громадських будівель по всьому місту. Такі успішні проекти повинні стати прикладом для українських громад у розвитку виробництва та використання біопалива.

На відміну від традиційних систем, ця працює на пухкій соломі – сільськогосподарських відходах, зібраних з ферм навколо Грудзєндз та ширшого Куявсько-Поморського регіону. Замість того, щоб залишати солому розкладатися на полях або спалювати просто неба, вона тепер стає частиною енергетичного майбутнього міста.

Сучасна трансформація аграрного сектору України, що відбувається в умовах воєнних викликів та енергетичної дефіцитності, підтверджує стратегічну значущість переходу до моделі «біорефінерії з нульовими відходами». Енергетична безпека аграрних підприємств стала критичним фактором виживання. За даними Біоенергетичної асоціації України, станом на початок 2024 року в країні функціонувало понад 80 біогазових установок загальною встановленою потужністю близько 124 МВт. Динаміка введення в експлуатацію нових потужностей залишалася позитивною навіть у 2022–2023 роках: біоенергетичні об'єкти згенерували близько 992 млн кВт год електроенергії у 2022 році, що на 26% перевищило показники попереднього року. Це доводить, що власна генерація дозволяє підприємствам страхувати ризики дефіциту в загальній мережі [10].

У контексті різкого зростання цін на енергоносії, вартість мінеральних добрив в Україні протягом 2021–2023 років зростає у 2,5-3 рази. У цьому зв'язку використання дигестату перетворюється з екологічного обов'язку на потужний економічний важіль. Наукові розрахунки показують, що потенціал заміщення синтетичних азотних добрив дигестатом в Україні вже сьогодні становить 10–12%, а до 2030 року цей показник може сягнути 26%. При щорічному споживанні агросировини для біогазу обсягом близько 1,8 млн тонн, загальний вихід дигестату (за сухою речовиною) складає понад 78 тис. тонн, що еквівалентно економії сотень мільйонів гривень на закупівлі агрохімікатів [11].

Найбільш перспективним напрямом підвищення конкурентоспроможності агрохолдингів у 2024–2025 роках став перехід від спалювання біогазу до виробництва біометану. У 2023 році в Україні було запущено перші біометанові заводи (зокрема на Чернігівщині), а за підсумками 2025 року обсяги експорту українського біометану до країн ЄС (зокрема через Словаччину) перевищили 11,2 млн куб. м. Домінування в цьому сегменті великих гравців, таких як МХП (77% експорту) та Vitagro, демонструє, що інтеграція в європейську мережу ENTSO-G відкриває доступ до преміальних ринків із високою доданою вартістю [12]. Собівартість виробництва одного кубічного метра біометану є ключовим фактором при визначенні економічної доцільності та терміну окупності біометанових проектів. Це пов'язано з тим, що біометан конкурує з природним газом у сфері кінцевого використання, але має вищу собівартість виробництва [13]. Тому виробництво та використання біопалив може підвищити конкурентоспроможність малих і середніх підприємств АПК, але лише за підтримки держави та міжнародних партнерів. Необхідним є зменшення податкового навантаження для суб'єктів господарювання, що використовують біопалива в процесі виробництва та запровадити безвідсоткові кредити для закупівлі необхідного обладнання та будівництва біогазових установок. Також важливим є збільшення кількості грантів для будівництва потужностей для виробництва біогазу та біометану.

Впровадження цифрового моніторингу емісії парникових газів (GHG) стає обов'язковою умовою для експорту біопалив згідно з Директивою RED II. Станом на 2024 рік українські виробники інтегрують IoT-системи для верифікації скорочення викидів, що є критичним в умовах запровадження механізму транскордонного вуглецевого регулювання (CBAM). Це дозволяє не лише уникати додаткових мит, а й капіталізувати екологічну відповідальність через механізми вуглецевих кредитів [13].

У контексті інтеграції України до єдиного європейського ринку, конкурентоспроможність агропродукції дедалі більше залежатиме від її «вуглецевого профілю». Ми пропонуємо концептуальний підхід до маркування товарів знаком «Bio-branded Product», що корелює з європейськими вимогами щодо прозорості ланцюгів постачання. Використання енергії з біомаси та внесення дигестату замість мінеральних добрив дозволяє фермеру позиціонувати свій продукт (наприклад, зернові чи олійні культури) як такий, що має нульовий або від'ємний рівень емісії. Для європейського споживача це є критичним маркером якості, що дозволяє українським експортерам претендувати на цінову премію у розмірі до 10-12% порівняно з традиційними аналогами. Така

стратегія перетворює екологічні інвестиції агровиробника на реальний фінансовий актив, конвертуючи «зелений перехід» у прямий прибуток через капіталізацію екологічного бренду.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Підсумовуючи результати дослідження, можна стверджувати, що стратегія інтеграції біопаливних технологій у господарську діяльність агропідприємств виступає базовим фундаментом ревіталізації сільських територій в сучасних умовах. Проведений аналіз динаміки енергобалансу України, зокрема перехід від енергопрофіцитності до дефіцитного стану (із падінням коефіцієнта покриття споживання до 0,96 у 2024 році), актуалізує необхідність негайної децентралізації генеруючих потужностей. У цьому контексті перехід до моделі «біорефінерії з нульовими відходами» слід розглядати не просто як технологічне оновлення, а як інструмент радикального підвищення конкурентоспроможності вітчизняних агровиробників.

Визначено, що економічний ефект від впровадження замкнених циклів переробки біомаси має мультиплікативний характер. З одного боку, це дозволяє агробізнесу диверсифікувати джерела доходів через вихід на високомаржинальні ринки біометану, експорт якого за підсумками 2025 року вже продемонстрував стійку позитивну динаміку. З іншого боку, використання дигестату як повноцінної альтернативи дорогим імпортованим мінеральним добривам забезпечує суттєве зниження собівартості продукції та сприяє відновленню гумусного стану ґрунтів, що корелює із принципами відновлювального землеробства.

Отже, інтеграція біопалива не просто виробництво енергії, а цілісна стратегія для сільських територій, що сприяє диверсифікації економіки, модернізації АПК та зміцненню соціально-економічної стійкості сіл, особливо в контексті євроінтеграції України.

Перспективи подальшого розвитку галузі напряму залежать від подолання інституційних бар'єрів, зокрема у частині спрощення доступу локальних microgrid-систем до загальних енергетичних мереж. Крім того, впровадження інструментів цифрового моніторингу вуглецевого сліду стає критичною умовою для збереження експортного потенціалу українського агросектору в межах вимог Європейського зеленого курсу та механізмів СВМ. Таким чином, лише комплексне поєднання державної підтримки, інвестицій у малу генерацію та впровадження циклічних моделей виробництва дозволить трансформувати природно-ресурсний потенціал сільських територій у реальну економічну та енергетичну самодостатність територіальних громад.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Біопалива, біогаз та внесок біоенергетики в соціально-економічні показники Європи. SAF. 2025. URL: <https://saf.org.ua/news/2260/>
3. Vernante: Local Biomass at the Heart of the Energy Transition. *Bioenergy Europe*. URL: <https://bioenergyeurope.org/vernante-local-biomass-at-the-heart-of-the-energy-transition/>
4. Аналітичний звіт. Відновлювальна енергетика в Україні: виробництво, інвестиції та перспективи. BDO в Україні. 2025. URL: https://media-eur.gwt.bdo.global/cmslibrary/Ukraine/media/bdo/Insight%20promos/Insights/New%20from%20Agust%202023/Renewable-energy-in-Ukraine_ukr.pdf
5. Хомюк Н.Л. Особливості формування категорії «сільські території». *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Вип. 17. Ч. 2. С. 117-120. URL: <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/157730573.pdf>
6. Про сільськогосподарську дорадчу діяльність: . Закон України від 17.06.2004 р. № 1807-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1807-15/sp:dark#Text>
7. Дяченко М.І., Мовчанюк А.В. Розвиток сільських територій уманського району в умовах децентралізації. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2018. № 1. URL: <https://lib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/1aefab6e-3f38-4059-a6ff-4601d76f646a/content>
8. Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні: Закон України від 28.08.2025 р. № 4618-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4618-17>
9. Grudziądz: Turning Straw into Sustainable Heat. URL: <https://bioenergyeurope.org/grudziadz-turning-straw-into-sustainable-heat/>
10. Аналіз сектору біоенергетики в Україні. Біоенергетична асоціація України. 2024. URL:

<https://uabio.org/materials/16524/>

11. Поліщук В. М., Дерев'янюк Д. А., Шворов С. А., Дворник Є.О., Давиденко Т. С. Ефективність використання дигестату біогазових установок. *Journal of Rural Production Research*. 2020. Vol. 11, No. 4. P. 107-115. DOI: <http://doi.org/10.31548/machenergy2020.04>

12. Українські компанії експортували понад 11 млн куб. м біометану у 2025 році. ExPro. 2025. URL: <https://expro.com.ua/en/tidings/ukrainian-companies-exported-more-than-11-mcm-of-biomethane-in-2025>

13. Місцева українська біомаса – потенціал, збирання та процеси обробки. 2025. URL: https://mev.gov.ua/sites/default/files/2025-09/utc-2025_appendix-i_ua_1.pdf

14. Калетнік Г. М. Біопалива: продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 516 с.

15. Калетнік Г. М., Гончарук І. В. Економічне обґрунтування створення та функціонування біоенергетичних кластерів. *Економіка. АПК*. 2013. № 12. С. 16–23.

16. Гончарук І. В. Розвиток енергетичного потенціалу біомаси: стратегічний напрям забезпечення енергетичної незалежності АПК. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 1. С. 7-23.

17. Гончарук І. В., Токарчук Д. М. Перспективи використання дигестату біогазових установок як органічного добрива: еколого-економічний аспект. *Економіка. Фінанси. Менеджмент*. 2018. № 3. С. 28-41.

18. Гончарук Я. В. Економічна ефективність інноваційного розвитку біоенергетичного виробництва. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2019. Вип. 4 (21). С. 131-138.

19. Токарчук Д. М. Розвиток циркулярної економіки в аграрному секторі на основі біоенергетичної трансформації відходів. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2021. № 2. С. 58–74.

20. Токарчук Д.М., Білокінна І.Д. Біоенергетичний потенціал енергетичних культур для виробництва різних видів біопалив для подолання дефіциту енергетичних ресурсів в АПК. *Modeling the development of the economic systems*. 2024. № 4. С. 320-327. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-14-42>

21. Зеленчук Н. М. Соціально-економічні аспекти розвитку сільських територій в умовах децентралізації енергозабезпечення. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Вип. 18, ч. 1. С. 112-116.

22. Геєць В. М. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку. Київ : Ін-т економ. та прогноз., 2003. 1008 с.

23. Шпичак О. М. Роль сільського господарства в енергетичній і продовольчій безпеці України. *Економіка АПК*. 2009. № 10. С. 3–11.

24. Хомюк Н. Л. Формування стратегії диверсифікації розвитку сільських територій в умовах децентралізації : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 230 с.

25. Білокінна І.Д., Охота Ю.В., Чіков І.А. Міжнародний та вітчизняний досвід забезпечення енергонезалежності сільських територій. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Економічні науки*. 2024. Том 336. № 6. С. 552-558. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-336-82>

26. Про затвердження Переліку територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих російською федерацією : Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 28.02.2025 р. № 376 (із змінами від 16.12.2025 р.). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1653-22>

REFERENCES:

1. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. (2025). <https://www.ukrstat.gov.ua/>

2. Biopaliva, biohaz ta vnesok bioenerhetyky v sotsialno-ekonomichni pokaznyky Yevropy [Biofuels, biogas and bioenergy's contribution to Europe's socio-economic indicators]. (2025). SAF. <https://saf.org.ua/news/2260/>

3. Vernante: Local Biomass at the Heart of the Energy Transition. (n.d.). Bioenergy Europe. <https://bioenergyeurope.org/vernante-local-biomass-at-the-heart-of-the-energy-transition/>

4. Analitychnyi zvit. Vidnovlyvalna enerhetyka v Ukraini: vyrobnytstvo, investytzii ta perspektyvy [Analytical report. Renewable energy in Ukraine: production, investment and prospects]. (2025). BDO v Ukraini. https://media-eur.gwt.bdo.global/cmslibrary/Ukraine/media/bdo/Insight%20promos/Insights/New%20from%20August%202023/Renewable-energy-in-Ukraine_ukr.pdf

5. Khomyuk, N. L. (2018). Osoblyvosti formuvannia katehorii «silski terytorii» [Features of the formation of the category "rural territories"]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu* [Scientific Bulletin of Uzhhorod National University], 17(2), 117-120. <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/157730573.pdf>

6. Pro silskohospodarsku doradchu diialnist [On agricultural advisory activities]. Law of Ukraine No. 1807-IV (2004). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1807-15>

7. Diachenko, M. I., & Movchanyuk, A. V. (2018). Rozvytok silskykh terytorii umanskoho raionu v umovakh detsentralizatsii [Development of rural territories of Uman district in conditions of decentralization]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok* [Public Administration: Improvement and Development], 1.
8. Pro rozvytok ta derzhavnu pidtryмку maloho i serednoho pidpriumnytstva v Ukraini [On the development and state support of small and medium entrepreneurship in Ukraine]. Law of Ukraine No. 4618-VI (2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4618-17>
9. Grudziadz: Turning Straw into Sustainable Heat. (n.d.). Bioenergy Europe. <https://bioenergyeurope.org/grudziadz-turning-straw-into-sustainable-heat/>
10. Analiz sektoru bioenerhetyky v Ukraini [Analysis of the bioenergy sector in Ukraine]. (2024). Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy. <https://uabio.org/materials/16524/>
11. Polishchuk, V. M., Derevianko, D. A., Shvorov, S. A., Dvornyk, Y. O., & Davydenko, T. S. (2020). Efektyvnist vykorystannia dyhestatu biohazovykh ustanovok [Efficiency of biogas plants digestate use]. *Journal of Rural Production Research (Technical Science)*, 11(4), 107-115. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2020.04>
12. Ukrainski kompanii eksportuvaly ponad 11 mln kub. m biometanu u 2025 rotsi [Ukrainian companies exported more than 11 mcm of biomethane in 2025]. (2025). ExPro. <https://expro.com.ua/en/tidings/ukrainian-companies-exported-more-than-11-mcm-of-biomethane-in-2025>
13. Mistseva ukrainska biomasa – potentsial, zbyrannia ta protsesy obrobky [Local Ukrainian biomass – potential, collection and processing]. (2025). Ministerstvo enerhetyky Ukrainy. https://mev.gov.ua/sites/default/files/2025-09/utc-2025_appendix-i_ua_1.pdf
14. Kaletnik, G. M. (2010). *Biopaliva: prodovolcha, enerhetychna ta ekolohichna bezpeka Ukrainy* [Biofuels: food, energy and environmental security of Ukraine] (Monograph). Khai-Tek Pres.
15. Kaletnik, G. M., & Honcharuk, I. V. (2013). Ekonomichne obhruntuvannia stvorennia ta funktsionuvannia bioenerhetychnykh klasteriv [Economic justification of creation and functioning of bioenergy clusters]. *Ekonomika APK* [Economy of AIC], 12, 16-23.
16. Honcharuk, I. V. (2020). Rozvytok enerhetychnoho potentsialu biomasy: stratehichniy napriam zabezpechennia enerhetychnoi nezalezhnosti APK [Development of the energy potential of biomass: a strategic direction for ensuring the energy independence of the AIC]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky* [Economy, Finance, Management: Topical Issues of Science and Practice], 1, 7-23.
17. Honcharuk, I. V., & Tokarchuk, D. M. (2018). Perspektyvy vykorystannia dyhestatu biohazovykh ustanovok yak orhanichnoho dobryva: ekoloho-ekonomichnyi aspekt [Prospects for the use of biogas plants digestate as organic fertilizer: ecological and economic aspect]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment* [Economy. Finances. Management], 3, 28-41.
18. Hontaruk, Y. V. (2019). Ekonomichna efektyvnist innovatsiinoho rozvytku bioenerhetychnoho vyrobnytstva [Economic efficiency of innovative development of bioenergy production]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia* [Eastern Europe: Economy, Business and Management], 4(21), 131-138.
19. Tokarchuk, D. M. (2021). Rozvytok tsyrkuliarnoi ekonomiky v aharnomu sektori na osnovi bioenerhetychnoi transformatsii vidkhodiv [Development of circular economy in the agricultural sector based on bioenergy transformation of waste]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky* [Economy, Finance, Management: Topical Issues of Science and Practice], 2, 58-74.
20. Tokarchuk, D. M., & Bilokinna, I. D. (2024). Bioenerhetychnyi potentsial enerhetychnykh kultur dlia vyrobnytstva riznykh vydiv biopalive [Bioenergy potential of energy crops for the production of different types of biofuels]. *Modeling the development of the economic systems*, 4, 320-327. <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-14-42>
21. Zelenchuk, N. M. (2018). Sotsialno-ekonomichni aspekty rozvytku silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsii enerhozabezpechennia [Socio-economic aspects of rural territories development in the conditions of energy supply decentralization]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu* [Scientific Bulletin of Uzhhorod National University], 18(1), 112-116.
22. Heyets, V. M. (2003). *Ekonomika Ukrainy: stratehiia i polityka dovrostrokovoho rozvytku* [Economy of Ukraine: strategy and policy of long-term development]. Instytut ekonomiky ta prohnozuvannia.
23. Shpychak, O. M. (2009). Rol silskoho hospodarstva v enerhetychnii i prodovolchii bezpetsi Ukrainy [The role of agriculture in energy and food security of Ukraine]. *Ekonomika APK* [Economy of AIC], 10, 3-11.
24. Khomyuk, N. L. (2020). *Formuvannia stratehii dyversyfikatsii rozvytku silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsii* [Formation of rural development diversification strategy in the context of decentralization] (Monograph). Vezha-Druk.
25. Bilokinna, I. D., Okhota, Y. V., & Chikov, I. A. (2024). Mizhnarodnyi ta vitchyzniani dosvid zabezpechennia enerhonezalezhnosti silskykh terytorii [International and domestic experience in ensuring the energy independence of rural areas]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 336(6), 552-558. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-336-82>
26. Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine. (2025). *Pro zatverdzhennia Pereliku terytorii, na yakyykh vedutsia (velysia) boiovi dii abo tymchasovo okupovanykh rosiiskoiu federatsiieiu* [On approval of the List of territories where hostilities are being (were) conducted or temporarily occupied by the russian federation] (Order No. 376 of February 28, 2025, as amended on December 16, 2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1653-22>

RECOMMENDATIONS FOR INTEGRATING BIOFUELS INTO RURAL DEVELOPMENT AND CREATING COMPETITIVE ADVANTAGES FOR AGRICULTURAL PRODUCERS

BILOKINNA Ilona
Vynnytsia National Agrarian University

The article substantiates theoretical and applied recommendations for integrating biofuel technologies into the development of rural areas and enhancing the competitiveness of agricultural producers in Ukraine. The relevance of the study is determined by the growing energy deficit of territorial communities caused by military aggression, the destruction of critical infrastructure, and the need to comply with the objectives of the European Green Deal related to decarbonization and sustainable development.

The research identifies bioenergy as a strategic driver of rural revitalization, emphasizing the transformation of agricultural biomass from waste into a high-value energy resource. Particular attention is paid to the “zero-waste biorefinery” model, which ensures closed-loop processing of biomass through the production of biogas, biomethane, solid biofuels, and the utilization of digestate as an organic fertilizer. This approach contributes to reducing dependence on imported energy carriers, lowering production costs, and improving soil fertility in accordance with the principles of the circular economy.

The article analyzes the current structure of renewable energy generation in Ukraine and highlights the dominance of solar power, which limits system stability and increases vulnerability to external shocks. In this context, the decentralization of energy systems through local bioenergy clusters, microgrids, and energy cooperatives is justified as a priority direction for strengthening energy security at the community level.

The socio-economic effects of biofuel integration are also examined. It is proven that bioenergy projects create permanent jobs, mitigate seasonal unemployment in rural areas, stabilize demographic trends, and support local budgets. The study additionally emphasizes the importance of institutional support, including simplified access to energy networks, green public procurement mechanisms, and the implementation of digital carbon monitoring systems (IoT) in line with EU RED II and CBAM requirements.

The findings confirm that the integration of biofuels should be considered not only as a technological upgrade of the energy sector but as a comprehensive strategy for sustainable rural development, post-war recovery, and the long-term competitiveness of Ukraine’s agro-industrial complex.

Keywords: rural territories, biofuels, biomethane, digestate, energy independence, biorefinery, circular economy, energy system decentralization, Ukraine's agro-industrial complex.