

УДК 631.147:620.91:504.05(477)

О. Г. Гурін,
аспірант, Інститут агроєкології і природокористування НААН України
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3601-5287>

DOI: 10.32702/2306-6792.2025.21.217

ФАКТОРНО-ПОТЕНЦІАЛЬНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АГРОСФЕРИ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

O. Hurin,
Postgraduate student, Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS of Ukraine

FACTOR-POTENTIAL MODEL OF DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF THE AGROSPHERE IN THE CONTEXT OF ECOLOGICAL SAFETY

У статті запропоновано факторно-потенціальну модель розвитку енергоефективності аграрної сфери України, адаптовану до просторових особливостей макрорегіональних зон і невідкладних вимог екологічної безпеки. Виділено п'ять основних груп чинників (ресурсно-енергетичні, технологічно-інфраструктурні, соціально-територіальні, інституційно-економічні та воєнно-безпекові), які формують комплекс вхідних параметрів моделі. Здійснено оцінювання вагомості впливу кожної групи у факторно-потенціальній моделі розвитку енергоефективності агросфери України за використання експертно-аналітичної методики, яка передбачає порівняльну оцінку індикаторів із подальшим агрегуванням в інтегральні вагові коефіцієнти. Побудовано типологію територій (за сімома макрорегіональними зонами) за рівнем потенціалу енергоефективного розвитку, що є критично важливим для повоєнного відновлення. Обґрунтовано необхідність диференційованого стратегічного планування та формування цільових політик підтримки агровиробництва на принципах енергозбереження, енерго-модернізації та екологічної рівноваги.

This article presents a scientifically grounded factor-potential model for the development of energy efficiency (EE) in Ukraine's agricultural sector, constructed with regard to ecological safety priorities and regional spatial differentiation. The current systematic instability, climate threats, and military turbulence necessitate a deep reconstructive renewal of the agrarian sector, making the enhancement of its energy efficiency a critical vector. The research identifies and systematizes five critical groups of influencing factors (resource-energy, technological-infrastructure, socio-territorial, institutional-economic, and military-security), that form the structure of the model's input parameters and define the potential for energy-efficient growth in macro-regional zones. A methodical approach combining expert evaluation, logical structuring, and weighted scoring was used to assess the significance and differentiated impact of these factors across seven typologically distinct macro-regions of Ukraine.

The model enables a regionally adaptive, ecologically oriented strategic approach to energy efficiency, which is especially relevant under current hybrid warfare conditions and the growing vulnerability of national food systems to external and internal shocks. The article provides a typology of macro-regions based on their energy efficiency development potential (high, medium, low) and suggests the formation of differentiated support policies

tailored to each zone's capacity and exposure to systemic risks. In particular, the model facilitates the design of post-war recovery instruments in agriculture through targeted modernization of energy usage, balanced rural spatial development, and integration of environmental risk mitigation measures, ensuring an adaptive strategic approach. The findings contribute to improving public governance in the field of sustainable agri-energy transitions and support evidence-based decision-making at the national and local levels by offering a flexible system of management decisions and balancing internal opportunities with current security challenges.

Ключові слова: агросфера; енергоефективність; факторно-потенціальна модель; екологічна безпека; стратегія розвитку; макрорегіональні зони; просторове планування.

Key words: agricultural sector; energy efficiency; factor-potential model; ecological security; development strategy; macro-regions; spatial planning.

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

Маємо визнати, що у сучасних умовах системної нестабільності, загострення кліматичних загроз і воєнної турбулентності, аграрна сфера України постала перед нагальною й надактуальною потребою у площині глибокого реконструктивного оновлення, ключовим вектором якого є, у першу чергу, підвищення рівня її енергоефективності. Високий рівень енергоемності агровиробництва, недостатня інтеграція відновлюваних джерел енергії, критична зношеність енергетичних національних потужностей, залежність від імпортних енергоносіїв та низька ресурсна автономність сільських громад — й обумовлюють системну вразливість українського агросектору до внутрішніх і зовнішніх викликів. Разом із тим, саме аграрна сфера України має значний, але, досі ще, нерозкритий реконструктивний потенціал у площині формування локальних моделей енергоефективності з урахуванням вимог екологічної безпеки та сталого просторового розвитку і господарювання.

Наукове обґрунтування механізмів і моделей реконструктивного розвитку й підвищення ЕЕ в аграрній сфері потребує використання міждисциплінарного підходу, який дозволить врахувати не лише техніко-технологічні параметри, а й просторово-соціальні, екологічні, інституційні й економіко-поведінкові чинники сталого господарювання [1,2]. Сучасні дослідження в галузі сільськогосподарської енергетики й ресурсозбереження, попри свою надзвичайну актуальність, здебільшого, фрагментарно охоплюють взаємозв'язки між енергоефективністю, агроекологічними умовами, політикою екологічної безпеки та відновленням на-

ціонального агро-потенціалу, що створює методологічну прогалину у формуванні цілісних моделей, здатних забезпечити адаптивну трансформацію агросфери у післякризовому повоєнному періоді. Зважаючи на вказане, актуальним завдання стає науково-методичне формулювання та апробація факторно-потенціальної моделі розвитку енергоефективності аграрної сфери, що базується на системному аналізі деструктивних впливів, локальних ресурсів, екобезпекових детермінант і організаційно-економічних драйверів. Зазначене дозволить не лише підвищити ефективність енергоспоживання в аграрному виробництві, але й посилити стійкість агросектору до ризиків, пов'язаних із воєнними діями, змінами клімату та ресурсною залежністю. Таким чином, розроблення відповідного модельного вирішення має безпосередній зв'язок із реалізацією національних пріоритетів сталого розвитку, зеленої трансформації та енергетичної децентралізації.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ

Проблематика підвищення рівня енергоефективності в аграрному секторі України посідає надважливе місце у наукових дослідженнях, пов'язаних із забезпеченням сталого розвитку і господарювання, ресурсозбереженням, зеленою трансформацією та адаптацією національного агровиробництва до сучасних викликів. Питання щодо формування організаційно-економічних механізмів енергоефективності сільськогосподарських підприємств розглядалися у працях Н. Статівки і Н. Ляліної [3], О. Бендасюка і В. Микитенко [4], де обґрунтовано структурні компоненти й інституційні аспекти підвищення ефективності енергоспожи-

Таблиця 1. Структура вхідних параметрів факторно-потенціальної моделі розвитку енергоефективності агросфери України

Група факторів	Методичні підходи до ідентифікації факторів	Основні вихідні параметри для моделювання
1. Ресурсно-енергетичні	Енерго-балансовий аналіз. Картування локальних енергоресурсів. Аналіз питомих енерговитрат на 1 га/1 т продукції.	Частка відновлюваних джерел у структурі енергоспоживання. Енергоемність агровиробництва. Наявність біомаси, сонячного і вітрового потенціалу. Доступність природного газу та електромереж.
2. Технологічно-інфраструктурні	SWOT-аналіз технічного стану АПК. Оцінка індексу технологічного оновлення. Метод експертного шкалювання.	Рівень оновлення сільськогосподарської техніки. Енергоефективність технічних і технологічних процесів (обробка, зберігання, логістика). Стан транспортної та енергетичної інфраструктури.
3. Соціально-територіальні	Соціо-економічне профілювання громад. ГІС-аналіз демографічних показників і зайнятості. Методика оцінки інституційної спроможності.	Чисельність населення у сільській місцевості. Рівень зайнятості в агросекторі. Ступінь децентралізації та участі громад в енергоменеджменті. Освітній і інноваційний потенціал
4. Інституційно-економічні	Політико-інституційний аналіз. Аналіз нормативно-правової бази. Оцінка рівня підтримки з боку державних та донорських програм.	Наявність стимулів для Е рішень. Доступ до зеленого фінансування. Програми технічної допомоги. Наявність місцевих стратегій енергетичного розвитку.
5. Воєнно-безпекові	Гео-просторове картування зон бойових дій. Аналіз ризиків для енергетичних об'єктів. Моніторинг порушень логістики та ланцюгів постачання.	Зруйновані та суттєво пошкоджені енергетичні потужності. Території з обмеженим доступом до енергоресурсів. Військово-логістичні ризики і загрози. Тимчасово окуповані та уражені зони.

Джерело: визначено, деталізовано та систематизовано автором дослідження за урахування результатів розробок, представлених у джерелах [7–9].

вання. Дослідження Л. Білоуса [5] і Д. Грабовського [6] зробили вагомий внесок у визначення соціально-економічних бар'єрів енергоефективного розвитку та виявлення функціональних обмежень щодо запровадження у практику енергозберігаючих рішень. Зокрема, праця Ромащенко М., Сайдака Р., Яцюк М., Матяш Т. та ін. [7] присвячена техніко-технологічним аспектам енергоефективності у зрошувальному землеробстві, а також оцінці енерго-модернізаційних потреб галузі. Теоретичні засади екологічної безпеки і просторової трансформації агросфери розкриваються у роботі О. Шпикуляка та І. Білокіної [8], які досліджували питання альтернативної енергетики, кооперативної взаємодії та екологічного регулювання в аграрному середовищі.

Разом із тим, у сучасній науковій літературі простежується дефіцит цілісних моделей, які б одночасно інтегрували факторний аналіз ресурсного потенціалу національної агросфери, екологічні обмеження, ризики воєнного періоду, а також просторово-інституційні особливості трансформації сільських територій. Поряд із цим, недостатньо вивченими залишаються також і питання диференціації потенціалу енергоефективності (ЕЕ) залежно від локальних природно-кліматичних умов, рівня децентралізації,

соціальної спроможності громад та екобезпекових викликів. На авторське переконання, потребує глибшого аналізу взаємозв'язок між агро-екологічною модернізацією та формуванням стратегічних інструментів адаптивного планування в умовах гібридної нестабільності. Тож, у зв'язку з цим, запропонована у статті факторно-потенціальна модель розвитку ЕЕ аграрної сфери покликана не лише поглибити теоретико-методичне розуміння цієї проблематики, а й заповнити наукову прогалину у розробленні адаптивного, багаторівневого інструментарію, який відповідає вимогам екологічної безпеки, стратегічної реконструкції агросектору та цільових пріоритетів повоєнного відновлення України.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті — є формулювання та наукове обґрунтування факторно-потенціальної моделі розвитку енергоефективності аграрної сфери України, яка ґрунтується на системному урахуванні внутрішніх ресурсів, просторово-екологічних обмежень, ризиків воєнного й повоєнного періодів, а також потреб трансформаційної реконструкції агросектору у контексті забезпечення екологічної безпеки. У цій відповідності, для досягнення поставленої мети

**Таблиця 2. Вагомість впливу груп факторів
у факторно-потенціальній моделі розвитку енергоефективності агросфери України**

Група факторів	Інтегральна вага в моделі (%)	Ключові індикатори	Характер впливу на енергоефективність
1. Ресурсно-енергетичні	30,0 %	Енергетичний баланс (ВДЕ/традиційні джерела). Енергосмість продукції. Ступінь локалізації джерел енергії.	Визначають базову доступність енергії для агро-виробництва, формують основу потенціалу самозабезпечення.
2. Технологічно-інфраструктурні	25,0 %	Рівень технічного переоснащення. Стан енергомереж і логістики. Енергоощадні інновації в агро-інфраструктурі.	Впливають на здатність оптимізувати споживання, забезпечують ефективне використання енергоресурсів.
3. Соціально-територіальні	15,0 %	Демографічна структура. Рівень енерго-менеджменту в громадах. Кадровий потенціал.	Визначають соціальну готовність до впровадження ЕЕ рішень, що є важливими для просторового планування.
4. Інституційно-економічні	20,0 %	Наявність стимулів та фінансових програм. Регуляторне середовище. Політична підтримка.	Створюють нормативне та фінансове підґрунтя для впровадження енергозберігаючих рішень.
5. Воєнно-безпекові	10,0 %	Ступінь пошкодження енергосистем. Ризики логістичних ланцюгів. Доступність до критичних енергоресурсів у прифронтових зонах.	Обмежують реалізацію енергетичних стратегій, формують зони ризику та потребу в резервних рішеннях.
Примітка: відсоткові оцінки базуються на експертному моделюванні за урахування соціо-еколого-економічних пріоритетів [9]. Їхні кількісні значення можуть бути адаптованими до конкретного регіону, території або ж агро-виробничого кластеру (залежно від контексту науково-прикладних досліджень) у певному просторово-часовому вимірі.			

Примітка: відсоткові оцінки базуються на експертному моделюванні за урахування соціо-еколого-економічних пріоритетів [9]. Їхні кількісні значення можуть бути адаптованими до конкретного регіону, території або ж агро-виробничого кластеру (залежно від контексту науково-прикладних досліджень) у певному просторово-часовому вимірі.

Джерело: визначено, обґрунтовано та систематизовано автором за використання результатів розробок, приведених у джерелах [1, 2, 9].

передбачено виконання науково-прикладних завдань: а) ідентифікувати ключові фактори, що детермінують рівень та потенціал ЕЕ аграрної сфери в сучасних умовах; б) здійснити типологізацію наявних ресурсно-енергетичних потенціалів територій у зв'язку з просторово-екологічними особливостями; в) проаналізувати бар'єри і загрози, що обмежують реалізацію енергоефективного переходу в агросекторі, зокрема в умовах гібридних ризиків; г) запропонувати інструментарій формування та реалізації адаптивної факторно-потенціальної моделі з урахуванням цілей сталого розвитку і господарювання, децентралізації та зеленої трансформації агровиробництва; д) окреслити перспективні напрями подальших досліджень із оптимізації просторово-економічних механізмів ЕЕ в аграрній політиці України.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У межах даного науково-прикладного дослідження автором здійснено систематизацію та аналітичну структуризацію факторів, які виз-

начають рівень енергоефективності (ЕЕ) в аграрному секторі України з урахуванням просторової нерівномірності, інституційних трансформацій, гібридних ризиків та екологічної вразливості територій. Методичну основу для проведення цього аналізу становив системно-комплексний підхід, який інтегрує елементи факторного, кластерного, ризик-орієнтованого та потенційно-факторного моделювання, що й дозволило диференціювати як внутрішні (ендогенні), так і зовнішні (екзогенні) впливи на рівень ЕЕ агросфери. У результаті — було виокремлено п'ять ключових груп факторів (ресурсно-енергетичні, технологічно-інфраструктурні, соціально-територіальні, інституційно-економічні та воєнно-безпекові), що, у сукупності, формують структуру входних параметрів задля розроблення об'єктивної й адекватної реальним процесам факторно-потенціальної моделі (табл. 1).

Маємо визнати, що процес формування факторно-потенціальної моделі розвитку ЕЕ аграрної сфери вимагає не лише ідентифікації ключових детермінант, але й оцінки їхньої

Таблиця 3. Типізація макрорегіональних зон України за потенціалом розвитку енергоефективності агросфери

Макрорегіональна зона	Розташування	Типовий профіль території	Інтегральна оцінка реконструктивного потенціалу ЕЕ	Ключові характеристики профілю
1. Зона стратегічного мобілізаційного відновлення («Активізації»)	м. Київ, Київська обл.	Пост-воєнна, ризикова з фрагментованою й зруйнованою інфраструктурою.	Низький.	Високий рівень руйнувань, обмежений доступ до енергоресурсів, слабка логістика, мінування угод, потреба в екстрених рішеннях, відсутність зеленої інфраструктури.
2. Транзитно-Координаційний макрорегіон («Координація просторового розвитку»)	Житомирська, Вінницька, Чернігівська, Хмельницька обл.	Стратегічно-перехідна, логістично активна, зональна.	Середній.	Середня щільність енергомереж, потенціал для розвитку смарт-логістики, наявність інституцій для координації регіональних ЕЕ ініціатив.
3. Східна Зона контрольованої декомпресії	Харківська, Сумська, Донецька, Луганська обл.	Територія ризиків, частково виведена з господарського обігу.	Низький.	Мінімізований доступ до агро- та технологічної інфраструктури, високі ризики безпеки, блоковані інвестиційні програми, обмежена ресурсна база, мінування територій.
4. Південна Зона контрольованої декомпресії	Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська обл., АР Крим і м. Севастополь.	Агро-економічно важлива, але надзвичайно нестабільна.	Низький.	Значний аграрний потенціал, але наявною є його вразливість до кліматичних і безпекових загроз (у т.ч. й масштабне мінування територій), потенціал ВДЕ (сонце, вітер), потреба в адаптивних технологіях.
5. Західна Зона економічного збудження та компресії	Закарпатська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Івано-Франківська, Чернівецька і Волинська обл.	Стабільна, орієнтована на релокацію та накопичення ресурсів.	Високий.	Розвинена кооперація, підтримка агро-сектору донорами й інвесторами, інституційна активність, відносна безпека, високого рівня мобільність людського капіталу, готовність агросектору до «зеленої трансформації».
6. Центральна Зона інфраструктурної модернізації	Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Дніпропетровська обл.	Потенційний регіон «зеленої аграрної перебудови».	Високий.	Добре розвинена агро-інфраструктура і промисловий потенціал, наявність освітніх та наукових центрів, логістична доступність, програми модернізації.
7. Південно-Східний індустріальний пояс (індустріальний ромб)	Індустріальний кластер Запоріжжя – Дніпро – Кривий Ріг – Кременчук.	Високо-індустріалізована, фрагментована аграрна.	Середній	Комбіноване навантаження, при цьому, ресурсний потенціал нівелюється певними проблемами депопуляції та руйнуванням. Є потреба в енергоощадному переозброєнні.
Пояснення: а) низький рівень реконструктивного потенціалу ЕЕ – вказує на необхідність екстрених дій і відновлення критичної інфраструктури; б) середній потенціал – вимагає адаптивних інституційно-інвестиційних рішень; в) високий потенціал – є базою для впровадження інноваційних зелених моделей і поширення найкращих практик.				

Пояснення: а) низький рівень реконструктивного потенціалу ЕЕ — вказує на необхідність екстрених дій і відновлення критичної інфраструктури; б) середній потенціал — вимагає адаптивних інституційно-інвестиційних рішень; в) високий потенціал — є базою для впровадження інноваційних зелених моделей і поширення найкращих практик.

Джерело: сформульовано, обґрунтовано, визначено та систематизовано автором за урахування напрацювань і положень, репрезентованих у [4, 9].

відносної вагомості впливу на загальний рівень енергозбереження в межах національного агросектору. Тому, диференційоване визначення пріоритетності факторів дозволяє здійснити розстановку акцентів у стратегічному пла-

нуванні, обґрунтувати черговість управлінських рішень, а також коригувати політику стимулювання ЕЕ перетворень на різних рівнях (від локального, регіонального до макрозонального й державного). Для цього, автором за-

стосовано експертно-аналітичну методику, яка передбачає порівняльну оцінку індикаторів із подальшим агрегуванням в інтегральні вагові коефіцієнти (показники). Відтак, результати оцінювання впливовості п'яти ключових факторних груп (ресурсно-енергетичних, технологічно-інфраструктурних, соціально-територіальних, інституційно-економічних та воєнно-безпекових) узагальнено у табл. 2. В її межах, кожна потенційно-факторна група має свій набір специфічних індикаторів, які відображають як рівень ризиків, так і потенціал ЕЕ реконструктивного розвитку. Представлена структура дозволяє адаптувати модель до конкретних територіальних умов, визначити зони цільового управлінського втручання та забезпечити обґрунтоване стратегічне балансування між технологічними, соціальними, економічними та безпековими чинниками агро-енергетичної трансформації.

Отримані результати кількісної оцінки вагомості впливу потенційно-факторних груп (див., табл. 2) свідчать про переважну роль ресурсно-енергетичних та технологічно-інфраструктурних чинників у забезпеченні системного переходу аграрної сфери до ЕЕ моделі розвитку як у воєнному, так і у повоєнному періоді. Водночас, не менш важливими залишаються інституційно-економічні передумови, які формують нормативно-стимулюючі умови, що й визначають ефективність реалізації технічного та ресурсного потенціалу. Урахування вагомості впливу соціально-територіальних аспектів та воєнно-безпекових обмежень — дозволяє забезпечити адаптивність ознак моделі до просторової неоднорідності та динаміки гібридних загроз. Таким чином, визнаємо, що факторно-потенціальна модель розвитку ЕЕ національної аграрної сфери має спиратися на інтеграцію пріоритетних груп чинників із гнучкою системою управлінських рішень, яка передбачає стратегічне балансування між внутрішніми можливостями агросектору, актуальними безпековими викликами та цілями екологічної безпеки. Саме такий підхід забезпечить підвищення стійкості господарювання агропромисловості, прискорить впровадження інновацій у сфері енергозбереження та сприятиме формуванню адаптивної політики "зеленого" відновлення сільських територій України у повоєнному періоді.

Наступним кроком провадження дослідження стало формування матриці потенціалів ЕЕ за макрорегіональними ознаками, де враховувались показники відновлюваної енергетики, наявність об'єктів агро-екологічної модерні-

зації, рівень енергоспоживання, ступінь участі сільських громад у реалізації екологічних ініціатив, рівень цифровізації аграрних процесів (табл. 3). Застосування кластерного аналізу за сімома макрорегіональними зонами [9] дозволило ідентифікувати типові профілі агротериторій із високим, середнім та низьким потенціалом ЕЕ реконструктивного розвитку, що й слугувало основою для подальшого розроблення адаптивних стратегічних підходів для повоєнного періоду. Виявлено, що найбільш вразливими до енергетичних і екологічних ризиків — є регіони з обмеженим доступом до локальних джерел енергії, низьким рівнем агро-інновацій та високим ступенем соціально-ресурсної депривації.

Проведена типізація макрорегіональних зон України дозволила виокремити три ключові класи територій — тобто, із високим, середнім та низьким потенціалом ЕЕ реконструктивного розвитку аграрної сфери. Така класифікація — є підґрунтям для обґрунтованого стратегічного зонування, яке враховує не лише наявні ресурсно-енергетичні можливості, але й ступінь інфраструктурної готовності, соціально-економічну стабільність, логістичну доступність та ступінь воєнно-безпекових викликів. Зокрема, значимо, що високий потенціал ЕЕ, ідентифікований автором, у Західній та Центральній макрizonaх — свідчить про наявність передумов для запровадження моделей "зеленого агросектору", тоді як зони з низьким потенціалом — потребують застосування спеціальних програм реабілітації та мобілізаційної підтримки.

Визнаємо також і те, що оцінювання потенціалу у просторовому розрізі дозволяє сформувати адаптивні управлінські сценарії (як для сталого зростання і господарювання, так і для кризового реагування). Наприклад, Східна та Південна зони контрольованої декомпресії вимагають стратегій, що інтегрують ризик-менеджмент, децентралізовану енергетику та гнучку підтримку аграрних суб'єктів. У свою чергу, Транзитно-координаційна зона — може виконувати функцію платформеного трансформаційного регіону для міжрегіонального обміну технологіями, досвідом та управлінськими рішеннями. Таким чином, типізація потенціалів ЕЕ — стає не лише аналітичним інструментом, а й засобом формування цілеспрямованої політики просторово обґрунтованого енергоефективного розвитку нашої держави.

У межах дослідження здійснено поглиблену оцінку деструктивного впливу воєнних дій на формування передумов ЕЕ в агросфері. При

цьому, визнано, що найбільше ураження мають інституційна спроможність, безпекова логістика, функціонування енергомереж та здатність до впровадження інноваційних практик ресурсозбереження. Одночасно, засвідчимо і про те, що простежується високий рівень локалізації громадських ініціатив щодо самозабезпечення енергією, створюючи передумови для формування нових організаційно-економічних форматів і систем адаптивного управління. Зважаючи на це, розроблена автором модель передбачає можливість поетапного впровадження сценаріїв розвитку з урахуванням воєнно-повоєнної логіки трансформації. Так, зокрема, формалізована факторно-потенціальна модель розвитку ЕЕ агросфери у контексті екологічної безпеки, яка побудована за використання апарату математичної логіки, логіко-функціонального моделювання та множинного факторного аналізу — має вигляд формули (1), у якій, відповідно, є такий формат загальної її формальної структури:

EEF — рівень ЕЕ аграрної сфери (Energy Efficiency in Agriculture); EP — рівень екологічної безпеки (Environmental Protection); F_i — функціональна підсистема i -тої групи факторів, де $i=\{1,2,3,4,5\}$ — тобто, F_1 — ресурсно-енергетичні, F_2 — технологічно-інфраструктурні, F_3 — соціально-територіальні, F_4 — інституційно-економічні, F_5 — воєнно-безпекові.

Тож, інтегральна модель енергоефективного розвитку національної агросфери у вигляді логіко-функціонального виразу має вигляд (1): $EEF = f(\bigwedge_{i=1}^5 (P(F_i)) \wedge W(F_i) \wedge R(F_i)) \Rightarrow EP$ (1),

Де, $P(F_i)$ — потенціал реалізації дії факторної групи; $W(F_i)$ — вагомість впливу на енергоефективність; $R(F_i)$ — рівень реалізації дії заходів по цій групі.

При цьому, знак логічного кон'юнктивного перетину ($\wedge$) відображає обов'язкову комплексну дію усіх п'яти груп. Імплікація ($\Rightarrow$) вказує на те, що належна синергія п'яти факторних груп є необхідною умовою задля досягнення екологічної безпеки в аграрному середовищі. Що стосується декомпозиції функції впливу кожної групи, то маємо зазначити, що (F_i) для кожної групи факторів слід визначати за моделлю вигляду (2)

$$F_i = \sum_{j=1}^{n_i} (a_{ij} \times x_{ij}) \quad (2)$$

Де, x_{ij} — j -й індикатор в межах i -тої факторної групи (зокрема, обсяг споживання ПЕР, рівень зношеності техніки та технологій, дос-

туп до мережі, тощо); a_{ij} — ваговий коефіцієнт, що визначає вагомість впливу кожного індикатору; n_i — кількість індикаторів у групі F_i .

Щодо визначення інтегрального реконструктивного потенціалу ЕЕ (IP), то його значення обчислюється за формулою вигляду (3), а саме:

$$IP = \sum_{i=1}^5 (w_i \times F_i) \quad (3)$$

Де, $w_i \in [0;1]$ — нормовані ваги вагомості впливу кожної групи факторів (визначаються згідно з експертною оцінкою [10] або за аналізом чутливості); $\sum_{i=1}^5 (w_i) = 1$. При цьому, рівень енергоефективності буде визначатися за наступною умовою, представленою у вигляді формули (4).

$$EEF = \begin{cases} \text{високий, якщо } IP \geq T_H \\ \text{середній, якщо } T_L < IP < T_H \\ \text{низький, якщо } IP \leq T_L \end{cases} \quad (4)$$

Де, T_H і T_L — відповідно, високий і нижній порогови прийнятності.

Логічна модель взаємозалежності ЕЕ аграрного сектору з екологічною безпекою формалізована автором у вигляді модельного вирішення (5):

$$(EEF \wedge C_A \wedge M_G) \Rightarrow EP \quad (5)$$

Де, C_A — коефіцієнт адаптивності до кліматичних змін [11]; M_G — механізми державного регулювання енергоефективності в аграрній сфері (субсидії, стандарти, еко-індикатори, ін.) [12]. При цьому, умова успішної реалізації на практиці моделі у реальному середовищі господарювання матиме вигляд (6):

$$\Leftrightarrow (\forall F_i : P(F_i) \geq P_{min} \wedge R(F_i) \geq R_{crit}) \quad (6).$$

Тобто, можна засвідчити про те, що реалізація ефективної енерго-орієнтованої агрополітики й енерго-модернізації агросектору можливими є лише за виконання мінімальних умов для формування й нарощення реконструктивного потенціалу і реалізації заходів із ЕЕ за кожною потенційно-факторною групою. Отже, сформована автором факторно-потенціальна модель дозволить: а) провести кількісну оцінку стану енергоефективності в регіональному агросекторі; б) визначити критичні зони впливу і провали реалізації по факторних групах; в) адаптувати інструменти політики, управління та інвестування відповідно до типу території та профілю ризиків; г) забезпечити інтеграцію цілей екологічної безпеки в системне енергетичне планування.

Певним чином підсумовуючи авторські напрацювання, зазначимо: на основі узагальнених результатів побудовано факторно-потен-

ціальну модель розвитку ЕЕ агросфери, яка поєднує: 1) ієрархію впливу факторів різної природи; 2) оцінку потенціалів та бар'єрів на рівні територіальних громад; 3) адаптивний інструментарій стратегічного планування з екобезпековим фільтруванням управлінських рішень. Розроблена автором модель дозволяє не лише прогнозувати ефективність впровадження ЕЕ заходів, а й коригувати політики відновлення агросектору відповідно до просторово-ризикових профілів. Запропонований підхід відкриває можливості щодо формування узгоджених сценаріїв реконструктивного розвитку агросфери на принципах енергетичної децентралізації, екологічної рівноваги та соціальної стійкості й відповідальності.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У межах дослідження сформовано факторно-потенціальну модель розвитку енергоефективності аграрної сфери України у контексті її екологічної безпеки, що ґрунтується на структурованому аналізі п'яти ключових груп факторів. Встановлено відмінності у рівні їх впливу на просторово-структурні параметри аграрного виробництва, з урахуванням воєнних ризиків, ресурсної нерівномірності та інституційної спроможності. Результати дослідження засвідчують про доцільність адаптації стратегій енергоефективного розвитку до типу макрорегіональної зони та специфіки екологічних викликів. Перспективи подальших наукових досліджень полягають у деталізації сценарних варіантів реалізації моделі у різних просторово-економічних умовах, кількісному ранжуванні індикаторів впливу, розробленні аналітичного інструментарію для моніторингу ефективності та обґрунтуванні механізмів інтеграції моделі в аграрну політику сталого розвитку і господарювання.

Література:

1. Бистряков І. К., Клиновий Д. В., Коржунова Н. В., Микитенко В. В. Детермінанти сталого господарювання / за заг. ред. М. А. Хвеси́ка. Київ: ДУ "Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України", 2022. 96 с.
2. Микитенко В. В. Просторове стратегування повоєнного відновлення України: гібридний підхід та сценарна логіка реконструкції // *Achievements of Science and Applied Research: Proc. of the 3rd Int. Sci. and Practical Conf.* (21—23 July 2025, Dublin, Ireland). Dublin: European Open Science Space, 2025. С. 18—23. DOI: 10.70286/EOSS-21.07.2025.
3. Статівка Н., Ляліна Н. Формування організаційно-економічного механізму енергоефективності сільськогосподарських підприємств // *Аграрна та ресурсна економіка*. 2017. Т. 3, № 2. С. 56—64. DOI: 10.51599/are.2017.03.02.05.
4. Микитенко В. В., Бендасюк О. О., Неклюдова Т. М., Гурін О. Г. Організаційно-економічний механізм підвищення енергоефективності національної економіки // *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Т. 8, № 4 (56). С. 276—286. DOI: 10.36887/2415-8453-2023-4-45.
5. Білоус А. Визначення таксономії бар'єрів енергоефективності в соціально-економічній моделі України // *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2020. № 3 (4 (53)). С. 14—21. DOI: 10.15587/2706-5448.2020.206682.
6. Грабовський Д. О. Еволюція теоретичних поглядів на формування державної підтримки розвитку аграрного сектору економіки // *Академічні візії*. 2023. № 21. DOI: 10.5281/zenodo.8288769.
7. Ромащенко М., Сайдак Р., Яцюк М., Матяш Т., Строкон Д., Попов В., Книш В. Обґрунтування напрямів модернізації систем зрошення в Україні на основі оцінки їх енергоефективності // *Вісник аграрної науки*. 2023. № 1 (838). С. 60—67. DOI: 10.31073/agrovisnyk202301-07.
8. Шпикуляк О. Г., Білокінна І. Д. Формування інституційних складових кооперативного розвитку альтернативної енергетики в аграрному секторі економіки // *Економіка АПК*. 2020. № 8. С. 72—81. DOI: 10.32317/2221-1055.202008072.
9. Микитенко В. В., Микитенко Д. О., Чупріна М. О. Сценарне моделювання просторового відновлення макрорегіональних зон України: соціо-еколого-економічні пріоритети реконструкції // *Демографія та соціальна економіка*. 2025. № 1 (59). С. 109—132. DOI: 10.15407/dse2025.01.109.
10. Амоша О. І., Микитенко В. В. Методичний підхід до оцінювання стійкості енергосистем за композитним показником // *Економічний вісник Донбасу*. 2023. № 2 (72). С. 4—13. DOI: 10.12958/1817-3772-2023-2(72)-4-13.
11. Микитенко В. В., Чупріна М. О. Соціо-еколого-енергетичні технології в умовах гібридної війни: перспективи національної трансформації // *Підприємництво та інновації*. 2024. Вип. 33. С. 36—43. DOI: 10.32782/2415-3583/33.6.
12. Гурін О. Г. Розроблення та обґрунтування екологічного концепту формування органі-

заційно-економічного механізму забезпечення енергоефективності аграрної сфери // Україна та світ: сучасні парадигми розвитку суспільства: кол. моногр. Харків: СГ НТМ "Новий курс", 2024. С. 75—86. DOI: 10.61718/mon.

References:

1. Bystriakov, I. K., Klynovyi, D. V., Korzhunova, N. V. and Mykytenko, V. V. (2022), Determinants of sustainable management, DU Instytut ekonomiky pryrodokorystuvannya ta staloho rozvytku NAN Ukrainy, Kyiv, Ukraine.

2. Mykytenko, V. V. (2025), "Spatial strategizing of Ukraine's post-war recovery: a hybrid approach and scenario logic of reconstruction", Achievements of Science and Applied Research: Proc. of the 3rd Int. Sci. and Practical Conf., European Open Science Space, Dublin, Ireland, 21—23 July, pp. 18—23. <https://doi.org/10.70286/EOSS-21.07.2025>

3. Stativka, N. and Lialina, N. (2017), "Formation of the organizational-economic mechanism of agricultural enterprises energy efficiency", Agro and Resource Economics, vol. 3, no. 2, pp. 56—64. <https://doi.org/10.51599/are.2017.03.02.05>

4. Mykytenko, V. V., Bendasiuk, O. O., Nekliudova, T. M. and Hurin, O. H. (2023), "Organizational and economic mechanism for increase in the energy efficiency of the national economy", Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology, vol. 8, no. 4, pp. 276—286. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-4-45>

5. Bilous, L. (2020), "Determination of energy efficiency barriers taxonomy in socio-economic model of Ukraine", Technology Audit and Production Reserves, vol. 3, no. 4, pp. 14—21. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.206682>

6. Hrabovskyi, D. O. (2023), "The evolution of theoretical views on the formation of state support for the development of the agrarian sector of the economy", Akademichni Vizi, [Online], vol. 21, available at: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/530/482> (Accessed 22 October 2025). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8288769>

7. Romashchenko, M., Saidak, R., Yatsyuk, Matyash, T., Stokon, D., Popov, V. and Knysh V. (2023), "Substation of directions for modernization of irrigation systems in Ukraine based on the assessment of the", Visnyk Agrarnoyi Nauky, vol. 1, pp. 60—67. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk-202301-07>

8. Shpykuliak, O. H. and Bilokinna, I. D. (2020), "Formation of institutional components of cooperative development of alternative energy in the agricultural sector of economy", Ekonomika

APK, vol. 27 (8), pp. 72—81. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202008072>

9. Mykytenko, V. V., Mykytenko, D. O. and Chuprina, M. O. (2025), "Scenario modeling of spatial regeneration of macroregional zones of Ukraine: socio-ecological-economic priorities of reconstruction", Demography and Social Economy, vol. 59 (1), pp. 109—132. <https://doi.org/10.15407/dse2025.01.109>

10. Amosha, O. I. and Mykytenko, V. V. (2023), "Methodical Approach to Assessment of the Stability of Energy Systems Based on a Composite Indicator", Economic Herald of the Donbas, vol. 2 (72), pp. 4—13. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-2\(72\)-4-13](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-2(72)-4-13)

11. Mykytenko, V. V. and Chuprina, M. O. (2024), "Socio-environmental-energy technologies in the conditions of hybrid warfare: prospects of national transformation", Entrepreneurship and innovation, vol. 33, pp. 36—43. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/33.6>

12. Hurin, O. H. (2024), "Development and substantiation of the ecological concept of forming an organizational and economic mechanism of energy efficiency in the agrarian sector", Ukraina ta svet: suchasni paradyhmy rozvytku suspilstva: kol. monohr. [Ukraine and the World: Modern Paradigms of Social Development: coll. monogr.], SH NTM "Novyi kurs", Kharkiv, Ukraine, pp. 75—86. <https://doi.org/10.61718/mon>

Стаття надійшла до редакції 22.10.2025 р.

<https://nauka.com.ua>

Електронне фахове видання

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ
удосконалення та розвиток

Виходить 12 разів на рік

включено до переліку наукових фахових видань України
з питань **ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ**
(Категорія «Б»)

Наказ Міністерства освіти і науки України
від 28.12.2019 №1643

Спеціальність 281

e-mail: economy_2008@ukr.net

 viber: +38 050 3820663