

АНОТАЦІЯ

Шманько Н. Р. Управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент». – Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, 2026.

Дисертація присвячена обґрунтуванню теоретико-методичних засад і розробці науково-практичних положень щодо управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері. Для цього у роботі розглянуто теоретичні основи управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері. Проведено аналіз середовища для функціонування об'єктів генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері. Визначено стратегічні напрями управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері.

Теоретико-методичний каркас дослідження сформовано на поєднанні положень теорії управління підприємством, нової інституційної економіки та концепції децентралізованої енергетики. Інституційний підхід застосовано для пояснення впливу регуляторного середовища на структуру управлінських рішень і межі економічної поведінки суб'єктів господарювання. Положення системного менеджменту використано для обґрунтування інтеграції енергетичних активів у функціональну архітектуру підприємства та визначення їх ролі у забезпеченні стійкості виробничого процесу.

Здійснено теоретичне обґрунтування управління об'єктами відновлюваної генерації в аграрній сфері як інтегрованої архітектури координації виробничих, енергетичних та інституційно-ринкових підсистем підприємства. Концепт управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері розглянуто у розрізі дослідження економіки енергетичного переходу, системної інтеграції розподіленої генерації та інституційної архітектури енергетичних ринків. Обґрунтовано, що в умовах децентралізації

електроенергетики, розвитку режимів активного споживача, комерційного обліку та балансування відновлювальна генерація трансформується з допоміжного елементу енергозабезпечення у структурний компонент економічної системи аграрного суб'єкта господарювання.

Дослідження еволюції поняття управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері здійснено крізь призму економічної, технологічно-системної та інституційної інтерпретацій. Сутність управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері запропоновано визначати як цілеспрямований, інституційно врегульований і даними керований процес координації виробничої, енергетичної та обліково-ринкової підсистем аграрного підприємства, спрямований на забезпечення енергетичної стійкості, економічної раціональності та системної сумісності генерації з мережевою інфраструктурою в межах визначених законом режимів. У цьому визначенні принциповими є три концептуальні акценти такі як: виробничий, енергетичний, інституційно-ринковий.

Специфіка аграрної сфери полягає в тому, що енергетичні потоки структурно поєднані з матеріальними потоками біомаси та органічних відходів, що зумовлює особливий характер управління. Якщо для сонячної та вітрової генерації ключовим викликом є мінливість первинного ресурсу та необхідність балансування, то біоенергетичні установки переводять управлінську проблему у площину координації ланцюга «сировина – переробка – енергія – побічний продукт». Таким чином, управління генерацією інтегрується з управлінням аграрним виробництвом і логістикою сировини, формуючи замкнену виробничо-енергетичну підсистему, що відповідає логіці циркулярної економіки в агропродовольчих системах.

Обґрунтовано принципи управління об'єктами відновлюваної генерації, що передбачають системну інтеграцію енергетичних установок у виробничі процеси підприємства, адаптивність управлінських рішень до змін природних і економічних умов, формування внутрішнього енергетичного потенціалу та інституційну узгодженість управління з правилами функціонування енергетичного ринку. Запропоновано архітектурну модель управління об'єктами генерації електроенергії

з відновлюваних джерел в аграрній сфері, що забезпечує формалізацію взаємодії виробничої, енергетичної та інституційно-ринкової підсистем у межах цілісної моделі координації.

Доведено, що управління об'єктами відновлюваної генерації в аграрній сфері має системний характер і повинно базуватися на врахуванні комплексних взаємозв'язків між природними ресурсами, виробничими процесами та інституційними умовами функціонування енергетичного ринку. Такий підхід дозволяє перейти від суто техніко-технологічної інтерпретації функціонування відновлюваної генерації до формування економічної теорії управління відновлюваними енергетичними системами в аграрному секторі.

Запропоновано авторську модель парадигми децентралізації, що ґрунтується на трьох взаємопов'язаних рівнях: інфраструктурному, інституційному та управлінсько-організаційному. Системна інтеграція цих рівнів створює передумови для побудови нової архітектури енергетичної системи — гнучкої, адаптивної, багаторівневої. Інтеграція відновлюваних джерел енергії у діяльність аграрних підприємств трансформує традиційну модель енергозабезпечення та формує нову систему економічних взаємозв'язків між енергетичними й виробничими процесами. На основі системного аналізу визначено ключові закономірності функціонування відновлюваної генерації. Досліджено інституційні засади управління об'єктами генерації енергії з відновлюваних джерел у аграрній сфері. Інституціоналізація управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері полягає у формуванні системи економічних та організаційних механізмів, що забезпечують узгодження виробництва енергії з виробничою діяльністю підприємства та інституційним середовищем енергетичного ринку.

Запропоновано концептуальну модель інституціоналізації управління відновлюваною генерацією, що ґрунтується на взаємодії виробничої, енергетичної та інституційно-ринкової підсистем функціонування енергетичних систем. Взаємодія зазначених підсистем формує цілісну систему управління об'єктами відновлюваної генерації, у якій ефективність функціонування енергетичних

активів визначається ступенем узгодженості виробничих, технічних та інституційних параметрів. Визначено багаторівневу інституційну архітектуру управління відповідними об'єктами, яка охоплює макро-, мезо- та мікроекономічні рівні регулювання.

Під терміном детермінанти функціонування системи управління відновлюваними джерелами енергії у роботі розуміються стійкі чинники, що визначають здатність суб'єкта господарювання в агросекторі ініціювати, фінансувати, експлуатувати, масштабувати та інтегрувати об'єкти відновлюваної генерації у господарську архітектуру підприємства. Досліджено технологічну конфігурацію відновлювальної енергетики агропідприємств України. У сфері відновлювальної енергетики підприємств вітчизняного агросектору поєднуються функціональні можливості біогазових установок, біометанових об'єктів генерації, когенераційне обладнання на біомасі, сонячні електростанції, системи накопичення енергії, резервні генератори, вітрова генерація.

Запропоновано методику оцінки потенціалу аграрного підприємства для ВДЕ-генерації, що ґрунтується на п'яти блоках оцінювання: ресурсний блок, техніко-інфраструктурний блок, економічний блок, інституційний блок, управлінсько-резильєнтний блок. Проведено порівняльну характеристику ВДЕ-рішень для аграрних підприємств. Запропонований інтегральний підхід дає змогу класифікувати аграрні підприємства за рівнем готовності до генерації електроенергії з відновлювальних джерел.

На основі застосування кореляційно-регресійного аналізу виявлено стратегічні та оперативні детермінанти розбудови систем відновлюваної енергетики в аграрній сфері в умовах війни. Емпірично доведено, що фундаментальним драйвером розбудови об'єктів генерації енергії з відновлюваних джерел є експортний потенціал підприємства, який нівелює девальваційні ризики, тоді як базовий земельний банк визначає просторово-сировинні межі генерації. Математично верифіковано гіпотезу про те, що війна, пандемія, мобілізація персоналу виступають каталізаторами розвитку децентралізованих енергосистем. Встановлено, що інтеграція високоавтоматизованих об'єктів ВДЕ є ефективним

інструментом подолання дефіциту інженерно-технічних кадрів, проте її реалізація потребує обов'язкової інституційної перебудови на основі масової перекваліфікації персоналу та гендерної реструктуризації робочої сили, що в сукупності забезпечує операційну життєздатність та енергетичну автономність підприємства.

Ідентифіковано важливість ролі розподіленої генерації енергії в Україні у процесі розвитку біоенергетики, що передбачає переробку агробіомаси на біопаливо. Як спосіб пришвидшення процесу переходу до децентралізованої моделі в агросфері розглядається посилення співпраці між енергетичними та аграрними підприємствами через створення агроенергетичних кластерів.

Запропоновано концептуальну модель управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері, яка відображає взаємодію ресурсної, виробничої та інституційної підсистем функціонування аграрних енергетичних систем. Показано, що ефективність управління відновлюваною генерацією формується як результат координації ресурсних, виробничих та інституційних факторів функціонування аграрних енергетичних систем.

Сформовано концептуальну модель децентралізації енергетичної системи України, що включає інтеграцію у неї об'єктів генерації електроенергії з відновлюваних джерел агросфери, як цілісної парадигми, що об'єднує структурні, інституціональні, технологічні та управлінські компоненти. Ця модель є відповіддю на виклики, зумовлені гібридною воєнною агресією, й одночасно орієнтиром для довгострокової трансформації енергетичної архітектури України у бік стійкості, гнучкості та енергетичної суб'єктності регіонів. Модель базується на чотирьох взаємопов'язаних вимірах: інфраструктурному, інституційному, управлінському і технологічному. Обґрунтовано переваги децентралізованої енергетичної парадигми над централізованою. Концептуальна модель децентралізації відображає не лише зміну архітектури системи, а й трансформацію принципів функціонування енергетичного сектору в цілому.

Побудовано методологічну схему розрахунку інтегрального показника ефективності адаптивного управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері. Запропоновано структурно-логічну схему

підтримки прийняття рішень щодо управління об'єктами генерації електроенергії з відновлюваних джерел в аграрній сфері.

В умовах високої турбулентності воєнно-економічного середовища, перманентного дефіциту кадрового потенціалу та жорстких фінансових лімітів, оціночне фіксування поточного стану системи є недостатнім для забезпечення її довгострокової життєздатності. Для вирішення цього завдання реалізовано сценарне моделювання на основі апарату нелінійної параметричної оптимізації з обмеженнями. Такий сценарний аналіз є двоетапний. Запропоновані правила ідентифікують чіткі межі прийняття рішень для аграрних компаній (на прикладі дослідженого досвіду ПрАТ «МХП», Kernel, Astarta та Vitagro). Імперативи інвестиційного балансування, кадрової компенсації та інваріантності ESG-стійкості озброюють менеджмент покроковими предикативними директивами, що мінімізують вплив людського фактора та забезпечують довгострокову енергоавтономність агробізнесу у критичних умовах.

Ключові слова: управління (система управління розподіленою генерацією енергії), аграрна сфера, вразливість країни, відновлювальні джерела енергії, відходи, зелений перехід (низьковуглецевий розвиток, низьковуглецева економіка, низьковуглецеві ризики), декарбонізація, енергетичний перехід, біоенергетика (біоенергетичний ринок), циркулярна економіка, споживання енергії (енергоефективність, споживання енергоресурсів, енергозбереження, енергозберігаючі проекти), сталий розвиток, ESG-звітність, кліматичні збої.

ANNOTATION

Shmanko N. R. Management of Renewable Energy Power Generation Facilities in the Agricultural Sector. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in speciality 073 «Management». – West Ukrainian National University, Ternopil, 2026.

This dissertation establishes the theoretical and methodological foundations, and develops the scientific and practical principles, of managing facilities for generating electricity from renewable sources in the agricultural sector. The work examines the theoretical principles of managing such facilities. It also conducts an analysis of the operating environment for such facilities in the agricultural sector. Strategic directions for managing these facilities have been identified.

The study's theoretical and methodological framework is based on a combination of enterprise management theory principles, new institutional economics principles, and the concept of decentralised energy. An institutional approach is employed to explain how the regulatory environment impacts the structure of management decisions and the limits of economic behaviour of economic entities. The principles of systems management are employed to justify the integration of energy assets into the functional architecture of enterprises, determining their role in ensuring the sustainability of production processes.

A theoretical framework has been developed to manage facilities that generate electricity from renewable sources in the agricultural sector. This framework is an integrated approach to coordinating an enterprise's production, energy and institutional market systems. This concept is examined in the context of research into the economics of the energy transition, the systemic integration of distributed generation, and the institutional architecture of energy markets. In the context of the decentralisation of the electricity sector and the development of active consumer schemes, commercial metering and balancing, it is argued that renewable generation is evolving from a supplementary

element of energy supply into a structural component of the economic system of an agricultural enterprise.

The evolution of this concept has been examined through economic, technological, systemic and institutional interpretations. The essence of managing renewable energy generation facilities in the agricultural sector is proposed to be a purposeful, institutionally regulated, data-driven process that coordinates the production, energy, and accounting-market circuits of an agricultural enterprise. This process aims to ensure energy sustainability, economic rationality, and systemic compatibility with grid infrastructure within legally defined limits. Three conceptual focuses are identified as fundamental in this regard: production, energy and institutional market.

The agricultural sector is characterised by the fact that energy and material flows are structurally intertwined with the processing of biomass and organic waste, necessitating a specific management approach. While the key challenge for solar and wind power generation is the variability of the primary resource and the need for balancing, bioenergy plants present a different management challenge: the coordination of the 'raw material–processing–energy–by-product' chain. Consequently, generation management becomes integrated with agricultural production management and raw material logistics, forming a closed production-energy loop that aligns with the principles of the circular economy within agri-food systems.

The principles of managing renewable generation facilities are outlined, including the systematic integration of energy installations into production processes, adaptable management decisions in response to changes in natural and economic conditions, development of internal energy potential and institutional alignment with energy market regulations. A model is proposed for managing facilities that generate electricity from renewable sources in the agricultural sector, which formalises the interaction between production, energy, and institutional-market circuits within a comprehensive coordination model.

The management of renewable energy generation facilities in the agricultural sector is systemic in nature and must be based on an understanding of the complex interplay between natural resources, production processes, and the institutional

framework that governs the energy market. This approach enables a transition from a purely technical and technological interpretation of renewable energy generation to the development of an economic theory for managing renewable energy systems in agriculture.

A model of the decentralisation paradigm has been proposed that is based on three interrelated levels: infrastructural, institutional and managerial-organisational. Systematically integrating these levels creates conditions that allow for the development of a new, flexible, adaptive, multi-level energy system architecture. Integrating renewable energy sources into agricultural enterprises' activities transforms the traditional energy supply model, forming a new system of economic interrelationships between energy and production processes. A systematic analysis has identified the key patterns of renewable generation operation. The institutional foundations for managing electricity generation facilities from renewable sources in the agricultural sector have been examined. Institutionalising the management of renewable energy generation facilities in the agricultural sector involves forming a system of economic and organisational mechanisms to ensure energy production is coordinated with enterprise production activities and the institutional environment of the energy market.

A conceptual model for the institutionalisation of renewable generation management is proposed. This is based on the interaction between the production, energy and institutional-market components of energy systems. This interaction forms a comprehensive system for managing renewable generation facilities, where the operational efficiency of energy assets depends on the alignment of production, technical, and institutional parameters. A multi-level institutional architecture for managing relevant facilities has been defined, covering the macro-, meso- and microeconomic levels of regulation.

In this study, the term 'determinants of the functioning of the renewable energy management system' refers to stable factors that influence an economic entity's ability to initiate, finance, operate, expand and integrate renewable generation facilities into its economic structure. The technological configuration of renewable energy in Ukrainian agricultural enterprises has been investigated. In the field of renewable energy for

enterprises in the domestic agricultural sector, biogas plants, biomethane generation facilities, biomass cogeneration equipment, solar power stations, energy storage systems, backup generators, and wind power generation are combined.

A methodology has been proposed to assess the potential of agricultural enterprises to generate renewable energy. This methodology is based on five categories: resources; technical and infrastructure; economics; institutional; and management and resilience. A comparative analysis of renewable energy solutions for agricultural enterprises has also been carried out. The integrated approach enables agricultural enterprises to be classified according to their level of readiness for generating electricity from renewable energy sources.

This study uses correlation and regression analysis to identify the strategic and operational determinants of renewable energy system development in the agricultural sector under wartime conditions. Empirical evidence shows that the fundamental driver of renewable energy system (RES) development is an enterprise's export potential, which mitigates devaluation risks. Meanwhile, the underlying land bank determines the spatial and resource constraints on generation. The hypothesis that war, pandemics and staff mobilisation act as catalysts for the development of decentralised energy systems has been verified mathematically. The integration of highly automated renewable energy facilities has been shown to be an effective way of overcoming a shortage of engineering and technical personnel. However, its implementation requires mandatory institutional restructuring based on the mass retraining of personnel and the gender restructuring of the workforce. This ensures the operational viability and energy autonomy of the enterprise.

The importance of bioenergy development — the conversion of agricultural biomass into biofuel — in Ukraine's distributed energy generation process has been identified. Closer cooperation between energy and agricultural enterprises through the creation of agro-energy clusters is considered a means of accelerating the transition to a decentralised model in the agricultural sector.

A conceptual model for managing electricity generation facilities from renewable sources in the agricultural sector is proposed, reflecting the interaction of resource,

production, and institutional aspects of agricultural energy systems. The effectiveness of renewable generation management is demonstrated to be shaped by the coordination of resource, production and institutional factors in the functioning of agricultural energy systems.

A conceptual model for the decentralisation of Ukraine's energy system is developed. This model incorporates the integration of renewable energy generation facilities from the agricultural sector as a holistic paradigm that unites structural, institutional, technological and managerial components. This model responds to the challenges posed by hybrid military aggression and serves as a guide for the long-term transformation of Ukraine's energy architecture towards sustainability, flexibility, and regional energy autonomy. The model is based on four interrelated dimensions: infrastructure, institutions, management and technology. The advantages of a decentralised energy paradigm over a centralised one are substantiated. The conceptual model of decentralisation reflects a transformation not only of the system's architecture, but also of the energy sector's operating principles.

A methodological framework has been developed for calculating a comprehensive performance indicator for the adaptive management of renewable energy generation facilities in the agricultural sector. A structural-logical framework has been proposed to support decision-making regarding the management of renewable energy generation facilities in the agricultural sector.

Given the high volatility of the military-economic environment, the persistent shortage of human resources, and the stringent financial constraints, merely assessing the current state of the system is insufficient to ensure its long-term viability. To address this challenge, scenario modelling using a framework of non-linear parametric optimisation with constraints has been implemented. This scenario analysis is a two-stage process. The proposed rules provide agribusinesses with clear decision-making boundaries (as demonstrated by case studies of PJSC 'MHP', Kernel, Astarta and Vitagro). The investment balancing, workforce compensation and ESG sustainability imperatives equip management with step-by-step prescriptive guidelines that minimise the influence

of the human factor and ensure the long-term energy self-sufficiency of agribusinesses under critical conditions.

Keywords: management (distributed energy generation management system), the agricultural sector, country`s vulnerability, renewable energy sources, waste, green transition (low-carbon development, low-carbon economy, low-carbon risks), decarbonisation, energy transition, bioenergy (bioenergy market), circular economy, energy consumption (energy efficiency, consumption of energy resources, energy conservation, energy-saving projects), sustainable development, ESG reporting, climate disruption.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:

1. Шманько Н. Закономірності функціонування та принципи управління об'єктами відновлюваної генерації в аграрній сфері. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. № 4. С. 701–716. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.701> (0,8 д.а.).

2. Шманько Н. Інституціоналізація управління об'єктами генерації енергії з відновлюваних джерел у аграрній сфері. *Економічний аналіз*. 2025. Том 35. № 4. С. 597–610. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2025.04.597> (0,6 д.а.).

3. Фреїшин М., Брич В., Шевчук С., Шманько Н. Парадигма децентралізації енергетичної системи України в умовах воєнних ризиків. *Економічний аналіз*. 2025. Том 35. № 2. С. 693–714. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2025.02.693> (1/0,4 д.а.; особистий внесок: визначено засади трансформації парадигми децентралізації енергетичної системи України в умовах гібридної воєнної агресії; запропоновано авторську модель парадигми децентралізації; визначено відмінні особливості між централізованою та децентралізованою моделями, у тому числі, в умовах воєнних ризиків; обґрунтовано формалізацію інституціональної рамки децентралізованої енергетичної моделі; визначено ключові суб'єкти інституціональної системи децентралізованої енергетики; представлено концептуальну модель децентралізації енергетичної системи України).

4. Шманько Н. Р. Архітектура управління об'єктами відновлюваної генерації в агропромисловому комплексі: інституційно-економічна модель координації виробничих та енергетичних контурів. *Інноваційна економіка*. 2025. № 3. С. 280-291. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.3.33> (0,6 д.а.).

5. Шманько Н. Р. Управління об'єктами генерації електроенергії з відновлювальних джерел в аграрній сфері: досвід ЄС. *Інноваційна економіка*. 2026. №1. С. 126-134. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2026.1.12> (0,6 д.а.).

Публікації апробаційного характеру:

6. Шманько Н. Р., Ткач М. Є. Економічна природа управління об'єктами відновлюваної генерації в агропромисловому комплексі. *Сталий розвиток економіки на засадах ресурсоефективності: збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і молодих вчених (м. Запоріжжя, 18-19 грудня 2025 р.)*. За ред. А. В. Череп. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2025. С. 63-64. (0,2/0,1; особистий внесок: визначено економічну сутність управління об'єктами відновлюваної генерації).

7. Shmanko N. R. Electricity generation management at agricultural facilities. *Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції*. (м. Київ, 16 квітня 2025 р.). К. : ДУ «КАІ», 2025. С. 296-298. (0,2 д.а.).

8. Шманько Н. Інституційно-технологічні засади управління відновлюваною генерацією в агропромисловому комплексі. *Синергія науки та бізнесу: виклики, трансформації, перспективи: матеріали XV Національної науково-практичної конференції* (м. Тернопіль, 29 травня 2025 р). Тернопіль: ФОП Осадца Ю.В., 2025. С. 80-82 (0,2 д.а.).

9. Шманько Н. Теоретичні аспекти управління об'єктами відновлюваної генерації в агропромисловому комплексі. *Синергія науки та бізнесу: виклики, трансформації, перспективи: матеріали XVI Національної науково-практичної конференції* (м. Тернопіль, 15 жовтня 2025 р). Тернопіль: ФОП Осадца Ю.В., 2025. С. 30-31 (0,2 д.а.).

10. Шманько Н. Методичні підходи до архітектури управління об'єктами відновлюваної генерації в агропромисловому комплексі. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції.* (м. Київ, 24 березня 2026 р.). К. : Науково-методичний центр ВФПО, 2026. С.74-76 (0,2 д.а.).

Науковий керівник:

В.о. директора навчально-наукового інституту інноватики, природокористування та інфраструктури Західноукраїнського національного університету,
доктор економічних наук, професор



Василь БРИЧ