

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-82-160>

УДК 338.43:330.341.1:355.01

ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ПРИБУТКОВОСТІ ПІД ВПЛИВОМ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ

FORMATION OF AN ADAPTIVE ECONOMIC SECURITY MANAGEMENT SYSTEM FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF ENSURING THEIR PROFITABILITY UNDER THE INFLUENCE OF MILITARY CHALLENGES

Медвідь Вікторія Юріївна

доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економіки та публічного управління,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2257-6276>

Суржиков Олексій Ігорович

аспірант,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9828-7920>

Medvid Viktoriia, Surzhykov Oleksii

Poltava State Agrarian University

У статті досліджено вплив повномасштабної воєнної агресії РФ на економічну безпеку аграрних підприємств України та їх прибутковість. Обґрунтовано, що прибутковість із традиційного фінансового результату перетворюється на ключовий ресурс самофінансування безпекових заходів, відновлення активів і адаптації до нових ринкових умов господарювання аграрного сектору. На основі аналізу вітчизняних наукових публікацій та емпіричних оцінок прямих і непрямих збитків агросектору узагальнено регіональний зріз втрат і потреб у відновленні, що відображає просторову диференціацію воєнних ризиків. У статті запропоновано стратегічну матрицю «можливості – загрози – результати» та еволюційно-адаптивну модель управління економічною безпекою аграрних підприємств. Ці інструменти інтегрують географічну, фінансову, інфраструктурну, кадрову та інноваційно-кліматичну адаптацію для забезпечення стійкої прибутковості й мінімізації воєнних збитків.

Ключові слова: економічна безпека, економічна стійкість, прибутковість, аграрні підприємства, аграрний сектор, управління, воєнні виклики, сталий розвиток, стратегія, адаптивна система.

The article examines the impact of the full-scale military aggression of the Russian Federation on the economic security of Ukrainian agricultural enterprises and their profitability. It is substantiated that profitability is transforming from a traditional financial result into a key resource for the self-financing of security measures, asset recovery, and adaptation to new market conditions within the agricultural sector. Based on the analysis of domestic scientific publications, profitability is proposed to be viewed as a systemic indicator of capital efficiency, reflecting the level of economic compensation for exogenous and endogenous risks integrated into the enterprise's activities. This indicator serves as a marker of an agricultural enterprise's performance, confirming its capacity to ensure positive dynamics in financial results within a destabilized environment. Based on empirical assessments of direct and indirect damages to the agricultural sector, a summary of losses and recovery needs has been compiled. According to preliminary estimates (as of late 2024), direct material losses in the agricultural sector exceeded \$11.2 billion. Structural analysis of these losses indicates an exhaustion of technical and infrastructural potential: the largest share is occupied by damage to machinery and equipment - 6.5 \$ billion (58%), while the destruction of storage facilities and losses from the theft of material and technical resources and finished products amount to \$1.9 billion each (17% respectively). Furthermore, the primary burden of material and technical asset destruction is concentrated in the five

most affected regions, with the Zaporizhzhia region leading in terms of direct destruction. The article proposes a strategic matrix of "opportunities – threats – results" and an evolutionary-adaptive model for managing the economic security of agricultural enterprises. These tools integrate geographical, financial, infrastructural, personnel, and innovative-climate adaptation to ensure sustainable profitability and minimize military-related losses.

Keywords: economic security, economic resilience, profitability, agricultural enterprises, agricultural sector, management, military challenges, sustainable development, strategy, adaptive system.

Постановка проблеми. Аграрний сектор є стратегічною основою економіки України, формуючи 7% ВВП та забезпечуючи доходи для близько 30-33% населення. Завдяки родючим чорноземам, помірному клімату та інвестиційному потенціалу (галузь генерує близько 14% інвестицій) Україна може не тільки задовольняти внутрішні потреби в продовольстві, а й виступати стратегічним експортним партнером аграрної продукції до країн Азії, Африки, Близького Сходу та ЄС [1; 14].

Водночас, повномасштабна воєнна агресія спричинила критичну деформацію сталих умов функціонування аграрних підприємств, трансформувавши галузеві переваги у зони високого ризику. Порушення логістичних ланцюгів, мінування значних площ сільськогосподарських угідь (за оцінками, понад 170 тис. кв. км територій України потребують обстеження), зростання вартості енергоносіїв та засобів захисту рослин – усе це призвело до стрімкого зниження рентабельності виробництва.

У таких умовах економічна безпека аграрних підприємств перестає бути лише питанням захисту активів. Вона стає складною системою управління виживанням у стані крайньої невизначеності. Ключовим індикатором життєздатності бізнесу в цей період виступає його прибутковість, яка стає не просто фінансовим результатом, а головним ресурсом для самофінансування безпечних заходів, реінвестування у відновлення та адаптації до нових ринкових реалій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх наукових публікацій свідчить про зростання інтересу вітчизняних дослідників до проблематики забезпечення стійкості та управління економічною безпекою аграрних підприємств, особливо в умовах воєнних викликів. Тільки за даними глобальної бази OpenAlex, з 2009 р. в Україні опубліковано понад 160 праць з економічної безпеки суб'єктів господарювання, з піком релевантності у 2023-2025 рр. через воєнно-політичні ризики. На запит бази «в умовах воєнних викликів» знайдено 316 документів, зокрема 216 (близько 68%) у 2025 р.

Зокрема, М. Негрей, А. Тараненко та І. Костенко [10] проаналізували стан аграрного біз-

несу під час воєнного стану, визначивши ключові кроки для подолання критичних проблем. Серед основних викликів автори визначають: руйнування транспортних маршрутів, нестачу кваліфікованих кадрів, обмеженість фінансових ресурсів тощо.

Дослідження І. Белкіна акцентує увагу на втратах галузі рослинництва від тимчасової окупації частини територій та бойових дій, що унеможливають посіви, подовжують агро-сезони та знижують врожайність на 20-30% у прифронтових зонах за рахунок мінування земель [4]. С. Герасимчук підкреслює стійкість експорту агропродукції як основного джерела валютних надходжень попри руйнування логістичних ланцюгів та блокаду морських портів [6]. І. Коновальчук та В. Ковальов наголошують на потребі державного регулювання з фокусом на довгострокову стратегію аграрного розвитку, поєднуючи кризове реагування з інноваційними моделями [2]. На важливості інновацій як фактору сталого розвитку аграрного сектору та підвищення ефективності в умовах невизначеності наголошує також Д. Халізів [15].

В. Прохорова, А. Крутова та К. Дяченко трактують економічну безпеку як динамічну категорію, що вимагає адаптивних механізмів для нівелювання дестабілізації. При чому дослідники наголошують на забезпеченні прибутковості, як індикатора стійкості [11].

Автори Н. Строченко, А. Зеленським розглядають фінансову стійкість аграрного підприємства як його здатність забезпечувати безперервну діяльність за умови своєчасного погашення зобов'язань перед кредиторами, що є ключовим елементом економічної безпеки в умовах нестабільності та невизначеності. Дослідники наголошують, що основними індикаторами фінансової стійкості є коефіцієнти: ліквідності, автономії (частка власного капіталу), фінансової залежності, концентрації позикового капіталу, маневрності власних коштів, забезпечення запасів та зміна вартості оборотних активів. Такі фінансові показники дозволяють комплексно оцінювати адаптивність аграрних підприємств до зовнішніх та внутрішніх ризиків. І. В. Колодзяна та К. А. Букріна визначають структуру

безпеки через ресурсну достатність та управління ризиками, підкреслюючи залежність від ресурсного забезпечення та прибутковості діяльності [8]. Д. Дячков, Ю. Гнаток та А. Животовська розглядають безпеку як елемент загального захисту підприємства від внутрішніх і зовнішніх загроз з акцентом на ринкову адаптацію [7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри ґрунтовність напрацювань вітчизняних вчених, проблема забезпечення економічної безпеки аграрних підприємств ускладнюється динамікою воєнних викликів та постійним нарощуванням прямих та непрямих збитків. Традиційні методи управління ризиками та фінансового планування часто виявляються неефективними в умовах фізичного руйнування активів, системної логістичної блокади та нестабільності ціноутворення. Виникає суперечність між необхідністю забезпечення прибутковості діяльності та собівартості. Це потребує пошуку нових адаптивних моделей управління.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування концептуальних засад та формування адаптивної системи управління економічною безпекою аграрних, яка спрямована на забезпечення прибутковості та мінімізацію воєнних збитків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Варто зауважити, що прибутковість є важливою складовою економічної стабільності аграрних підприємств. На думку Н. Наконечна, Н. Градюк [3], прибутковість доцільно трактувати як інтегральний показник віддачі інвестованих ресурсів, який виступає мірою фінансового відшкодування за прийняті підприємством внутрішні та зовнішні ризики. Вона слугує ключовим індикатором успішності системи економічної безпеки, оскільки засвідчує здатність стабільно підвищувати фінансові результати попри наявні загрози.

Т. Саванчук, В. Сергієнко виділяють ключові елементи системи економічної безпеки аграрного підприємства: моніторинг ризиків (ідентифікація коливань цін/погоди, оцінка ймовірності, ранжування, стратегії страхування/резервів); фінансове планування з моніторингом ліквідності та валютних ризиків; диверсифікація (розширення асортименту, суміжні галузі як переробка/логістика, географія ринків, агротуризм, green tech для синергії); управління персоналом (набір/мотивація/

навчання, безпека праці, комунікація для зниження стресів персоналу). Автори наголошують, що державна підтримка обмежена, тому керівники підприємств мусять самостійно забезпечувати стійкість через проактивний контроль та співпрацю з галузевими організаціями [12]. С. Кудактін, С. Назаренко у своєму дослідженні наголошують на необхідності посилення кадрового потенціалу суб'єктів господарювання, як важливого чинника економічної безпеки [9].

Н. Вдовенко та Ю. Перегуда вдосконалюють стратегії фінансових інструментів для сталого розвитку аграрних підприємств, інтегруючи економічну безпеку держави з протидією тіньовій економіці [5].

За попередніми оцінками (кінець 2024 р.), внаслідок повномасштабної збройної агресії РФ проти України прямі матеріальні втрати аграрної галузі перевищили 11,2 млрд дол. США. Структурний аналіз втрат свідчить про виснаження технічного та інфраструктурного потенціалу: найбільшу питому вагу займає пошкодження техніки та обладнання – 6,5 млрд дол. США (58%), тоді як руйнування складських потужностей та втрати від розкрадання матеріально-технічних ресурсів і готової продукції становлять по 1,9 млрд дол. США (по 17% відповідно) [1].

Окрім прямих втрат, суб'єкти аграрного бізнесу стикаються з непрямыми збитками, зумовленими дефіцитом доходів через скорочення обсягів виробництва, дисконтуванням цін на вітчизняну агропродукцію та вимушеною ескалацією операційних витрат у безпековому контексті. За попередніми даними (кінець 2024 р.) обсяг таких збитків сягають 72,2 млрд дол. США. Зокрема, найбільш критичних втрат зазнав сегмент вирощування однорічних культур, збитки у якому сягнули 37,1 млрд дол. США, що зумовлено як фізичною недоступністю угідь, так і порушенням агротехнічних циклів. Другим за вагомістю деструктивним фактором стало суттєве зменшення закупівельних цін на внутрішньому ринку, що призвело до недоотримання 24,7 млрд дол. США доходу через логістичний колапс та обмеження експортних можливостей. Паралельно з падінням доходів спостерігається інтенсивна ескалація витрат: підвищення собівартості виробництва внаслідок подорожчання ресурсів та енергоносіїв згенерувало додаткові збитки у розмірі 4,4 млрд дол. США. Окрім рослинництва, значних втрат зазнали суміжні галузі – тварин-

ництво (3,6 млрд дол. США) та вирощування багаторічних культур (1,5 млрд дол. США), що у сукупності з іншими непередбачуваними витратами (1,5 млрд дол. США) формує системний виклик для економічної безпеки аграрних підприємств, нівелюючи їхній інвестиційний потенціал та здатність до самовідновлення.

Дані табл. 1 демонструють пряму кореляцію між географічною наближеністю до зони бойових дій та обсягом прямих збитків регіонального аграрного сектору.

За попередніми даними [1] основний тягар руйнування матеріально-технічних активів акумулює п'ятірка найбільш постраждалих областей, серед яких лідером за обсягом прямої деструкції є Запорізька область (прямі збитки: 3304 млн дол. США; непрямі збитки: 6,0 млрд. дол США). Суттєві пошкодження основних засобів зафіксовані також у: Херсонській (прямі збитки: 2227 млн дол. США; непрямі збитки: 7,3 млрд. дол США), Луганській (прямі збитки: 1750 млн дол. США; непрямі збитки: 2,8 млрд. дол США), Харківській (прямі збитки: 1408 млн дол. США; непрямі збитки: 5,8 млрд. дол США) та Донецькій (прямі збитки: 1248 млн дол. США; непрямі збитки: 4,6 млрд. дол США) областях. Ці регіони формують «червону зону» ризику, де деструктивний вплив воєнних чинників призвів до виникнення критичного роз-

риву між наявними ресурсами підприємств та потребами у їх відновленні.

Варто зауважити, що непрямі втрати мають системний загальнодержавний характер, що нівелює прибутковість підприємств навіть у відносно безпечних регіонах.

За попередніми даними [1], сукупна потреба у відновленні аграрного сектору України на період 2025-2035 рр. оцінюється у 55,5 млрд дол. США. При чому, найбільш капіталомістким вектором є відновлення послуг: впровадження кліматично-орієнтованих технологій (15,0 млрд дол. США), розширення ланцюжків доданої вартості (10,0 млрд дол. США) та стимулювання приватних інвестицій через систему грантів (10,0 млрд дол. США) та інше. Важливою складовою є безпосередня відбудова активів (10,5 млрд дол. США), де пріоритет надається регенерації технічного парку (7,2 млрд дол. США) та відновленню складської інфраструктури (2,3 млрд дол. США).

Одночасно із відбудовою активів у стратегічній перспективі до 2035 р. передбачено заходи з фінансової підтримки виробництва (6,1 млрд дол. США), які включають пільгове кредитування в межах програми «5-7-9%» (3,1 млрд дол. США), надання цільових грантів для малих фермерських господарств та реалізацію проектів із рекультивациі земель (по 1,1 млрд дол. США відповідно) та інше.

Таблиця 1

Регіональний зріз збитків та потреб у відновленні аграрного сектору України (рейтинг найбільш постраждалих регіонів за обсягом прямих збитків, млн дол США)

Регіон	Обсяг прямих збитків, млн дол. США	Обсяг непрямих втрат, млрд дол США	Потреби у відновленні, млрд дол США
Запорізька	3304	6,0	8,2
Херсонська	2227	7,3	7,3
Луганська	1750	2,8	4,0
Харківська	1408	5,8	5,2
Донецька	1248	4,6	4,4
Миколаївська	476	3,4	2,5
Київська	459	2,8	2,1
Чернігівська	241	3,8	2,3
Сумська	123	3,9	2,2
Кіровоградська	1,1	3,3	1,7
Дніпропетровська	1,0	3,6	1,9
Полтавська	0,4	3,9	2,1
Черкаська	0,8	2,9	1,6

Джерело: сформовано авторами на основі [1]

Таблиця 2

Стратегічна матриця «можливості – загрози-результати» аграрного сектору

Тип загрози	Можливості (управлінські рішення)	Стратегічний результат
Руйнування активів, мінування земель	Географічна адаптація (релокація потужностей) та запуск сертифікованого ринку гуманітарного розмінування	Повне відновлення виробничого потенціалу та повернення деокупованих земель у господарський обіг
Дефіцит енергії та руйнування інфраструктури	Енергодецентралізація (автономні системи), впровадження генерації з відновлюваних джерел та біопалива	Формування енергонезалежних агрокластерів та безперебійність виробничих циклів
Логістична блокада та втрата ринків	Розбудова мультимодальних терміналів («сухих портів») та використання морського коридору	Прямий вихід на світові ринки, диверсифікація збуту та розвиток власної дистрибуції
Нестача кваліфікованих кадрів, міграція, мобілізація	Впровадження програм перекваліфікації, цифровізація управління та інклюзивність (залучення ВПО, жінок, ветеранів)	Підвищення технологічної продуктивності праці та збереження кадрового потенціалу через соціальну адаптацію
Залежність від міжнародної підтримки	Перехід від грантової моделі до залучення приватного капіталу та впровадження стандартів ESG-звітності	Формування інвестиційної привабливості та перехід до самостійного фінансування через розвиток глибокої переробки
Екологічні ризики та зміни клімату	Впровадження точного землеробства, водозберігаючих технологій та стійкої селекції	Системний кліматичний менеджмент, мінімізація втрат врожаю та розвиток агрострахування

Джерело: сформовано авторами на основі [1]

Запропонована стратегічна матриця «можливості – загрози – результати» (табл. 2) обґрунтовує необхідність розробки універсальної моделі економічної безпеки аграрних підприємств, що диференційовано враховує регіональну специфіку воєнних ризиків – від фізичного захисту активів у прифронтових зонах до фінансово-ринкової адаптації в тилкових областях.

При цьому, еволюційно-адаптивна модель управління економічною безпекою аграрних підприємств під впливом воєнних викликів описує цільові орієнтири через призму фінансової стійкості та здатності системи трансформуватися задля збереження фінансової результативності.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що повномасштабна воєнна агресія спричинила значну деструкцію аграрного сектору України. Обґрунтовано, що в умовах воєнного стану прибутковість трансформується у стратегічний ресурс самофінансування безпекових заходів та відновлення активів, виступаючи головним індикатором життєздатності бізнесу. Розроблена стратегічна матриця «можливості – загрози – результати» визначає адаптивні управлінські рішення, зокрема енергодецентралізацію та мультимодальну логістику, як інструменти нівелювання воєнних загроз. Сформована еволюційно-адаптивна модель управління інтегрує фінансову стійкість із процесами трансформації виробничих циклів.

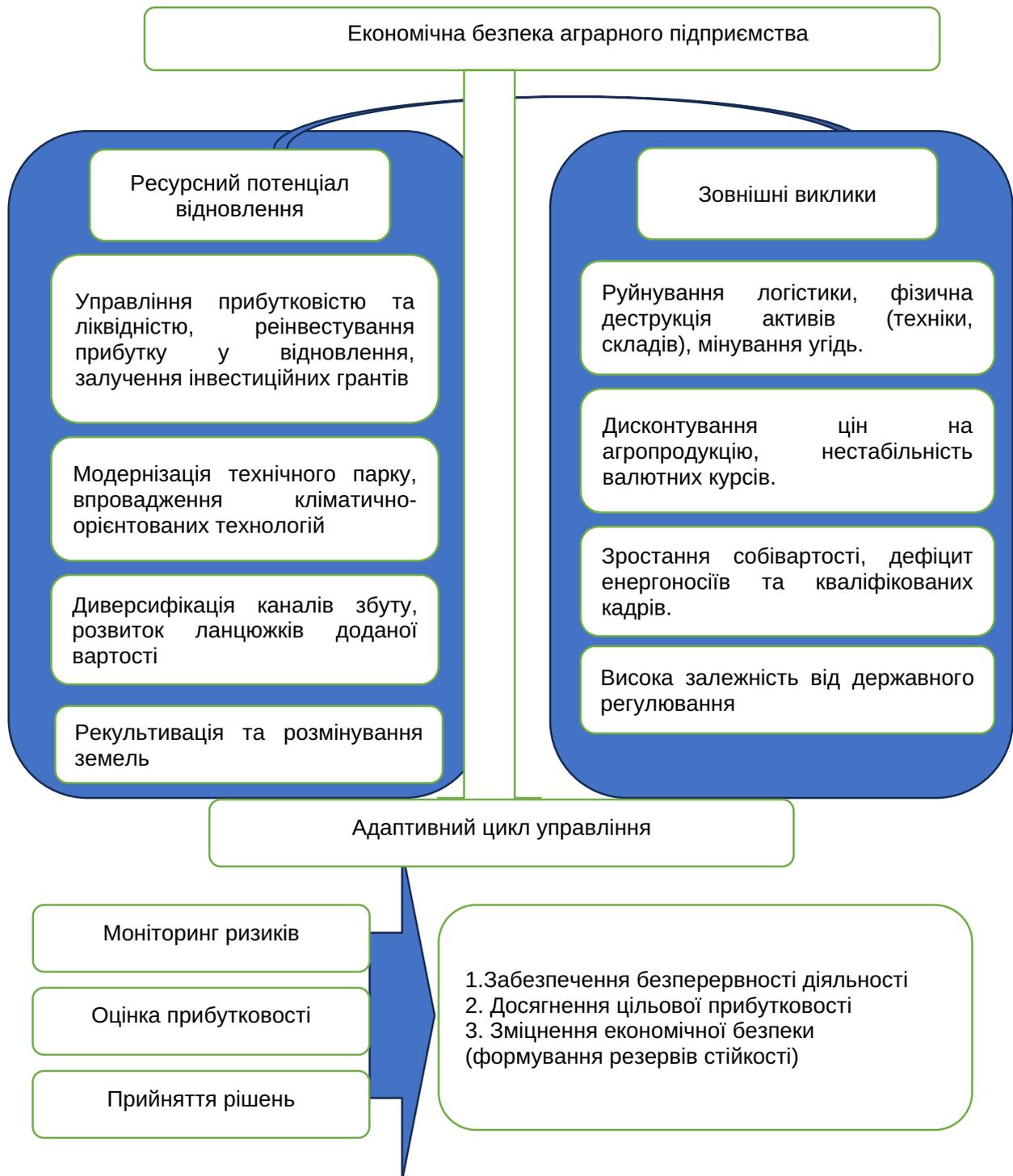


Рис. 1. Еволюційно-адаптивна модель управління економічною безпекою аграрних підприємств під впливом воєнних викликів

Джерело: сформовано авторами

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Agribusiness Ukraine 2024/2025 pp. Інфографічний довідник. URL: <https://surl.li/nttquk> (дата звернення: 24.11.2025).
2. Konovalchuk I., Kovalov V. Specific features of government regulation of Ukraine's agriculture sector within martial law. *Public Administration and Law Review*. 2023. № 4. P. 18-25. DOI: <https://doi.org/10.36690/2674-5216-2023-4-18-25>.

3. Nakonechna N., Hradyuk N. Profitability as a key characteristic of ensuring the financial and economic security of the enterprise. *Innovation and Sustainability*. 2024. № 2. P. 69-75. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2024.2.69.75>.

4. Белкін І. В. Дослідження факторів впливу на економічний стан аграрного ринку України в умовах воєнного часу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 17. С. 39-43. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.5>.

5. Вдовенко Н. М., Перегуда Ю. А. Фінансові інструменти сталого розвитку підприємств аграрного бізнесу в аспекті економічної безпеки держави й впливу тіньової і поведінкової економіки. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*. 2023. Вип. 38. С. 504-510. URL: <https://nslubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1107> (дата звернення: 24.11.2025).

6. Герасимчук С. Г. Забезпечення економічної безпеки та стійкості аграрного сектору України в умовах військового та пост-військового стану. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2023. № 1(11). С. 84-97. DOI: <http://doi.org/10.32750/2023-0107>

7. Дячков Д., Гнаток Ю., Животовська А. Стратегічне управління фінансово-економічною безпекою аграрних підприємств як елемент їх загальної безпеки. *Інфраструктура ринку*. 2023. Вип. 75. С. 91-95. URL: <https://surl.li/jofesi> (дата звернення: 24.11.2025).

8. Колодяжна І. В., Букріна К. А. Економічна безпека в системі сталого функціонування підприємства. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. Вип. 23 (1). С. 135-140. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_23\(1\)_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_23(1)_30) (дата звернення: 24.11.2025).

9. Кудактін С., Назаренко С. Управління розвитком персоналу для посилення кадрового потенціалу та стану економічної безпеки суб'єктів господарювання. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2023. № 2(49). С. 413–425. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptr.2.49.2023.3992>.

10. Негрей М., Тараненко А., Костенко І. Аграрний сектор України в умовах війни: проблеми та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2022. № 40. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-38>

11. Прохорова В., Крутова А., Дяченко К. Економічна безпека підприємств України в умовах дестабілізаційного розвитку. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія: Економіка*. 2022. Вип. 14 (28). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-14\(28\)-10](https://doi.org/10.33296/2707-0654-14(28)-10)

12. Саванчук Т., Сергієнко В. Ключові напрямки організації системи економічної безпеки аграрного підприємства. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. № 8(08). С. 221-223. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.8-36>

13. Строченко Н., Зеленський А. Перспективні інструменти управління фінансовою стійкістю аграрного підприємства. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 1(16). С. 240-244. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.16-36>

14. Схабовський О. М. Вплив воєнного стану на економічну стабільність аграрного бізнесу в Україні. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12820026>

15. Халізів Д. В. Розвиток аграрного сектору економіки в умовах воєнного стану. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету*. 2023. № 79. С. 286-290. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.79.1.48>

REFERENCES:

1. Agribusiness Ukraine 2024/2025 rr. Infografichniy dovidnyk [Agribusiness Ukraine 2024/2025. Infographic guide]. Available at: <https://surl.li/nttqk> (accessed November 24, 2025).

2. Konovalchuk I., Kovalov V. (2023) Specific features of government regulation of Ukraine's agriculture sector within martial law. *Public Administration and Law Review*, no. 4, pp. 18-25. DOI: <https://doi.org/10.36690/2674-5216-2023-4-18-25>.

3. Nakonechna N., Hradyuk N. (2024) Profitability as a key characteristic of ensuring the financial and economic security of the enterprise. *Innovation and Sustainability*, no. 2, pp. 69-75. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2024.2.69.75>.

4. Bielkin I. V. (2023) Doslidzhennia faktoriv vplyvu na ekonomichniy stan ahrarnoho rynku Ukrainy v umovakh voiennoho času [Study of factors influencing the economic state of the agricultural market of Ukraine in wartime conditions]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, no. 17, pp. 39-43. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.5>.

5. Vdovenko N. M., Perehuda Yu. A. (2023) Finansovi instrumenty staloho rozvytku pidpriemstv ahrarnoho biznesu v aspekti ekonomichnoi bezpeky derzhavy i vplyvu tinovoi i povedinkovoi ekonomiky [Financial instruments

for sustainable development of agribusiness enterprises in the aspect of economic security of the state and the influence of shadow and behavioral economics]. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*, vol. 38, pp. 504-510. Available at: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1107> (accessed November 24, 2025).

6. Herasymchuk S. H. (2023) Zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky ta stiikosti ahrarynoho sektoru Ukrainy v umovakh viiskovoho ta post-viiskovoho stanu [Ensuring economic security and sustainability of the agricultural sector of Ukraine in military and post-military state conditions]. *Yevropeyskyi naukovyi zhurnal Ekonomichnykh ta Finansovykh innovatsii – European Scientific Journal of Economic and Financial Innovations*, no. 1(11), pp. 84-97. DOI: <http://doi.org/10.32750/2023-0107>.

7. Diachkov D., Hnatok Yu., Zhyvotovska A. (2023) Stratehichne upravlinnia finansovo-ekonomichnoiu bezpekoiu ahrarynykh pidpriemstv yak element yikh zahalnoi bezpeky [Strategic management of financial and economic security of agricultural enterprises as an element of their general security]. *Infrastruktura rynku – Market Infrastructure*, vol. 75, pp. 91-95. Available at: <https://surl.li/jofesi> (accessed November 24, 2025).

8. Kolodiazna I. V., Bukrina K. A. (2019) Ekonomichna bezpeka v systemi staloho funktsionuvannia pidpriemstva [Economic security in the system of sustainable functioning of the enterprise]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo – Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series: International Economic Relations and the World Economy*, vol. 23(1), pp. 135-140. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_23\(1\)_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_23(1)_30) (accessed November 24, 2025).

9. Kudaktin S., Nazarenko S. (2023) Upravlinnia rozvytkom personalu dlia posylennia kadrovoho potentsialu ta stanu ekonomichnoi bezpeky subiektiv hospodariuvannia [Management of personnel development to strengthen the personnel potential and the state of economic security of economic entities]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, no. 2(49), pp. 413–425. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.49.2023.3992>.

10. Nehei M., Taranenko A., Kostenko I. (2022) Ahraryni sektor Ukrainy v umovakh viiny: problemy ta perspektyvy [Agricultural sector of Ukraine in war conditions: problems and prospects]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, no. 40. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-38>.

11. Prokhorova V., Krutova A., Diachenko K. (2022) Ekonomichna bezpeka pidpriemstv Ukrainy v umovakh destabilizatsiynoho rozvytku [Economic security of Ukrainian enterprises in terms of destabilizing development]. *Adaptyvne upravlinnia: teoriia i praktyka. Serii: Ekonomika – Adaptive Management: Theory and Practice. Series: Economics*, vol. 14 (28). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-14\(28\)-10](https://doi.org/10.33296/2707-0654-14(28)-10).

12. Savanchuk T., Serhienko V. (2023) Kliuchovi napriamky orhanizatsii systemy ekonomichnoi bezpeky ahrarynoho pidpriemstva [Key directions of organizing the economic security system of an agricultural enterprise]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital Economy and Economic Security*, no. 8(08), pp. 221-223. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.8-36>.

13. Strochenko N., Zelenskyi A. (2025) Perspektyvni instrumenty upravlinnia finansovoiu stiikistiuh ahrarynoho pidpriemstva [Perspective tools for managing the financial stability of an agricultural enterprise]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital Economy and Economic Security*, no. 1(16), pp. 240-244. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.16-36>.

14. Skhabovskiy O. M. (2024) Vplyv voiennoho stanu na ekonomichnu stabilnist ahrarynoho biznesu v Ukraini [The impact of martial law on the economic stability of agribusiness in Ukraine]. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12820026>.

15. Khalizov D. V. (2023) Rozvytok ahrarynoho sektoru ekonomiky v umovakh voiennoho stanu [Development of the agricultural sector of the economy under martial law]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho Natsionalnoho Universytetu – Scientific Bulletin of Uzhhorod National University*, no. 79, pp. 286-290. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.79.1.48>.

Дата надходження статті: 07.12.2025

Дата прийняття статті: 16.12.2025

Дата публікації статті: 29.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-82-159>

УДК 334.78:65.012.4:004

ЦИФРОВІ РІШЕННЯ В МОДЕЛІ ПРОМИСЛОВОГО СИМБІОЗУ: ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ

DIGITAL SOLUTIONS IN THE INDUSTRIAL SYMBIOSIS MODEL: ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS

Мельникова Марина Віталіївна

доктор економічних наук, доцент,

Інститут економіки промисловості Національної академії наук України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5342-622X>**Melnykova Maryna**

Institute of Industrial Economics of National academy of sciences of Ukraine

Стаття присвячена дослідженню актуального питання використання цифрових рішень в моделі промислового симбіозу для управління учасниками еко-індустріальних парків, створення яких визнано Урядом України важливим елементом сталого повоєнного відновлення економіки. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід переходу до цифрових рішень в циркулярних бізнес-моделях та еко-індустріальних парках. Запропоновано використання диференційованого підходу до нових та існуючих моделей промислового симбіозу, а також врахування організаційних особливостей та економічних можливостей його учасників (включаючи трансформації циркулярної бізнес-моделі при переході на обмін енергією на підставі технології смарт-грид в умовах «зеленого» виробництва, а також забезпечення економії матеріальних ресурсів та бюджетних коштів за рахунок рекуперації теплової енергії технологічних процесів до комунальних мереж теплопостачання).

Ключові слова: промисловий симбіоз, модель, організаційні особливості та економічні можливості, впровадження цифрових рішень.

The article is devoted to the study of the use of digital solutions in the industrial symbiosis model, which is an important component of the management of eco-industrial park participants. The relevance of the study is determined by the fact that eco-industrial parks have been recognized by the Government of Ukraine as an important element of the sustainable post-war recovery of the Ukrainian economy, and digitalization and decarbonization are priority areas of industrial development. The purpose of the article is to develop recommendations for taking into account organizational and economic aspects when transitioning to the use of digital solutions in the industrial symbiosis model. To achieve the goal, the following research methods were used: analysis and synthesis, systematic approach, comparison, grouping, logical generalization. The domestic and foreign experience of transitioning to digital solutions (automation of business processes, creation of digital platforms, implementation of smart technologies based on the Internet of Things, processing of big data, use of elements of artificial intelligence and blockchain technologies) in circular business models and eco-industrial parks is analyzed. The need to take into account the organizational features and economic capabilities of participants in industrial symbiosis when implementing digital solutions is substantiated. The use of a differentiated approach to the use of digital solutions in new and existing models of industrial symbiosis is proposed. Attention is paid to the transformation of the circular business model when using digital solutions by participants in industrial symbiosis, which exchange energy based on smart grid technology in conditions of "green" production (hydrogen, metal, etc.). The need to take into account the role of the territorial community and the degree of development of digital infrastructure when forming a strategy and tactics for the transition to the use of digital solutions in the industrial symbiosis model has been identified. The developed proposals are useful for specialists involved in the implementation of individual digital solutions in new and existing models of industrial symbiosis. The issue of financing the comprehensive implementation of digital solutions in the industrial symbiosis model requires further research.

Keywords: industrial symbiosis, model, organizational features and economic opportunities, implementation of digital solutions.

Постановка проблеми. Завдання раціонального використання ресурсів, підтримки екологічної безпеки та створення комфортних умов життя населення були та залишаються актуальними для української економіки як в довоєнний період, так і в період сталого повоєнного відновлення. Вирішенню зазначених завдань сприяє промисловий симбіоз, який визнано Урядом України одним з критеріїв перетворення індустріальних парків в еко-індустріальні парки у відповідності до Стратегії розвитку індустріальних парків до 2030 року (Розпорядження КМУ №176-р від 24.02.2023 р.) (далі – Стратегія), яка містить розроблену за участю проєкту GEPP Ukraine Концепцію розвитку еко-індустріальних парків та план операційних дій. Проєкт GEPP Ukraine (далі – Проєкт) реалізується в Україні UNIDO за підтримки уряду Швейцарії в два етапи. В рамках другого етапу, який розраховано на 2025-2028 рр., Проєктом прийнято участь у розробці стандарту ДСТУ 9328:2025 Еко-індустріальні парки – Критерії сталості та метод оцінювання (Наказ УкрНДЦ № 95 від 05.06.2025 р.). Серед критеріїв трансформації індустріальних парків в еко-індустріальні визначено створення промислових симбіозів між підприємствами. Промисловий симбіоз являє собою міжгалузеве об'єднання підприємств, модель управління яким повинна забезпечити узгоджену переробку первинних та вторинних ресурсів, включаючи енергоресурси, що передбачає використання інформаційно-комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень. Завдання декарбонізації та цифровізації в сфері промислового розвитку, які було поставлено Урядом України в довоєнний період, актуальні в період воєнного стану та повоєнного відновлення, що обумовлює дослідження питань переходу до цифрових рішень в моделі промислового симбіозу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми формування та використання моделей промислового симбіозу як в рамках еко-індустріальних парків, так і безпосередньо на промислових територіях розглянуто в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених та практиків [1-3], процес економічного управління в рамках організації промислового симбіозу, включаючи циркулярні бізнес-моделі, представлено в дослідженнях [4;5], перехід до використання цифрових рішень в складних організаційно-економічних системах, в загальному, та еко-індустріальних парках, зокрема, розглянуто в авторах робіт [6-11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. В представлених дослідженнях вітчизняних та зарубіжних фахівців розглянуто впровадження цифрових рішень в еко-індустріальних парках, які використовують класичні циркулярні бізнес-моделі, а промисловий симбіоз передбачає обмін ресурсами та енергією за критерієм «три-два» (мінімум три учасника беруть участь в обміні мінімум двох ресурсів) шляхом використання одного з трьох видів взаємовигідного обміну (повторне використання супутніх продуктів, спільне використання комунальних послуг або інфраструктури, задоволення потреб в додаткових послугах), що відображено в роботах [1-3; 8-11]. Звичайно промисловий симбіоз має пріоритетним завданнями підвищення екологічної безпеки та створення комфортних умов життя населення за рахунок максимізації переробки відходів, а економічні вигоди, пов'язані з раціональним використанням ресурсів та енергії, не є пріоритетними. В умовах повоєнного відновлення економіки України декілька змінюються пріоритети використання моделі промислового симбіозу та на передній план виходять завдання ресурсозбереження та ресурсоефективності, що не виключає підтримки екологічної безпеки. Крім того слід враховувати, що елементи промислового симбіозу (обмін первинними та вторинними ресурсами і енергією між підприємствами містоутворювачого, містообслуговуючого та містобудівного секторів, дотримання принципів промислової екології) без створення еко-індустріальних парків мали місце у великих промислових містах, зокрема Дніпро, Запоріжжя, Кривий Ріг, Маріуполь, Харків ще в довоєнний період [12]. Тому цей процес слід продовжити, зважаючи на досвід Калундбогу, в якому ділові та партнерські зв'язки між підприємствами під керівництвом органів місцевого самоврядування перетворилися в модель промислового симбіозу, успішно діючу в еко-індустріальному парку. В даний час в Україні налічується 111 індустріальних парків, третя частина з яких комунальні (створені за ініціативою територіальної громади). Саме ці парки потенційно можуть перетворитися в еко-індустріальні в рамках співробітництва бізнесу з органами місцевого самоврядування та територіальними громадами. Важливим чинником переходу до цифрових рішень виступає наявність цифрової інфраструктури на території впровадження моделі промислового симбіозу. Це також слід враховувати в умовах повоєнного відновлення

економіки зважаючи на обсяги руйнування інфраструктурних об'єктів в період воєнного стану. Тому невирішеною частиною загальної проблеми є адаптація існуючих та розробка власних підходів до використання цифрових рішень в моделі промислового симбіозу як організації міжгалузевої економічної взаємодії підприємств з обміну первинними і вторинними ресурсами та енергією в умовах повоєнного відновлення економіки.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті полягає в розробці рекомендацій щодо врахування організаційних та економічних аспектів при переході до використання цифрових рішень в моделі промислового симбіозу. Для досягнення мети в процесі дослідження використано методи: аналізу та синтезу, системний підхід, порівняння, групування, логічного узагальнення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження організаційних та економічних аспектів процесу переходу до використання цифрових рішень в моделі промислового симбіозу пов'язано з тим, що обмін ресурсами та енергією між учасниками в моделі складає економічний аспект, а організація міжгалузевої взаємодії – організаційний. Впровадження цифрових рішень в економічну складову моделі, пов'язану з обміном ресурсами та енергією, передбачає перехід до смарт-технологій у виробництві та використанні Інтернету речей для збору та накопичення даних про перебіг технологічних процесів в реальному масштабі часу; елементів штучного інтелекту для контролю та узгодження технологічних процесів; обробку великих даних про перебіг технологічних процесів для трансформації їх в економічну інформацію. Цифрові рішення для організаційної складової моделі промислового симбіозу полягають у використанні: цифрових платформ для зниження трансакційних витрат, пов'язаних з пошуком партнерів; блок-чейн технологій для створення інтегрованої бази даних учасників та забезпечення прозорості трансакцій між ними; укладання смарт-контрактів для обміну ресурсами між учасниками та управління ланцюгами постачання. Що стосується автоматизації бізнес-процесів та цифровізації циркулярної бізнес-моделі, то такі цифрові рішення звичайно використовують при розробці нової моделі промислового симбіозу. Слід зазначити, що циркулярна бізнес-модель передбачає наявність замкненого ланцюга постачання, що може викликати зниження загальної продуктивності. Це пов'язано

з тим, що відходи (вторинні ресурси) зазвичай мають нижчу якість ніж первинні ресурси, що потребує здійснення управління якістю відходів шляхом інтеграції їх постачальника в операційні процеси їх переробника. При цьому слід враховувати ступінь непередбачуваності та неоднорідності зворотних потоків. Використання Інтернету речей, штучного інтелекту та аналітики даних дозволяє оптимізувати виробничі процеси за рахунок збору технологічних даних та перетворення їх в інформацію, а також інтегрувати виробників та переробників відходів (вторинних ресурсів) або користувачів скидної енергії до ланцюгів постачання в режимі реального часу. В умовах використання цифрових рішень в циркулярній бізнес-моделі змінюються не ланки ланцюга вартості, які поєднують процес виробництва та реалізації продукції, а їх зміст та розташування, що впливає на склад та ролі учасників створення вартості. Поряд з циркулярної бізнес-моделлю для управління учасниками промислового симбіозу також використовується інформаційно-аналітична комп'ютерна система. Цифрова трансформація таких комп'ютерних систем управління докладно представлена в роботах [7; 8]

Слід підкреслити доцільність використання диференційованого підходу до впровадження цифрових рішень для нових та існуючих моделей промислового симбіозу. При переході до цифрових рішень для існуючих моделей промислового симбіозу необхідно забезпечити збереження організаційно-економічної структури, яка відображує рух ресурсних та інформаційних потоків між учасниками. При цьому слід враховувати те, що за результатами опитування, представленими в роботі [6], раціональному енергоспоживанню та підвищенню ефективності переробки ресурсів сприяє впровадження смарт-технологій та Інтернету речей, для управління запасами та ланцюгами постачання використовується аналітика великих даних, стандартизації сировини та сертифікації готової продукції сприяє використанню технології блок-чейн, а штучний інтелект оцінює вплив на довкілля і контролює надійність постачальників та замовників. Зважаючи на те, цифрові рішення потребують залучення значних фінансових ресурсів та спеціально підготовлених наявності фахівців, порядок їх впровадження визначається виходячи з організаційних особливостей та економічних можливостей учасників промислового симбіозу.

Для нових виробництв при впровадженні цифрових рішень в модель промислового

симбіозу слід враховувати такі обставини. При використанні цифрових рішень в моделі промислового симбіозу між виробниками та споживачами відновлюваної енергії можлива організація перехресного обміну первинними та вторинними енергоресурсами на підставі використання технології смарт-грид, що в свою чергу впливає на їх економічні взаємовідносини. Тому, в проектах з виробництва «зеленого водню» для узгодження енергетичних потреб та можливостей їх отримання має сенс передбачити залучення непрофільних активних споживачів-просьюмерів «зеленої» енергії (сонячної або вітрової), які діють на території присутності, та забезпечення їх обладнанням для зберігання надлишково виробленої енергії або використання для цього хмарних сховищ енергії (у відповідності до досвіду Німеччини). Ця надлишково вироблена енергія – вторинний ресурс може використовуватися як резервна в процесі переробки первинного ресурсу (води) для виробництва «зеленого» водню. На користь залучення активних споживачів-просьюмерів також є спрощення Урядом України процедури дозволу розміщення сонячних батарей на дахах житлових будинків. Це дозволить вирішити не тільки проблему організації резервного енергопостачання, але й сприятиме зниженню негативного відношення місцевого населення до зменшення запасів прісної води за рахунок організації виробництва «зеленого» водню. Також необхідно додатково визначити та економічно оцінити процес перехресного використання енергоресурсів на підставі технології смарт-грид учасниками промислового симбіозу. Поряд з організаційними особливостями слід враховувати можливості економії матеріальних ресурсів та бюджетних коштів за рахунок використання технології смарт-грид на підставі корегування обсягів централізованого виробництва теплової енергії комунальними підприємствами при рекуперації теплової

енергії технологічних процесів непрофільних виробництв до мережи міського теплопостачання в рамках моделі промислового симбіозу. Реалізація запропонованих підходів трансформації циркулярної бізнес-моделі та економії матеріальних і фінансових ресурсів за рахунок впровадження цифрових рішень учасниками промислового симбіозу залежить від наявності цифрової інфраструктури та участі органів місцевого самоврядування в процесах організації обміну ресурсами та енергією між виробниками «зеленої» енергії і комунальними підприємствами.

Висновки. Таким чином, розглянуті досвід та розроблені пропозиції щодо врахування організаційно-економічних аспектів впровадження цифрових рішень в модель промислового симбіозу є локальними. Для перетворення їх в комплексні доцільна розробка відповідної стратегії і тактики на підставі наявних організаційних особливостей міжгалузевої взаємодії підприємств з обміну первинними і вторинними ресурсами та енергією, а також можливості отримання економічних, екологічних та соціальних ефектів за рахунок цього обміну. Стратегія визначає пріоритети та принципи, а тактика – умови а чинники впровадження цифрових рішень в модель промислового симбіозу. В процесі впровадження цифрових рішень в модель промислового симбіозу можуть бути отримані додаткові економічні ефекти та виявлено резерви економії ресурсів і енергії. Поряд з ефектами існують бар'єри, пов'язані з необхідністю підвищення кібербезпеки, підготовкою персоналу, послідовністю впровадження цифрових рішень учасниками промислового симбіозу і т. ін. Зазначені бар'єри мають вплив на тактику впровадження цифрових рішень в модель промислового симбіозу, тому шляхи їх подолання та забезпечення комплексного впровадження цифрових рішень повинні стати предметом подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Мазур Е.М., Король Е.І. Еко-індустріальні парки як напрям інноваційного розвитку виробничих територій. *Просторовий розвиток*. 2023. № 6. С. 71-89.
2. Maranesi C., De Giovanni P. Modern Circular Economy: Corporate Strategy, Supply Chain, and Industrial Symbiosis. *Sustainability*. 2020. № 12(22). URL: <https://doi.org/10.3390/su12229383>
3. Chopra S., Khanna V. Understanding resilience in industrial symbiosis networks: Insights from network analysis. *Journal of Environmental Management*. 2014. № 141. P. 86-94.
4. Dong L., Taka G.N., Lee D., Park Y., Park H. S. Tracking industrial symbiosis performance with ecological network approach integrating economic and environmental benefits analysis. *Resources, Conservation and Recycling*. 2022. Vol. 185. Article 106454. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106454>

5. Заблоцька Р.О., Русак Д.М. Особливості розвитку циркулярних бізнес-моделей в умовах сталого розвитку. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2024. № 4(21). С. 28-37. DOI: 10.30857/2786-5398.2024.4.3
6. Geissdoerfer M., Pieroni M.P.P., Pigosso D.C.A., Soufani K. Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 277. Article 12374. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
7. Мельник А.О. Впровадження цифрових рішень для оптимізації управлінських процесів організації. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 4. С. 171–176
8. Свиноус І. В., Радько В. І., Хахула Б. В. Цифрова трансформація бізнес-процесів фінансово-промислових компаній: економічні переваги та ризики. *Економіка та суспільство*. 2025. № 81 DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-87>
9. Schoggl J. P., Rusch M., Stumpf L., Baumgartner R.J. Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector. *Sustainable Production and Consumption*. 2022. Vol. 35. P. 401-420. URL: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.012>
10. Ahmad Termizi S.N.A., Wan Alwi S.R., Manan Z.A., Varbanov, P.S. Potential Application of Blockchain Technology in Eco-Industrial Park Development. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. Article 52. URL: <https://doi.org/10.3390/su15010052>
11. Mollica M., Fraccascia L. Nastasi A. What drives the success of online platforms for industrial symbiosis? An agent-based model. *Ecological Economics*. 2025. Vol. 230. Article 108502. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108502>
12. Melnykova M., Boichenko M., Ragulina N., Kocheshkova I. The Task of "recycling-revitalization" as a Priority of Sustainable Development of Ukrainian Industrial Cities. *European Journal of Sustainable Development*. 2022. Vol.11. Issue 1. P. 212-229 URL: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2022.v11n1p212>

REFERENCES:

1. Mazur, E.M., & Korol, E.I. (2023). Eko-industrialni parky yak napriam innovatsiinoho rozvytku vyrobnychkykh terytorii [Eco-industrial parks as a direction of innovative development of production areas]. *Spatial development*, 6, 71-89. [in Ukrainian].
2. Maranesi, C., & De Giovanni, P. (2020). Modern Circular Economy: Corporate Strategy, Supply Chain, and Industrial Symbiosis. *Sustainability*. 12(22). URL: <https://doi.org/10.3390/su12229383>
3. Chopra, S., & Khanna, V. (2014). Understanding resilience in industrial symbiosis networks: Insights from network analysis. *Journal of Environmental Management*, 141, 86-94.
4. Dong, L., Taka, G. N., Lee, D., Park, Y., & Park, H. S. (2022). Tracking industrial symbiosis performance with ecological network approach integrating economic and environmental benefits analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 185, 106454. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106454>
5. Zablotska, R.O., & Rusak, D.M. (2024). Osoblyvosti rozvytku tsyrkuliarnykh biznes-modelei v umovakh staloho rozvytku [Peculiarities of the development of circular business models in the context of sustainable development.]. *Journal of Strategic Economic Research*, 4(21), 28-37. DOI: 10.30857/2786-5398.2024.4.3 [in Ukrainian].
6. Geissdoerfer, M., Pieroni, M.P.P., Pigosso, D.C.A., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*. 277. 12374. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
7. Melnyk A.O. (2024). Vprovadzhenia tsyfrovyykh rishen dlia optymizatsii upravlinskykh protsesiv orhanizatsii. [Implementation of digital solutions for optimizing the organization's management processes]. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, 9(4), 171–176 [in Ukrainian].
8. Svynous, I.V., Radko, V.I. & Khakhula, B.V. (2025). Tsyfrova transformatsiia biznes-protsesiv finansovo-promyslovykh kompanii: ekonomichni perevahy ta ryzyky [Digital transformation of business processes of financial and industrial companies: economic benefits and risks]. *Economy and society*, 81. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-87> [in Ukrainian].
9. Schoggl, J.P., Rusch, M., Stumpf, L., & Baumgartner R.J. (2022). Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 401-420. URL: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.012>
10. Ahmad Termizi S.N.A. Ahmad Termizi, S.N.A., Wan Alwi, S.R., Manan, Z.A., & Varbanov, P.S. (2023). Potential Application of Blockchain Technology in Eco-Industrial Park Development. *Sustainability*, 15, 52. URL: <https://doi.org/10.3390/su15010052>
11. Mollica, M., Fraccascia, L. & Nastasi, A. (2025). What drives the success of online platforms for industrial symbiosis? An agent-based model. *Ecological Economics*, 230, 108502. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108502>

12. Melnykova, M., Boichenko, M., Ragulina, N. & Kocheshkova, I. (2022). The Task of "recycling-revitalization" as a Priority of Sustainable Development of Ukrainian Industrial Cities. *European Journal of Sustainable Development*, 11(1), 212-229 URL: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2022.v11n1p212>

Дата надходження статті: 08.12.2025

Дата прийняття статті: 18.12.2025

Дата публікації статті: 29.12.2025