

РОЗДІЛ 2

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: СТАТИСТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ

Гринчак Наталія Анатоліївна, кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри статистики та математичних методів в економіці, Національна академія статистики, обліку та аудиту, м. Київ

Горобець Олена Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент, проректор з інформаційно-комунікаційної діяльності та цифрової трансформації, Національна академія статистики, обліку та аудиту, м. Київ

Голубова Галина Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри статистики та математичних методів в економіці, Національна академія статистики, обліку та аудиту, м. Київ

Цифровізація економічних процесів трансформує механізми функціонування циркулярної економіки, формуючи передумови для більш ефективного використання ресурсів, мінімізації відходів та підвищення рівня екологічної стійкості. Технології штучного інтелекту та машинного навчання, які забезпечують можливості автоматизованого аналізу даних, підтримки прийняття рішень та оптимізації бізнес-процесів є одними з ключових драйверів трансформації функціонування циркулярної економіки.

Циркулярна економіка передбачає перехід від традиційної лінійної моделі «виробництво – споживання – утилізація» до замкненого виробничого циклу, де матеріали та ресурси максимально довго залишаються в економічному обігу. У цьому контексті штучний інтелект та машинне навчання виступають технологічною основою реалізації концепції циркулярності, забезпечуючи обробку великих обсягів інформації,

моніторинг виробничих систем та інтелектуальне управління потоками ресурсів [4, 6].

Номан А. А., Актер У. Х., Пранто Т. Х. та Хак А. Б. виокремили напрями використання штучного інтелекту та машинного навчання у циркулярній економіці та структурували її за шістьма ключовими блоками: сталий розвиток, управління відходами, зворотна логістика, управління ланцюгами постачання, повторне використання ресурсів та розвиток виробничих процесів (табл. 1) [6].

Таблиця 1.

Основні напрями використання технологій штучного інтелекту та машинного навчання в циркулярній економіці

Напрямок застосування	AI/ML технології та методи	Основні функції	Практичний ефект для циркулярної економіки	Потенціал статистичного аналізу
1	2	3	4	5
Сталий розвиток та ресурсоефективність	Штучні нейронні мережі, кластеризація К-середніх, предиктивна аналітика, інтелектуальний аналіз даних	Аналіз споживання ресурсів, прогнозування екологічних показників, оптимізація використання енергії	Скорочення вуглецевого сліду, підвищення ресурсної ефективності, підтримка сталого розвитку	Регресійне моделювання, аналіз часових рядів, побудова інтегральних індексів
Управління відходами	Згорткові нейронні мережі, комп'ютерний зір, випадковий ліс, дерева рішень	Автоматичне сортування відходів, прогнозування обсягів відходів, оптимізація систем збору та перероблення	Зменшення обсягів захоронення відходів, підвищення рівня повторного використання ресурсів	Кореляційний аналіз, кластеризація, прогнозне моделювання
Зворотна логістика	Алгоритми машинного навчання, навчання з підкріпленням, оптимізаційні моделі	Оптимізація повернення продукції, автоматизоване сортування компонентів	Подовження життєвого циклу продукції, скорочення втрат матеріалів	DEA-аналіз ефективності, багатовимірний аналіз

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Управління ланцюгами постачання	Системи підтримки прийняття рішень, машинне навчання, аналітика великих даних, Інтернет речей	Прогнозування попиту, управління запасами, моніторинг ресурсних потоків	Підвищення прозорості ланцюгів постачання, скорочення логістичних витрат	Економетричне моделювання, факторний аналіз
Перероблення та повторне використання ресурсів	Розпізнавання зображень, згорткові нейронні мережі (CNN), метод опорних векторів, глибоке навчання	Автоматизована класифікація матеріалів, оцінювання придатності вторинної сировини	Підвищення ефективності перероблення та повторного використання ресурсів	РСА (метод головних компонент), дискримінантний аналіз
Розвиток виробничих процесів	Штучні нейронні мережі, нелінійна регресія, інтелектуальні виробничі системи	Оптимізація виробничих процесів, прогнозування виробничих параметрів, підвищення енерго-ефективності	Зменшення ресурсомісткості виробництва, підвищення циркулярності виробничих систем	Аналіз часових рядів, моделювання виробничих функцій
Прийняття управлінських рішень	Нечітка логіка, дерева рішень, системи підтримки прийняття рішень на основі машинного навчання	Інтелектуальна підтримка прийняття рішень, вибір постачальників, оцінювання альтернатив	Підвищення обґрунтованості управлінських рішень	Багатокритеріальний статистичний аналіз
Цифрові платформи циркулярної економіки	Аналітика великих даних, платформи на основі штучного інтелекту, Інтернет речей, цифрові двійники	Інтеграція виробників, постачальників та споживачів, моніторинг потоків ресурсів	Формування цифрових циркулярних екосистем та підвищення прозорості процесів	Побудова інтегральних індексів, кластерний аналіз, аналіз мережеских взаємозв'язків

Джерело: сформовано на основі [1, 3, 6, 9]

Дослідження показують, що найбільш поширеними напрямками інтеграції штучного інтелекту та машинного навчання у циркулярну економіку є управління відходами, оптимізація ланцюгів постачання, цифровізація виробничих процесів та розвиток інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Особливого значення в умовах цифрової

трансформації набувають цифрові платформи циркулярної економіки, які забезпечують інтеграцію інформаційних потоків між учасниками економічної системи та створюють передумови для підвищення ресурсної ефективності.

Одним із ключових напрямів використання штучного інтелекту в циркулярній економіці є забезпечення сталого розвитку через підвищення ефективності використання ресурсів та мінімізацію негативного впливу виробничої діяльності на довкілля. Алгоритми машинного навчання забезпечують прогнозування екологічних показників, оптимізацію виробничих процесів та формування сценаріїв ресурсоефективного розвитку, сприяючи скороченню вуглецевого сліду та підвищенню енергоефективності економічних систем [5, 6].

Однією з найбільш розвинених сфер використання штучного інтелекту є управління відходами. Алгоритми машинного навчання забезпечують прогнозування обсягів відходів, автоматизацію сортування та оптимізацію логістики вторинної сировини. Важливу роль відіграють технології комп'ютерного зору та згорткові нейронні мережі, які підвищують ефективність сортування муніципальних відходів і сприяють розвитку циркулярних бізнес-моделей [6, 9].

Важливим напрямом інтеграції штучного інтелекту у циркулярну економіку є оптимізація ланцюгів постачання. Технології машинного навчання забезпечують можливості прогнозування попиту, оптимізації запасів та аналізу ресурсних потоків у режимі реального часу.

Особливого значення набуває поєднання штучного інтелекту із цифровими платформами та технологіями Індустрії 4.0, включаючи інтернет речей, Big Data та системи підтримки прийняття рішень. Поєднання цих інструментів сприяє формуванню інтелектуальних циркулярних екосистем, де цифрові платформи виступають інтеграторами даних між виробниками, постачальниками та споживачами [1, 8]

Застосування алгоритмів машинного навчання у логістичних процесах також сприяє розвитку механізмів зворотної логістики, які забезпечують повернення продукції після завершення її життєвого циклу для повторного використання або перероблення. У контексті циркулярної економіки це дозволяє мінімізувати втрати ресурсів та підвищувати рівень матеріальної циркулярності виробничих систем [6].

Окремий напрям розвитку пов'язаний із цифровізацією виробництва. Алгоритми машинного навчання використовуються для прогнозування виробничих параметрів, підвищення енергоефективності та автоматизації ремануфактурингу.

За результатами досліджень встановлено, що використання штучних нейронних мереж та нелінійної регресії дозволяє оптимізувати виробничі цикли та підвищувати рівень повторного використання матеріалів. Додатково перспективними виступають інтеграція штучного інтелекту із Big Data, цифровими двійниками та технологіями Індустрії 4.0 [3, 6].

Цифрова трансформація економічних систем зумовлює формування нових механізмів координації ресурсних потоків та створення вартості в умовах циркулярної економіки. Одним із ключових інструментів такої трансформації виступають цифрові платформи, які забезпечують інтеграцію виробників, постачальників, споживачів та інших учасників економічної системи в єдині цифрові екосистеми [2, 8]. Цифрові платформні рішення створюють передумови для повторного використання ресурсів, оптимізації матеріальних потоків, скорочення відходів та розвитку вторинних ринків матеріалів шляхом цифрової координації економічної взаємодії [2, 4]. Важливою особливістю таких платформ є формування мережевих ефектів, за яких зростання кількості учасників підвищує цінність платформи та сприяє масштабуванню циркулярних бізнес-моделей і підвищенню ресурсної ефективності економічної системи [2].

Блекберн О., Рітала П., Керанен Й. визначають цифрові платформи циркулярної економіки як метаорганізаційні структури, що об'єднують юридично незалежних суб'єктів навколо спільної системи створення циркулярної цінності [2]. Центральним елементом таких платформ виступає механізм цифрової координації, який забезпечує узгодження економічної взаємодії між учасниками екосистеми та підтримує ресурсорієнтовану логіку функціонування.

У межах емпіричного дослідження Блекберн О., Рітала П., Керанен Й. проаналізували функціонування десяти цифрових платформ циркулярної економіки та ідентифікували ключові механізми метаорганізаційної координації, які забезпечують створення економічної та циркулярної цінності (табл. 2).

Таблиця 2

Механізми функціонування цифрових платформ циркулярної економіки

Механізм	Зміст	Практична роль для циркулярної економіки
Формування метаорганізаційного ядра	Формування технологічної архітектури платформи, підготовка цифрового середовища та визначення меж функціонування	Забезпечення взаємодії учасників та стабільності платформи
Управління метаорганізаційною ідентичністю	Формування правил платформи, стимулювання участі користувачів, підтримка ідентичності екосистеми	Підвищення залученості учасників та розвиток циркулярної поведінки
Розширення метаорганізації	Масштабування платформи та залучення нових користувачів	Посилення циркулярних ефектів через розширення екосистеми
Накопичення мережевих ефектів	Формування мережевих ефектів між користувачами	Підвищення економічної ефективності та циркулярної цінності
Реалізація циркулярної бізнес-моделі	Реалізація механізмів повторного використання ресурсів, скорочення відходів та оптимізації ресурсних потоків	Підвищення рівня циркулярності бізнес-моделі

Джерело: адаптовано за джерелом [2].

Таким чином, цифрові платформи формують інфраструктурну основу функціонування циркулярної економіки, забезпечуючи інтеграцію учасників економічної системи, координацію ресурсних потоків та підтримку механізмів створення циркулярної цінності. Водночас підвищення

масштабованості цифрових платформ створює передумови для розвитку аналітичних інструментів оцінювання їх ефективності, що актуалізує використання статистичних методів аналізу даних.

Отримані результати узгоджуються з висновками досліджень щодо ролі цифровізації та технологій Індустрії 4.0 у формуванні циркулярних бізнес-моделей. Поєднання платформних рішень із технологіями штучного інтелекту, великих даних, Інтернету речей та систем підтримки прийняття рішень створює передумови для підвищення прозорості ресурсних потоків та оптимізації виробничо-логістичних процесів [1, 3, 5].

Особливого значення в сучасних умовах набуває використання статистичних та аналітичних методів оцінювання ефективності функціонування цифрових платформ. Формування інтегральних показників ефективності, застосування методів багатовимірної статистичного аналізу, кластеризації та економетричного моделювання дозволяє здійснювати комплексне оцінювання впливу цифрових платформ на розвиток циркулярної економіки, що формує перспективний напрям подальших наукових досліджень [6].

Дослідження Ву Х., Лі С., Хоу В., Чжан С. підтверджує роль цифрових платформ як інструменту реалізації принципів циркулярної економіки через інновації бізнес-моделей та розвиток замкнутих ланцюгів постачання. На основі аналізу 243 підприємств автори довели статистично значущий позитивний вплив цифрових платформ на інновації бізнес-моделей та результативність циркулярної економіки, що створює підґрунтя для розвитку статистичних підходів до оцінювання ефективності платформних рішень [10].

Незважаючи на значний потенціал цифрових платформ як інструменту розвитку циркулярної економіки, їх різноманітність ускладнює формування універсальних підходів до оцінювання ефективності функціонування. Це обумовлює необхідність систематизації платформних рішень та побудови

класифікаційних моделей, що дозволяють структурувати цифрові екосистеми за функціональними та технологічними характеристиками.

Сучасні дослідження демонструють, що цифрові платформи циркулярної економіки характеризуються високою різноманітністю архітектурних рішень, функціональних можливостей та моделей створення цінності. Це ускладнює процес формування універсальних підходів до оцінювання їх ефективності та потребує систематизації платформних рішень за ключовими ознаками.

Аналіз 129 цифрових платформ циркулярної економіки дозволив запропонувати їх таксономію за трьома метарівнями: сфера функціонування, платформні характеристики та технологічне забезпечення [7]. Виокремлено 12 класифікаційних вимірів, зокрема принципи циркулярності, бізнес-моделі, механізми створення цінності, типи взаємодії та використання комплементарних цифрових технологій. Такий підхід формує основу для статистичної типологізації цифрових платформ та подальшого оцінювання їх ефективності (табл. 3):

Таблиця 3

Комплементарні цифрові технології цифрових платформ циркулярної економіки

Технологія	Функціональне призначення	Приклад використання
Блокчейн	Забезпечення цілості та прозорості даних	Відстеження життєвого циклу ресурсів
Інтернет речей та сенсорні технології	Збір інформації щодо матеріальних потоків	Моніторинг ресурсних потоків та відходів
Штучний інтелект та машинне навчання	Обробка та аналіз великих масивів даних, прогнозування стану ресурсів	Автоматичне сортування відходів, прогнозування завантаження інфраструктури
QR-коди та цифровий паспорт продукту	Передача інформації про життєвий цикл продукції	Відстеження циркуляції продукції між учасниками екосистеми

Джерело: адаптовано за [7].

Особливу увагу автори приділяють використанню штучного інтелекту та машинного навчання як інструментів підвищення ефективності

функціонування платформ. Штучний інтелект та машинне навчання використовуються для аналізу потоків відходів, прогнозування рівня заповнення інфраструктури збору відходів, оцінювання стану продукції та автоматизації процесів прийняття рішень. Крім того, використання алгоритмів комп'ютерного зору сприяє розвитку інтелектуальних систем сортування та підвищенню точності ідентифікації ресурсів.

Важливим результатом дослідження стало виділення шести архетипів цифрових платформ циркулярної економіки: платформи повторного використання та перепродажу ресурсів; платформи підтримки циркулярних операційних процесів; системи відстеження багаторазового пакування; платформи оптимізації управління відходами; платформи торгівлі відходами та вторинними ресурсами; платформи забезпечення циркулярної простежуваності ресурсів і продукції. Така класифікація створює передумови для подальшого статистичного оцінювання ефективності функціонування платформ різних типів та побудови інтегральних показників результативності цифрової циркулярної трансформації.

Зростання ролі цифрових платформ у забезпеченні циркулярної трансформації економіки актуалізує необхідність формування статистичного інструментарію оцінювання ефективності їх функціонування. На відміну від традиційних цифрових систем, цифрові платформи циркулярної економіки характеризуються багатовимірністю результатів функціонування, що охоплюють економічні, екологічні, ресурсні та інформаційно-технологічні аспекти діяльності. У зв'язку з цим доцільним є застосування комплексного статистичного підходу, який поєднує багатовимірний аналіз даних, інтегральне оцінювання та методи економіко-статистичного моделювання.

Для оцінювання ефективності цифрових платформ циркулярної економіки пропонується використовувати систему статистичних показників, структуровану за ключовими функціональними компонентами (таблиця 4).

Особливого значення набуває використання інтегрального оцінювання як інструменту узагальнення багатовимірних характеристик функціонування цифрових платформ. Інтегральний індекс ефективності цифрових платформ циркулярної економіки може бути побудований на основі стандартизованих показників шляхом використання методів багатовимірного статистичного аналізу.

Таблиця 4.

Система статистичних індикаторів оцінювання ефективності цифрових платформ циркулярної економіки

Компонент оцінювання	Показники	Статистичний метод
Ресурсна ефективність	рівень повторного використання ресурсів; частка вторинної сировини; коефіцієнт утилізації матеріалів	інтегральне оцінювання; аналіз динаміки
Екологічна результативність	скорочення викидів CO ₂ ; скорочення відходів; екологічний слід	регресійне моделювання; аналіз часових рядів
Платформна активність	кількість користувачів; інтенсивність взаємодії; частота транзакцій	аналіз мережевих взаємозв'язків; кластерний аналіз
Цифрова зрілість	використання AI; IoT; Big Data; рівень автоматизації	багатовимірний статистичний аналіз
Економічна ефективність	продуктивність ресурсів; економія витрат; рівень доходності	DEA-аналіз; економетричне моделювання
Інноваційний потенціал	рівень цифровізації процесів; впровадження цифрових технологій	факторний аналіз; PCA

Джерело: розроблено авторами.

Формалізовано інтегральний показник може бути представлений у вигляді:

$$I_{CE} = \sum_{i=1}^n w_i z_i$$

де:

I_{CE} — інтегральний індекс ефективності цифрової платформи циркулярної економіки;

w_i — ваговий коефіцієнт показника;

z_i — стандартизоване значення статистичного індикатора.

Визначення вагових коефіцієнтів може здійснюватися із застосуванням методу головних компонент (PCA), факторного аналізу або ентропійного підходу. Додатково для оцінювання відносної ефективності платформ доцільним є використання DEA-аналізу (Data Envelopment Analysis), який дозволяє оцінювати ефективність використання ресурсів за умов множинності вхідних і вихідних параметрів.

Перспективним напрямом також виступає застосування кластерного аналізу для типологізації цифрових платформ циркулярної економіки та виявлення груп платформ із подібними характеристиками функціонування. Використання статистичних методів створює передумови для побудови інформаційно-аналітичної системи моніторингу цифрової трансформації циркулярної економіки та формування доказової основи прийняття управлінських рішень.

Попри стрімке зростання наукового інтересу до інтеграції штучного інтелекту та циркулярної економіки після 2019 року, низка напрямів залишається недостатньо дослідженою. Особливої уваги потребує ідентифікація ключових дослідницьких прогалів, які визначають перспективні напрями подальшого розвитку цифрових технологій у циркулярній економіці.

По-перше, недостатньо уваги приділено використанню технологій блокчейн та розумних контрактів у побудові циркулярних бізнес-моделей. Хоча ці інструменти активно застосовуються у фінансових технологіях та логістиці, їх потенціал для підтримки цифрових платформ циркулярної економіки залишається недостатньо реалізованим.

По-друге, обмеженою залишається кількість досліджень, присвячених управлінню електронними відходами. Враховуючи стрімке зростання обсягів електронних відходів у світі, розвиток інтелектуальних систем їх прогнозування, сортування та перероблення набуває критичного значення.

По-третє, недостатньо дослідженим залишається використання штучного інтелекту у виробничих процесах циркулярної економіки. Більшість сучасних робіт зосереджені на питаннях сталого розвитку, тоді як проблематика цифрової трансформації виробничих циклів потребує подальшого розвитку.

Окрему увагу необхідно приділити розвитку моделей управління продовольчими ланцюгами постачання, заснованих на даних, де значні втрати ресурсів залишаються однією з найважливіших проблем сучасної економіки.

Таким чином, перспективним напрямом подальших досліджень виступає інтеграція штучного інтелекту, великих даних, цифрових платформ та статистичних методів аналізу для побудови інтелектуальних систем підтримки циркулярної економіки. Це формує теоретичне підґрунтя для оцінювання ефективності функціонування цифрових платформ циркулярної економіки на основі сучасного статистичного інструментарію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

To chapter 1

1. Kravchenko, S. (2025). Economic efficiency and adaptability of the development of entrepreneurial entities engaged in grape production in times of war. *International Scientific Journal "Internauka". Series: "Economic Sciences"*, 11(103). doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2025-11-11598>.

2. Kravchenko, S. (2025). Analysis of the organizational and economic development of entrepreneurial structures in the agricultural sector of the economy under martial law. *Moderní aspekty vědy : LX. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., P. 86-97*. doi: <https://doi.org/10.52058/60-2025>.

3. Kravchenko, S. (2025). Economic efficiency of the development of micro-enterprises engaged in grape production and their adaptation to war conditions. *International Scientific Journal "Internauka". Series: "Economic Sciences"*, 11(104). doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2025-12-11681>.

4. Kravchenko, S. (2025). Effectiveness of the development of entrepreneurial structures for the production of plant products and their organisational-economic adaptation to the conditions of war in Ukraine. *Economics, sociology, business, administration and services: modern technologies and theories : collective monograph. Section – Economy / Breus S., Siruk O. etc. International Science Group. USA, Boston: Primedia eLaunch, P. 55-66*. doi: <https://doi.org/10.46299/ISG.2025.MONO.ECON.3.1.3>.

5. Kravchenko, S. (2026). Economic adaptation of small agribusiness enterprises to operate in war conditions and stimulating their european integration development. *Modern challenges and opportunities of the economy: analysis of new trends in management, implementation of technologies and ideas in tourism : collective monograph. Section – Economy / Bahalika T. etc. International Science*

Group. Boston : Primedia eLaunch, 608 p. P. 73-83. doi: <https://doi.org/10.46299/ISG.2026.MONO.ECON.1.2.3>.

6. Latifundist.com. Official web-site. (n.d.). Retrieved from : <https://latifundist.com/analytics/39-derzhavna-ta-mizhnarodna-pidtrimka-agrosektoru-u-2026-rotsi-granti-krediti-dotatsiyi>.

7. Matiienko, V. (2024). Formation of the management mechanism for the development of agricultural enterprises in rural areas. *Journal of Strategic Economic Research*, 25(3), 93-107. doi: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2024.3.10>.

8. Adamchuk, V., Perepelytsia, N., Hrytsyshyn, M. (2026). Intelligent agriculture – a determinant of innovative development of technical support for agro-industrial production. *Bulletin of Agricultural Science*, 104(2). doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202602-05>.

9. Aksenko, P.A. (2024). Organizational and economic mechanism of development of agricultural formations: theoretical content and interaction algorithm. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 2, 63-74. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2024-2-63>.

10. Aksenko, P.A. (2025). Innovative transformation of the organizational and economic mechanism of the development of agricultural formations: strategic vectors of modernization. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 4, 87-102. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-4-87>.

11. Vasiliev, A.S. (2025). Adaptive business strategies as a tool for increasing the competitiveness of enterprises in conditions of uncertainty. *Business Inform*, 12, 57-57. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-12-57-57>.

12. State Statistics Service of Ukraine. (n.d.). Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>.

13. Dyukarev, A.O., Chernega, I.I. (2025). Methodological principles of business management in agribusiness in the context of digital transformation and

sustainable development. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 2, 307-321. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-2-307>.

14. Zolotnytska, Y.V. (2025). Methodological approaches to managing the development of family farming: an interdisciplinary dimension. *Agrosvit*, 19, 86-94. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.19.86>.

15. Ilchuk, M.M., Svinous, I.V., Tomashevskaya, O.A. (2024). Organizational and economic support for the competitiveness of agribusiness enterprises. *Agrosvit*, 22, 31-37. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.22.31>.

16. Kalachevska, L. (2025). The impact of digitalization on the efficiency of the production process in the agricultural sector. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 4(104), 49-56. doi: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2025.4.8>.

17. Kyrylko, N.M. (2025). Modeling the organizational process of enterprise recovery in post-conflict conditions. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 2, 33-46. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-2-33>.

18. Koval, V.V., Savenko, I.I., Gontaruk, Ya.V., Metil, T.K., Drozdova, V.A., Asaulenko, N.V. (2025). Financial and credit support for grain production in agricultural enterprises: strategic approaches to minimizing risks and ensuring food security. *Business Inform*, 9, 297-309. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-9-297-309>.

19. Livinsky, A., Melnychuk, O., Petrenko, O. (2024). Development of farming as a form of agrarian entrepreneurship in the context of institutional transformations. *Sustainable economic development*, 1(48), 378-383. doi: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-48-52>.

20. Lypovy, D.V. (2025). Social responsibility management of agrarian business enterprises based on the methodology of continuous process improvement. *Business Inform*, 7, 285-292. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-7-285-292>.

21. Mahsma, M.B., Banshchikov, P.G. (2025). Managing the competitiveness of business organizations in the agricultural sector. *Business Inform*, 9, 239-246. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-9-239-246>.

22. Nitsenko, V.S., Ponomareva, M.S. (2025). Modeling of production and economic activities of an agricultural enterprise: a managerial aspect. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 3, 3-17. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-3-3>.

23. Oliynyk, T.I., Oliynyk, E.O., Shcherbakov, Y.M. (2025). The concept of effective management of the competitiveness of an agricultural enterprise. *Agrosvit*, 18, 100-106. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.18.100>.

24. Orlov, V.V. (2025). Methodological basis and specifics of assessing factors for the development of the potential of agricultural enterprises. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 4, 239-250. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-4-239>.

25. Pavlova, G.E., Lopatovsky, V.G. (2026). Institutional support of economic sustainability of farms under the influence of military challenges. *Agrosvit*, 2, 21-28. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2026.2.21>.

26. Ponomareva, M.S. (2025). Models of effective agribusiness management: organizational mechanisms and economic indicators. *Journal of Management, Economics and Technology*, 1, 154-169. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-1-154>.

27. Prokopyshyn, O.S., Dranus, L.S., Dranus, V.V. (2026). Business process management in agricultural enterprises and their financial support. *Effective economy*, 2. doi: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.2.115>.

28. Svinous, I.V., Grinchuk, Yu.S., Paska, I.M., Nyanko, V.M., Zhelavska, N.V. (2026). Risk management as an element of the institutional architecture of management of production and economic activities of agricultural enterprises. *Agrosvit*, 2, 35-61. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2026.2.55>.

29. Solyanyk, L.G. (2026). Optimization of the financing structure of agricultural enterprises in the conditions of modern transformations. *Effective Economy*, 2. doi: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.2.64>.

30. Sudomyr, S.M., Zhybak, M.M., Kulyak, M.R. (2025). Integrated mechanisms for developing the potential of small businesses: logistic and cooperative dimensions. *Journal of Management, Economics and Technologies*, 3, 118-129. doi: <https://doi.org/10.69803/3083-6034-2025-3-118>.

31. Tulchynska, S., Kryvda, O. (2024). Capitalization of agro-industrial companies in conditions of macroeconomic instability. *Economy and Society*, 59. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-71>.

32. Khalatur, S.M. (2025). Financial management of the competitiveness of agricultural enterprises in the context of ESG transformations. *Effective economy*, 12. doi: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.12.3>.

33. Khalatur, S.M., Grabchuk, O.M., Pavlenko, O.P., Manzheliy, K.M. (2025). Financial management in small agribusiness: adaptive strategies for financial support. *Agrosvit*, 17, 43-47. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.17.43>.

34. Shchadura-Nikiporets, N.T., Derii, Zh.V., Minina, O.V. (2026). Financial condition of agro-industrial enterprises in conditions of economic instability. *Agrosvit*, 4, 68-76. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2026.4.68>.

До розділу 2

1. Awan U., Kanwal N., Alawi S., Huiskonen J., Dahanayake A. *Artificial Intelligence for Supply Chain Success in the Era of Data Analytics* // In: The Fourth Industrial Revolution: Implementation of Artificial Intelligence for Growing Business Success. Cham : Springer, 2021. P. 3–21. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62796-6_1

2. Blackburn O., Ritala P., Keränen J. *Digital Platforms for the Circular Economy: Exploring Meta-Organizational Orchestration Mechanisms* // Organi-

zation & Environment. 2023. Vol. 36. No. 2. P. 253–281. DOI: <https://doi.org/10.1177/10860266221130717>

3. Cioffi R., Travaglioni M., Piscitelli G., Petrillo A., Parmentola A. *Smart Manufacturing Systems and Applied Industrial Technologies for a Sustainable Industry: A Systematic Literature Review // Applied Sciences*. 2020. Vol. 10. No. 8. Article 2897. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10082897>

4. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. *A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems // Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 114. P. 11–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

5. Hoosain M. S., Paul B. S., Ramakrishna S. *The Impact of 4IR Digital Technologies and Circular Thinking on the United Nations Sustainable Development Goals // Sustainability*. 2020. Vol. 12. No. 23. Article 10143. DOI: <https://doi.org/10.3390/su122310143>

6. Noman A. A., Akter U. H., Pranto T. H., Haque A. B. *Machine Learning and Artificial Intelligence in Circular Economy: A Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review // Annals of Emerging Technologies in Computing*. 2022. Vol. 6. No. 2. P. 13–40. DOI: <https://doi.org/10.33166/AETiC.2022.02.002>

7. Petrik D., Hiller S., Morar D. *Digital Platforms for Circular Economy: Empirical Development of a Taxonomy and Archetypes // Electronic Markets*. 2025. Vol. 35. Article 60. DOI: 10.1007/s12525-025-00792-w.

8. Ramakrishna S., Ngowi A., De Jager H., Awuzie B. *Emerging Industrial Revolution: Symbiosis of Industry 4.0 and Circular Economy: The Role of Universities // Science, Technology and Society*. 2020. Vol. 25. No. 3. P. 505–525. DOI: <https://doi.org/10.1177/0971721820912918>

9. Wilts H., Riesco Garcia B., Guerra Garlito R., Saralegui Gómez L., González Prieto E. *Artificial Intelligence in the Sorting of Municipal Waste as an Enabler of the Circular Economy // Resources*. 2021. Vol. 10. No. 4. Article 28. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources10040028>

10. Wu H., Li S., Hou W., Zhang X. *Leveraging Digital Platforms for Circular Economy: A Value Creation View // Sustainability*. 2024. Vol. 16. Article 11180. DOI: <https://doi.org/10.3390/su162411180>

To chapter 3

1. CIPD. (2025). Talent Management: Factsheet. Chartered Institute of Personnel and Development. URL: <https://www.cipd.org/en/knowledge/factsheets/talent-factsheet/>

2. Deloitte. (2024). 2024 Global Human Capital Trends. Deloitte Insights. URL: <https://www.deloitte.com/ua/en/about/press-room/human-capital-trends.html>

3. Drahan, O. I., & Pylypenko, M. L. (2021). Development of talent management in the enterprise personnel management system. *Economy and Society*, 33. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-33-52> [in Ukrainian].

4. Dyakiv, O., Shushpanov, D., Prokhorovska, S., & Khlypovka, O. (2024). Innovative approaches to talent management under conditions of digital transformation. *Visnyk Ekonomiky*, 3, 73-95. DOI: 10.35774/visnyk2024.03.073 [in Ukrainian].

5. Yukhnovska, Yu. O., Didenko, A. V., & Ryzhenko, O. M. (2024). Human capital potential in the enterprise management system. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University. Series: Economics and Management*, 58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2024-58-6> [in Ukrainian].

6. Kravariti, F., & Johnston, K. (2020). Talent Management: A Critical Literature Review and Research Agenda for Public Sector Human Resource Management. *Public Management Review*, 22(1), 75-95. DOI: 10.1080/14719037.2019.1638439.

7. OECD. (2025). Empowering the Workforce in the Context of a Skills-First Approach. Paris: OECD Publishing. URL:

https://www.oecd.org/en/publications/empowering-the-workforce-in-the-context-of-a-skills-first-approach_345b6528-en.html

8. Zavhorodnii, A. (2025). The essence and evolution of human capital management in the context of digital transformation. *Economy and Society*, 74. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-23> [in Ukrainian].

9. Plaksiuk, O., Horvatova, O., & Yakushev, O. V. (2023). Human capital as a factor in improving company efficiency and competitiveness. *Academic Review*, 1. DOI: [10.32342/2074-5354-2023-1-58-12](https://doi.org/10.32342/2074-5354-2023-1-58-12) [in Ukrainian].

10. Kholodnytska, A., & Shkalaberda, V. (2023). Development and implementation of a talent-management system as a strategic innovative tool of personnel management. *Problems and Prospects of Economics and Management*, 2(34), 88-100. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2\(34\)-88-100](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2(34)-88-100) [in Ukrainian].

До розділу 4

1. Чорнобай В. Лексико-семантичний аспект комунікації у соціальних мережах // Наукові праці МАУП. Філологія. 2023. № 5. С. 44–49.

2. Антонюк Г., Гоца В. Інтернет мовлення та соціальні медіа: аналіз використання мовних засобів у коментарях користувачів на форумах та у соціальних мережах // Наукові записки Острозької академії. 2023. № 15. С. 111–116.

3. Літвінова-Михальюк Т. Трансформація засобів комунікації: як інтернет і соціальні мережі впливають на політичну комунікацію і змінюють відчуття реальності // Обрії друкарства. 2022. № 1(11). С. 99–109.

4. Соколов Б. Цифровий дискурс у соціальних мережах: методологічні виклики дискурс-аналізу // Слобожанський науковий вісник. Серія: Філологія. 2025. № 10. С. 55–61.

5. Crystal D. *Language and the Internet*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 272 p.

6. Goel R., Soni S., Goyal N. et al. The Social Dynamics of Language Change in Online Networks // arXiv. 2016. P. 1–12.
7. Shao C., Ciampaglia G., Varol O. et al. The spread of low-credibility content by social bots // arXiv. 2017. P. 1–10.
8. Швелідзе Л. Соціальна мережа Twitter: основні дискурсивні ознаки в українськомовному та англійськомовному комунікативному середовищі // Вісник ОНУ. Філологія. 2021. № 2(24). С. 70–78.

До розділу 5

1. Макух, Т., Коробович, Л., & Рубан, В. (2023). СТІЙКІСТЬ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*, (18), 122-127. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.18.13>
2. Що таке сталий розвиток підприємства? URL: <https://tms.ua/blog/shcho-take-stalyj-rozvytok-pidpryiemstva/> (Дата звернення 03.05.2026 р.).
3. Сталий розвиток як основа економічного зростання підприємства URL: <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/230477> (Дата звернення 03.05.2026 р.).
4. Виправляємо плутанину між термінами «стійкість» і «сталість»: економічні приклади URL: <https://ukraine-oss.com/vypravlyayemo-plutanynu-mizh-terminamy-stijkist-i-stalist-ekonomichni-pryklady/> (Дата звернення 03.05.2026 р.).
5. Хахалев Д., Гагарінов О. Економічна стійкість підприємства як основа сталого розвитку в умовах глобальних змін. *Modeling the development of the economic systems*. 2024. № 3. С. 145-151. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-19>

6. Кудріна О., Ковтун О.. Стійкість як основа економічного розвитку підприємств. *Зб. наук. пр. Державного податкового університету*. 2024. № 2. С. 61-64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2617-5940.2.2024.11>

7. Ковтун О. А. *Методологія управління стійким розвитком підприємств в сучасних умовах: монографія; за наук. ред. О.Ю. Кудріної*. Суми : ФОП Цьома С.П., 2024. 310 с.

До розділу 6

1. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>

2. Конвенція про права осіб з інвалідністю : Конвенція ООН від 13.12.2006. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text

3. Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні : Закон України від 21.03.1991 № 875-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/875-12#Text>

4. Про реабілітацію осіб з інвалідністю в Україні : Закон України від 06.10.2005 № 2961-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2961-15#Text>

5. Про засади запобігання та протидії дискримінації в Україні : Закон України від 06.09.2012 № 5207-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5207-17#Text>

6. Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms. Rome, 1950. URL: https://www.echr.coe.int/documents/convention_eng.pdf

7. Americans with Disabilities Act of 1990. URL: <https://www.ada.gov/law-and-regs/ada/>

8. ADA Requirements: Service Animals. URL: <https://www.ada.gov/resources/service-animals-2010-requirements/>

9. European Accessibility Act: Directive (EU) 2019/882 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj>
10. Quinn G., Degener T. Human Rights and Disability: The Current Use and Future Potential of United Nations Human Rights Instruments in the Context of Disability. New York ; Geneva : United Nations, 2002. 289 p.
11. Lawson A. Disability and Equality Law in Britain: The Role of Reasonable Adjustment. Oxford : Hart Publishing, 2008. 304 p.
12. Shakespeare T. Disability Rights and Wrongs Revisited. London : Routledge, 2014. 252 p.
13. Gooding P. A New Era for Mental Health Law and Policy: Supported Decision-Making and the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 280 p.
14. United Nations. Accessibility and Development: Mainstreaming disability in the post-2015 development agenda. New York : United Nations, 2013. URL: https://www.un.org/disabilities/documents/accessibility_and_development.pdf
15. Wackenheim v. France, Communication No. 854/1999, U.N. Doc. CCPR/C/75/D/854/1999 (2002).
16. Harpur P. Discrimination, Copyright and Equality: Opening the E-Book for the Print Disabled. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 424 p.
17. Stein M. A., Lord J. E. Future Prospects for the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities. In: The UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Oxford : Oxford University Press, 2018. P. 17–35.

До розділу 7

1. Khalfallah H. B., Jelassi M., Demongeot J., Ben Saoud N. B. Decision support systems in healthcare: systematic review, meta-analysis and prediction, with example of COVID-19 // *AIMS Bioengineering*. 2023. Vol. 10, No. 1. P. 27–52.
2. Marashi-Hosseini L., Jafarirad S., Hadianfard A. M. A fuzzy based dietary clinical decision support system for patients with multiple chronic conditions (MCCs) // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. Article 12166.
3. Tun H. M., Rahman H. A., Naing L., Malik O. A. Trust in Artificial Intelligence-Based Clinical Decision Support Systems: Systematic Review // *Journal of Medical Internet Research*. 2025. Vol. 27. Article e69678.
4. Nasarian E., Alizadehsani R., Acharya U. R., Tsui K.-L. Designing Interpretable ML System to Enhance Trust in Healthcare: A Systematic Review to Proposed Responsible Clinician-AI-Collaboration Framework. 2023. arXiv:2311.11055.
5. Hossain E., Rana R., Higgins N. et al. Natural Language Processing in Electronic Health Records in Relation to Healthcare Decision-making: A Systematic Review. 2023. arXiv:2306.12834.
6. Li S., Liu P., Nascimento G. G. et al. Federated and Distributed Learning Applications for Electronic Health Records and Structured Medical Data: A Scoping Review. 2023. arXiv:2304.07310.
7. Квітка Д. М., Паламарчук В. О., Земсков С. В., Січінава Р. М. Введення поняття якості життя в практичну медицину. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery*. 2021. № 1 (73). С. 70–75.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Health-Related Quality of Life (HRQOL): CDC HRQOL-4. URL: <https://www.cdc.gov/hrqol> (дата звернення: 15.05.2026).

До розділу 8

1. Гришко І. В. Психолого педагогічні аспекти професійного самовизначення викладача вищої школи / І. В. Гришко // Вісник педагогічних наук. — 2023. — № 4. — С. 67–75.

2. Гріньова О. М. Професійне самовизначення особистості як психолого педагогічна проблема / О. М. Гріньова // Освіта. Інноватика. Практика. — 2023. — № 5 (11). — С. 52–58.

3. Дідусь О. М. Психолого педагогічний супровід особистісного і професійного самовизначення фахівців у системі вищої освіти / О. М. Дідусь. — К.: НАПН України, 2022. — 144 с.

4. Зінкевич Лісова Н. В. Психолого педагогічні основи професійного самовизначення викладача в епоху цифрових трансформацій / Н. В. Зінкевич Лісова // Вісник Київського університету. Серія «Педагогіка та психологія». — 2024. — № 1. — С. 82–91.

5. Кравчук Л. А. Професійна адаптація та самовизначення викладача в умовах сучасних освітніх реформ / Л. А. Кравчук // Вісник Херсонського державного університету. Серія «Педагогіка». — 2023. — № 3. — С. 105–114.

6. Мельник О. В. Психолого педагогічні детермінанти професійного самовизначення викладачів у закладах вищої освіти / О. В. Мельник // Науковий вісник педагогічного інституту. — 2022. — Вип. 21. — С. 118–126.

7. Освіта України. Професійний стандарт викладача закладу вищої освіти / МОН України. — К.: Освіта.UA, 2021. — 18 с. (рекомендовано використовувати як нормативне джерело).

8. Павличко О. В. Психолого педагогічний аналіз професійного вибору викладача в закладі вищої освіти / О. В. Павличко // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. — 2024. — Вип. 23. — С. 95–104.

9. Степаненко І. М. Професійне самовизначення викладача як фактор якості освітнього процесу / І. М. Степаненко // Вісник Житомирського

державного університету імені І. Франка. Серія «Педагогіка та психологія». — 2022. — Вип. 1. — С. 132–141.

10. Шевченко Л. В. Психолого педагогічна модель професійного самовизначення викладача в закладі вищої освіти / Л. В. Шевченко // Journal «ScienceRise: Pedagogical Education». — 2023. — № 1(21). — С. 56–64.

До розділу 9

1. National Institute of Standards and Technology. *Guide to Computer Security Log Management* : NIST Special Publication 800-92 / К. Kent, М. Soupra. Gaithersburg : NIST, 2006. 72 p.

2. Microsoft. *Windows Security Event Log Reference*. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/security/threat-protection/auditing/security-events> (дата звернення: 20.05.2026).

3. Chuvakin A., Schmidt K., Phillips C. *Logging and Log Management: The Authoritative Guide to Understanding the Concepts Surrounding Logging and Log Management*. Waltham : Syngress, 2012. 460 p.

4. Verizon. *2024 Data Breach Investigations Report*. URL: <https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/> (дата звернення: 20.05.2026).

5. MITRE. *MITRE ATT&CK Framework*. URL: <https://attack.mitre.org/> (дата звернення: 20.05.2026).

6. pandas. *Time Series / Date functionality*. URL: https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/timeseries.html (дата звернення: 20.05.2026).

7. Behl A., Behl K. *Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know*. Oxford : Oxford University Press, 2017. 272 p.

8. Scarfone K., Mell P. *Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)* : NIST Special Publication 800-94. Gaithersburg : NIST, 2007. 127 p.

9. ISO/IEC 27001:2022. *Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements*. Geneva : ISO, 2022.

Vydavatel:

Publishing house Education and Science s.r.o. IČO : 271 56 877.
Frýdlanská 15/1314 , Praha 8. MS v Praze , oddíl C,vložka 100614

**Cross-Disciplinary Studies in
Science, Innovation and Social
Development**

Volume XII

Signed for printing on May 26, 2026.
Format 60x90/8. Headset Times New Roman.
Mental printing. arc. 6,03. Edition online.