
УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

УДК 628.4:004.9:502.17

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.4-67.38>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА МАСШТАБУВАННЯ ЦИФРОВОЇ E-WASTE ПЛАТФОРМИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Філін В.В.¹, Улицький О.А.², Фролов В.Ф.³

¹Державна наукова установа «Інститут екологічного відновлення та розвитку України»
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ

²ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»
пр. Академіка Палладіна, 34А, 02000, м. Київ

³Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
пр. Віталія Грицаєнка, 24, 36000, м. Полтава
volodymyr_filin@ukr.net, olegulytsky@gmail.com, frolov19470308@ukr.net

Означені й обґрунтовані методологічні засади впровадження та масштабування цифрової E-Waste платформи в системі управління відходами України в контексті європейської інтеграції. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю цифрової трансформації сфери управління відходами, підвищення прозорості руху відходів, удосконалення взаємодії між утворювачами відходів, ліцензованими операторами, територіальними громадами та органами державної влади, а також потребою у практичних інструментах імплементації європейських підходів до циркулярної економіки та екологічного врядування. Окреслено шляхи розроблення структурованої методологічної моделі впровадження та подальшого масштабування E-Waste платформи як цифрового інструменту управління потоками відходів, верифікації учасників ринку, забезпечення простежуваності операцій та формування аналітичної бази для прийняття управлінських рішень. Запропоновано поетапну модель розвитку платформи: MVP, пілот, регіональне масштабування, інтеграція з державними електронними системами та формування національної цифрової екосистеми управління відходами. Визначено ключові функціональні модулі, групи стейкхолдерів, систему KPI та основні ризики впровадження. Додатково узагальнено критерії оцінювання результативності платформи для громад, бізнесу, операторів ринку та державних органів, що дозволяє пов'язати цифровий функціонал із практичними завданнями моніторингу, планування та контролю потоків відходів. Зроблено висновок, що E-Waste платформа може бути не лише комерційним цифровим продуктом, але й прикладним інструментом екологічного врядування, підтримки циркулярної економіки, запобігання нелегальному поводженню з відходами та посилення інституційної спроможності України у сфері євроінтеграційної трансформації системи управління відходами. *Ключові слова:* управління відходами, E-Waste платформа, цифровізація, GIS, циркулярна економіка, європейська інтеграція, екологічне врядування, простежуваність потоків відходів, KPI, цифровий маркетплейс.

Methodological framework for the implementation and scaling of the digital E-Waste platform in Ukraine's waste management system in the context of European integration. Filin V., Ulytskyi O., Frolov V.

The article substantiates the methodological framework for the implementation and scaling of the digital E-Waste platform within Ukraine's waste management system in the context of European integration. The relevance of the study is determined by the need for digital transformation in the waste management sector, improved transparency of waste flows, enhanced interaction among waste generators, licensed operators, territorial communities and public authorities, as well as the need for practical tools to support European approaches to circular economy and environmental governance. The purpose of the article is to develop a structured methodological model for implementing and scaling the E-Waste platform as a digital tool for managing waste flows, verifying market participants, ensuring traceability of waste-related operations and forming an analytical basis for management decision-making. The article proposes a phased development model: MVP, pilot implementation, regional scaling, integration with state electronic systems and formation of a national digital waste management ecosystem. Key functional modules, stakeholder groups, KPI system and implementation risks are identified. The study additionally systematizes performance assessment criteria for communities, business entities, market operators and public authorities, which makes it possible to link the platform's digital functionality with practical tasks of monitoring, planning and controlling waste flows. It is concluded that the E-Waste platform can serve not only as a commercial digital product, but also as an applied instrument of environmental governance, support for circular economy, prevention of illegal waste management practices and strengthening Ukraine's institutional capacity in the field of European integration-driven transformation of the waste management system. *Key words:* waste management, E-Waste platform, digitalization, GIS, circular economy, European integration, environmental governance, waste flow traceability, KPI, digital marketplace.



© Філін В.В., Улицький О.А., Фролов В.Ф., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Вступ. Сучасний етап розвитку системи управління відходами в Україні характеризується одночасною дією кількох процесів: трансформацією природоохоронного законодавства відповідно до європейських підходів, потребою у прозорості руху відходів, формуванням інфраструктури циркулярної економіки та зростанням значення цифрових інструментів екологічного врядування [1; 2; 6; 7]. У таких умовах управління відходами вже не може розглядатися лише як сукупність технічних операцій зі збирання, перевезення, оброблення чи видалення. Воно набуває ознак складної міжсекторальної системи, у якій поєднуються екологічні, економічні, правові, інформаційні, просторові та управлінські компоненти.

Прийняття Закону України «Про управління відходами» стало важливим чинником наближення національного регулювання до європейської моделі [1]. Водночас ефективність його імплементації залежить не лише від нормативної бази, а й від спроможності суб'єктів системи забезпечувати облік, простежуваність, верифікацію операцій, контроль виконавців та обмін достовірними даними. Європейська рамкова Директива 2008/98/ЄС закріплює орієнтацію на запобігання утворенню відходів, зменшення негативного впливу управління ними, підвищення ресурсної ефективності та розвиток ієрархії управління відходами [5].

Національна стратегія управління відходами до 2030 року та Національний план управління відходами до 2030 року окреслюють системний підхід до реформування галузі [3; 4]. Проте їх практична реалізація ускладнюється фрагментованістю даних, недостатньою цифровою інтеграцією між учасниками ринку, нерівномірним розвитком інфраструктури та обмеженими можливостями громад щодо моніторингу потоків відходів. Це зумовлює потребу у прикладних цифрових рішеннях, здатних забезпечити прозору взаємодію між утворювачами відходів, ліцензованими операторами, органами місцевого самоврядування, державними органами та громадськістю.

У цьому контексті цифрова E-Waste платформа розглядається не лише як технологічний продукт, але як і прикладний інструмент екологічного врядування. Її потенціал полягає у поєднанні функцій екологічного маркетплейсу, геоінформаційної аналітики, верифікації контрагентів, формування заявок, моніторингу операцій, звітності та оцінювання ефективності. Попередні дослідження авторів спрямовувалося на обґрунтування потреби в програмному забезпеченні управління відходами та опис MVP-продукту E-Waste платформи [9; 10]. Наступний, логічний етап – розроблення методології її впровадження, пілотування, масштабування та інтеграції у систему управління відходами України.

Наукова сутність статті зумовлена відсутністю цілісної методологічної моделі впровадження циф-

рових платформ управління відходами, що поєднувала б нормативно-правові вимоги, євроінтеграційні орієнтири, інституційні ролі учасників, функціональну архітектуру цифрового рішення, показники ефективності, ризики впровадження та механізми подальшого масштабування. Така прогалина означила актуальність дослідження та його значення для природоохоронного напрямку.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблематика цифровізації управління відходами дедалі частіше розглядається у науковій літературі як один із напрямів модернізації природоохоронної політики, підвищення ефективності екологічного врядування та переходу до циркулярної економіки. Традиційні підходи, що базуються переважно на адміністративному регулюванні, паперовій звітності та фрагментарному обліку, не забезпечують достатнього рівня прозорості, простежуваності та аналітичної підтримки управлінських рішень. Тому сучасні дослідження зосереджуються на цифрових платформах, GIS-рішеннях, електронних реєстрах, автоматизованому моніторингу та механізмах перевірки учасників ринку.

У міжнародному дискурсі цифрові рішення у сфері управління відходами розглядаються як складові ширшої системи прийняття рішень на основі даних, що узгоджується з підходами до відкритих даних, цифрового врядування та аналітики у сфері управління ресурсами [14; 20]. Глобальні огляди управління відходами підкреслюють потребу у якісних даних, інституційній спроможності та прозорості потоків відходів [12; 13]. Дослідження електронних відходів акцентують увагу на поєднанні технологічних, економічних, соціальних, екологічних і політичних чинників [11; 19]. Роботи щодо циркулярної економіки показують, що ефективне управління ресурсами потребує не лише технологій перероблення, а й нових моделей взаємодії, обліку, прозорості потоків та інституційної підтримки [15–18].

Окремий напрямок пов'язаний із використанням онлайн-платформ з метою організації збирання, передавання, перероблення або повторного використання відходів. У такій діяльності значну увагу приділено поведінці користувачів, довірі до цифрових сервісів, зручності інтерфейсу, сприйняттю ризиків і здатності платформ зменшувати транзакційні витрати між утворювачами відходів та операторами. В Україні така проблема поглиблюється процесами реформування галузі, післявоєнними викликами та необхідністю створення інформаційної бази для управління відходами на місцевому та регіональному рівнях.

Практичний вимір цифровізації підтверджується проектом UNDP Digital Waste Management / E-Waste System, який передбачає створення електронної інформаційної системи для відстеження циклу відходів від утворення до оброблення або видалення [8]. Водночас державні системи переважно виконують

функції офіційного обліку, адміністрування, контролю та звітності, тоді як прикладні marketplace-платформи можуть забезпечувати більш гнучкий рівень взаємодії: пошук виконавців, верифікацію контрагентів, геолокаційний аналіз, зворотний зв'язок і первинну аналітику для користувачів.

Попередні оприлюднені праці авторів сформували підґрунтя для цього дослідження. Одна з них обґрунтовує створення програмного забезпечення у сфері управління відходами як прикладного інструменту імплементації європейських нормативно-правових підходів [10]. Інша – описує інноваційний MVP-продукт E-Waste платформи на українському ринку, її GIS-компонент, аналітичний модуль, перевірку учасників ринку та потенціал масштабування [9]. Отже, науковий підхід передбачає перехід від концепції і MVP до методології впровадження, інституційної інтеграції та оцінювання ефективності.

Аналіз літератури засвідчує, що для українського контексту недостатньо дослідженим залишається питання поетапного масштабування таких платформ із урахуванням нормативно-правових вимог, інституційної структури, потреб громад, ринкових механізмів і євроінтеграційних зобов'язань. Саме це визначає необхідність подальшого дослідження методологічних засад впровадження цифрової E-Waste платформи.

Мета роботи. Мета наукової праці – обґрунтування методологічних засад впровадження та масштабування цифрової E-Waste платформи в системі управління відходами України в контексті європейської інтеграції з урахуванням сучасних вимог до цифровізації екологічного врядування, забезпечення простежуваності потоків відходів, підвищення прозорості взаємодії між учасниками ринку та формування передумов для переходу до циркулярної економіки.

Досягнення цієї мети передбачає розгляд E-Waste платформи не лише як окремого цифрового продукту або MVP, аде й потенційного елемента ширшої цифрової екосистеми управління відходами. Така екосистема має поєднувати інтереси утворювачів відходів, операторів ринку, територіальних громад, органів державної влади, інвесторів, донорських організацій та громадськості.

Основними завданнями дослідження є: визначити передумови цифровізації управління відходами в Україні; окреслити місце E-Waste платформи у системі екологічного врядування; сформувати модель стейкхолдерів; обґрунтувати функціональну архітектуру платформи; запропонувати поетапну модель впровадження і масштабування; визначити систему KPI; ідентифікувати ризики та заходи управління ними; обґрунтувати очікуваний екологічний, управлінський і соціально-економічний ефект; окреслити перспективи інтеграції платформи з державними реєстрами, GIS-інструментами, API-обміном і аналітичними панелями.

Методика досліджень. Методологічну основу дослідження становить міждисциплінарний підхід до аналізу цифрової трансформації системи управління відходами України, що поєднує природоохоронні, управлінські, правові, інформаційно-технологічні, економічні та соціальні аспекти. Такий підхід необхідний, оскільки впровадження E-Waste платформи не може бути зведене лише до створення програмного забезпечення. Йдеться про формування прикладного інструменту екологічного врядування, що має функціонувати в межах чинної системи управління відходами, відповідати євроінтеграційним орієнтирам і забезпечувати прозорість потоків відходів.

Матеріалами дослідження є положення законодавства України у сфері управління відходами та охорони довкілля; документи ЄС щодо управління відходами, циркулярної економіки і цифровізації; наукові праці українських та зарубіжних дослідників; попередні публікації автора; а також прикладні матеріали концептуального моделювання E-Waste платформи, зокрема її реєстраційного модуля, верифікації операторів, GIS-картування, marketplace-взаємодії, аналітичного кабінету, звітності, мобільного застосунку та інтеграційного API.

У дослідженні застосовано системний аналіз, що дозволив розглянути платформу як елемент багаторівневої системи управління відходами. Порівняльно-правовий метод використано для зіставлення національних підходів з європейськими принципами ієрархії управління відходами, простежуваності, циркулярної економіки та електронного обліку. Функціональне моделювання застосовано для визначення структури платформи, її модулів, взаємозв'язків і ролі у процесі масштабування.

Метод stakeholder mapping дозволив визначити основних учасників процесу впровадження: утворювачів відходів, операторів, органи місцевого самоврядування, центральні та регіональні органи влади, громадськість, бізнес, інвесторів, донорів та IT-провайдерів. GIS-орієнтований аналіз використано для обґрунтування ролі просторових даних у картуванні точок утворення відходів, операторів, маршрутів, проблемних територій і потенційних зон ризику.

Ризик-орієнтований підхід застосовано для ідентифікації ризиків низької якості даних, недовіри учасників ринку, кібербезпеки, фінансової нестабільності, регуляторної невизначеності та слабкої інтеграції з державними системами. KPI-based approach використано для формування системи операційних, екологічних, управлінських, економічних, соціальних і цифрових показників. Додатково застосовано SWOT-аналіз і поетапне сценарне моделювання, що дозволило описати розвиток платформи від MVP до національної цифрової екосистеми управління відходами.

Основні результати дослідження. Результати дослідження дозволяють обґрунтувати E-Waste платформу як прикладний інструмент модернізації системи управління відходами України. На відміну від традиційних моделей, що базуються на адміністративному контролі, паперовій звітності та фрагментарній взаємодії, запропонований підхід передбачає формування цифрового середовища, у межах якого учасники системи можуть обмінюватися інформацією, шукати виконавців, перевіряти статус контрагентів і накопичувати аналітичні дані щодо потоків відходів.

Основним результатом є методологічна модель впровадження та масштабування E-Waste платформи як елемента цифрової екосистеми екологічного врядування. Її функціонування спрямоване на три ключові результати: підвищення простежуваності потоків відходів, зменшення ризиків нелегального поводження з ними та формування якісної інформаційної бази для прийняття управлінських рішень. Платформа може виконувати роль проміжної ланки між державними електронними системами та практичними потребами ринку, доповнюючи державну інфраструктуру більш гнучким користувацьким інтерфейсом.

Концептуальна модель впровадження E-Waste платформи

Запропонована концептуальна модель базується на розумінні E-Waste платформи як цифрового середовища, у якому поєднуються чотири функціональні контури: ринковий, управлінський, аналітичний і контрольний. Ринковий контур забезпечує взаємодію між утворювачами відходів та операторами; управлінський орієнтований на потреби громад і органів влади; аналітичний забезпечує оброблення, візуалізацію і тлумачення даних; контрольний пов'язаний із верифікацією операторів, перевіркою документів, відстеженням операцій і зменшенням ризиків недобросовісної діяльності.

Стейкхолдери та функціональна архітектура

Ефективність впровадження платформи залежить від належного залучення основних стейкхолдерів: утворювачів відходів, операторів управління відходами, територіальних громад, державних органів, бізнесу, громадськості, донорів, інвесторів

та IT-провайдерів. Утворювачі формують попит, оператори забезпечують пропозицію, громади використовують дані для управління територією, державні органи отримують додаткову аналітику, а громадськість може брати участь у виявленні проблемних точок.

Функціональна архітектура платформи має забезпечувати не лише базову взаємодію між користувачами, але й накопичення якісних даних, їх аналіз, верифікацію та подальшу інтеграцію з іншими цифровими системами. До основних модулів належать реєстраційний модуль, модуль верифікації операторів, GIS-модуль, marketplace-модуль, аналітичний кабінет, модуль звітності, мобільний застосунок, інтеграційний API, модуль зворотного зв'язку та ризик-моніторингу.

Поетапна модель впровадження та масштабування

Запропонована модель передбачає, що цифрове рішення у сфері управління відходами не може бути одномоментно задіяне на національному рівні без попереднього тестування, адаптації функціоналу та перевірки операційної моделі. Тому впровадження має відбуватися планомірно: від MVP до національної екосистеми.

На етапі MVP основним завданням є перевірка базової гіпотези щодо потреби ринку, засвідчити готовність користувачів, затребуваність функцій, бар'єри використання та реальну якість даних. Регіональне масштабування потребує стандартизації даних, модерації, підтримки користувачів і базових аналітичних панелей. Інтеграція з державними системами має відбуватися після стабілізації функціоналу та формування надійної моделі даних.

KPI та ризики впровадження

Для оцінювання результативності платформи запропоновано систему KPI, що охоплює не лише технічні або комерційні показники, а й екологічні, управлінські, соціальні та цифрові результати. Такий підхід дозволяє перейти від декларативної оцінки ефективності до вимірюваного управління результатами.

Основними ризиками впровадження є низька якість даних, недовіра учасників ринку, кіберризики, фінансова несталість, регуляторна невизна-

Таблиця 1

Концептуальна модель впровадження E-Waste платформи

Контур	Основне призначення	Очікуваний результат
Ринковий	Взаємодія утворювачів відходів та операторів	Прозорий пошук послуг і зменшення транзакційних витрат
Управлінський	Підтримка громад і органів влади	Дані для планування та управління
Аналітичний	Оброблення, візуалізація та інтерпретація даних	Підтримка рішень на основі доказів
Контрольний	Верифікація учасників і відстеження операцій	Зменшення ризиків нелегального поводження з відходами

Таблиця 2

Стейкхолдери та функціональна архітектура

Модуль	Функція	Значення
Реєстрація	Профілі утворювачів, операторів, громад і адміністраторів	Формування бази учасників
Верифікація	Перевірка ліцензій, дозволів, видів операцій та контактних даних	Зниження ризику недобросовісних контрагентів
GIS	Картування точок утворення, операторів, маршрутів і проблемних зон	Просторова аналітика та підтримка планування
Marketplace	Заявки, пропозиції, вибір виконавця, історія операцій	Прозора взаємодія попиту і пропозиції
Аналітика та звітність	Дашборди, KPI, візуалізація потоків, формування звітів	Підтримка управлінських рішень
API та мобільний застосунок	Обмін даними і оперативне залучення користувачів	Передумова масштабування

Таблиця 3

Поетапна модель впровадження та масштабування

Етап	Зміст	Основний результат
1. MVP	Базовий функціонал: реєстрація, оператори, заявки, GIS-мапа, первинна аналітика	Перевірка життєздатності продукту
2. Пілот	Запуск у вибраній громаді, місті або регіоні	Тестування з реальними користувачами
3. Регіональне масштабування	Підключення кількох громад, операторів і регіональних органів	Формування регіональної цифрової бази
4. Інтеграція	API-обмін, перевірка дозволів, інтеграція з офіційними реєстрами	Підвищення достовірності даних
5. Національна екосистема	Масове підключення користувачів, стандартизація даних, аналітичні панелі	Повноцінна цифрова інфраструктура
6. Розширені технології	AI-аналітика, прогнозування, ESG-звітність, автоматизований ризик-моніторинг	Поглиблена аналітика і стратегічне планування

Таблиця 4

KPI та ризики впровадження

Група KPI	Приклади показників	Управлінське значення
Операційні	кількість користувачів, операторів, заявок, завершених операцій, середній час пошуку оператора	Оцінка активності платформи
Екологічні	обсяг відходів, переданих ліцензованим операторам; кількість повідомлень про нелегальні місця	Оцінка екологічного ефекту
Управлінські	кількість підключених громад; кількість звітів; рішення, прийняті на основі даних	Оцінка користі для органів влади
Економічні	скорочення часу і витрат на пошук оператора; зростання замовлень для операторів	Оцінка ринкової ефективності
Соціальні та цифрові	звернення громадян, задоволеність користувачів, доступність системи, API-запити	Оцінка залучення та технологічної сталості

ченість, відсутність інтеграції з державними системами, низька цифрова готовність користувачів і фрагментація цифрових рішень. Управління цими ризиками має здійснюватися через верифікацію, модерацію, стандартизацію даних, кіберзахист, навчання користувачів, поетапне масштабування та API-інтеграцію.

Очікуваний ефект

Екологічний ефект платформи полягає у підвищенні простежуваності потоків відходів, зменшенні ризиків несанкціонованого видалення та покращенні доступу до ліцензованих операторів. Управлінський ефект проявляється у створенні аналітичної бази для громад і органів влади, мож-

ливості виявлення проблемних зон і планування інфраструктури. Економічний ефект пов'язаний зі зменшенням транзакційних витрат, підвищенням конкуренції та розвитком ринку екологічних послуг. Соціальний ефект полягає у залученні громадян до екологічного моніторингу, а інституційний – у підвищенні спроможності громад і державних органів працювати з даними.

Обговорення результатів. Отримані результати свідчать, що E-Waste платформа може стати перспективним інструментом модернізації системи управління відходами України, однак її ефективність залежить не лише від технічної реалізації, але й від здатності інтегруватися у ширший нормативний, інституційний, ринковий та управлінський контекст. Тому платформу доцільно розглядати не лише як цифровий продукт, але й як інструмент екологічного врядування, поєднуючи комунікаційну, аналітичну та контрольну функції.

Комунікаційна функція забезпечує взаємодію між утворювачами відходів та операторами. Аналітична функція пов'язана з накопиченням, структуруванням і візуалізацією даних щодо потоків відходів, заявок, географії попиту та проблемних територій. Контрольна функція проявляється у верифікації учасників ринку, перевірці їх правового статусу, фіксації операцій та зменшенні ризику залучення недобросовісних суб'єктів.

Особливо важливим є те, що платформа може стати проміжною ланкою між державними електронними системами та практичними потребами ринку. Державні системи виконують функції офіційного обліку, адміністрування і контролю. Натомість учасники ринку потребують гнучких інструментів: пошуку оператора, перевірки контрагента, розміщення заявки, геолокаційного відображення послуг і формування базової звітності. Саме цю нішу може зайняти E-Waste платформа, доповнюючи державну цифрову інфраструктуру.

Ключове обмеження – якість даних. У сфері відходів вони мають не лише інформаційне, а й регуляторне, екологічне та економічне значення. Недостовірні дані можуть призводити до прийняття помилкових управлінських рішень, викривлення ринку або втрати довіри. Тому платформа має передбачати верифікацію, модерацію, оновлення інформації, стандарти-

зацію форматів і подальшу інтеграцію з офіційними реєстрами.

Важливим є також GIS-компонент, який дозволяє фіксувати не лише наявність відходів або операторів, але й територіальну логіку їх розміщення, транспортну доступність, зони недостатнього покриття послугами та проблемні території. У цьому контексті GIS-модуль має значення не лише для бізнес-користувачів, але й для територіальних громад, які потребують інструментів просторового планування та моніторингу.

Водночас необхідно уникати надмірного технологічного оптимізму. Цифровий інструмент не замінює державну політику, інфраструктурні інвестиції, контроль, відповідальність операторів і екологічну культуру населення. Його ефективність можлива лише за умови поєднання з нормативними, інституційними, освітніми та економічними заходами. Тому E-Waste платформу слід розглядати як один із елементів ширшої трансформації управління відходами, а не як універсальне рішення для всіх проблем галузі.

Наукова новизна. Наукова новизна дослідження: формування цілісної методологічної моделі впровадження та масштабування цифрової E-Waste платформи як прикладного інструменту екологічного врядування, спрямованого на підвищення прозорості, простежуваності та керованості потоків відходів в Україні. На відміну від підходів, у яких цифрові рішення розглядаються як окремі інформаційні сервіси або комерційні marketplace-платформи, у статті E-Waste платформа обґрунтовується як багатофункціональний елемент цифрової екосистеми управління відходами. Запропонована чотириконтурна модель функціонування платформи поєднує ринковий, управлінський, аналітичний та контрольний контури; у поетапній моделі масштабування від MVP до національної цифрової екосистеми; у визначенні системи KPI для оцінки не лише технічної активності, але й екологічного, управлінського, економічного та соціального ефекту; у застосуванні ризик-орієнтованого підходу до цифрових платформ у сфері відходів; а також у розвитку GIS-орієнтованого бачення потоків відходів як просторово прив'язаних даних.

Практична значущість. Практичне значення результатів полягає у можливості використання запропонованої методології для підготовки та реалі-

Таблиця 5

Наукова новизна

Елемент новизни	Сутність
Методологічний підхід	Платформа розглядається як елемент цифрової екосистеми екологічного врядування
Чотириконтурна модель	Поєднання ринкового, управлінського, аналітичного та контрольного контурів
Модель масштабування	MVP → пілот → регіональне масштабування → інтеграція → національна екосистема
KPI-система	Оцінка операційних, екологічних, управлінських, економічних, соціальних і цифрових результатів
Ризик-орієнтований підхід	Ідентифікація ризиків даних, довіри, кібербезпеки, фінансування та інтеграції

зації пілотних цифрових проєктів у сфері управління відходами. Вона може застосовуватися територіальними громадами для моніторингу потоків відходів, виявлення проблемних зон, оцінки доступності операторів та підготовки місцевих управлінських рішень. Для органів державної влади модель може бути корисною при формуванні політики цифровізації, визначенні стандартів даних і підходів до інтеграції прикладних платформ із державними електронними системами.

Для операторів управління відходами платформа створює прозорий канал доступу до клієнтів, можливість підтвердження правового статусу та формування репутаційного профілю. Для бізнесу та інших утворювачів відходів вона може спростити пошук належного оператора, перевірку дозвільних документів і зменшення комплаєнс-ризиків. Для громадськості платформа може стати інструментом участі в екологічному моніторингу щодо проблемних місць, а також підвищення екологічної обізнаності.

Для донорських організацій та інвесторів запропонована методологія може стати важливим чинником під час оцінки доцільності підтримки пілотних цифрових рішень. Наявність поетапної моделі, KPI та карти ризиків дозволяє структурувати грантові заявки, інвестиційні пропозиції та технічні завдання. Для IT-розробників функціональна архітектура може бути покладена в основу опису модулів, користувачьких ролей, вимог до GIS-компонента, аналітики, мобільного застосунку та API-інтеграції.

Висновки. У науковій праці обґрунтовано методологічні засади впровадження та масштабування цифрової E-Waste платформи у системі управління відходами України в контексті європейської інтегра-

ції. Встановлено, що цифровізація цієї сфери має розглядатися не лише як автоматизація окремих операцій, а як складова трансформації екологічного врядування, спрямована на прозорість, простежуваність і підвищення якості управлінських рішень.

Проведений аналіз засвідчив, що ключові виклики – це недостатня інтегрованість даних, обмежена взаємодія між утворювачами відходів та операторами, складність перевірки контрагентів, фрагментарність аналітики та ризики нелегального поводження з відходами. У таких умовах E-Waste платформа може виконувати роль прикладного цифрового інструменту, який забезпечує комунікацію, верифікацію, GIS-відображення, накопичення даних і підтримку рішень.

Запропоновано розглядати платформу як елемент цифрової екосистеми, що поєднує ринковий, управлінський, аналітичний та контрольний контури. Обґрунтовано поетапну модель її розвитку: MVP, пілотне впровадження, регіональне масштабування, інтеграція з державними системами та формування національної екосистеми. Означено функціональну архітектуру платформи, систему KPI, основні ризики та заходи управління ними.

Практичне значення запропонованої методології дозволяє її використання для підготовки пілотних проєктів, технічних завдань, грантових заявок, регіональних програм цифровізації, муніципальних екологічних ініціатив та систем моніторингу результатів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на апробацію моделі в конкретній громаді або регіоні, уточнення технічних вимог до модулів, оцінку економічної життєздатності та розроблення механізмів інтеграції з державними електронними системами.

Література

1. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20> (дата звернення: 28.05.2026).
2. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12> (дата звернення: 28.05.2026).
3. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/820-2017-p> (дата звернення: 28.05.2026).
4. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 р. № 117-р. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/117-2019-p> (дата звернення: 28.05.2026).
5. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32008L0098> (date of access: 28.05.2026).
6. European Commission. A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final. Brussels, 2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098> (date of access: 28.05.2026).
7. European Commission. The European Green Deal. COM(2019) 640 final. Brussels, 2019. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640> (date of access: 28.05.2026).
8. UNDP Ukraine. Digital Waste Management / E-Waste System. United Nations Development Programme in Ukraine. URL: <https://www.undp.org/ukraine/projects/digital-waste-management-e-waste-platform> (date of access: 28.05.2026).
9. Філін В. В., Улицький О. А., Фролов В. Ф. Innovative MVP product of the E-Waste platform on the Ukrainian market. Екологічна безпека та природокористування. 2026. № 1(57). С. 45-53. DOI: 10.32347/2411-4049.2026.1.45-53. URL: <https://es-journal.in.ua/article/view/358097> (дата звернення: 28.05.2026).
10. Ulytsky O. A., Filin V. V. Scientific approach to the creation and implementation of software in the field of waste management as an auxiliary applied tool in the process of implementing regulatory legal acts of the European Union. Геоінтеграція: наука, технології та довкілля : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. для студентів, аспірантів та молодих учених. Київ, 2025. С. 62-64. DOI: 10.15407/conference.geointegration.062. URL: https://www.igns.gov.ua/1_3-1-scientific-approach-to-the-creation-and-

implementation-of-software-in-the-field-of-waste-management-as-an-auxiliary-applied-tool-in-the-process-of-implementing-regulatory-legal-acts-of-the-europ/ (date of access: 28.05.2026).

11. UNITAR, ITU. Global E-waste Monitor 2024. Geneva ; Bonn : United Nations Institute for Training and Research ; International Telecommunication Union, 2024. URL: <https://ewastemonitor.info/> (date of access: 28.05.2026).
12. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC : World Bank, 2018. 272 p.
13. Wilson D. C., Rodic L., Modak P., Soos R., Carpintero A., Velis K., Iyer M., Simonett O. Global Waste Management Outlook. Nairobi : UNEP ; ISWA, 2015. 346 p.
14. OECD. Digital Opportunities for Better Waste Management. Paris : OECD Publishing, 2019. 132 p.
15. Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Ellen MacArthur Foundation, 2013. 96 p.
16. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling. 2017. Vol. 127. P. 221-232. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
17. 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: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
18. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 143. P. 757-768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
19. Kumar A., Holuszko M., Espinosa D. C. R. E-waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices. Resources, Conservation and Recycling. 2017. Vol. 122. P. 32-42. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.01.018.
20. Kitchin R. The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences. London : SAGE Publications, 2014. 240 p.

Дата першого надходження статті до видання: 09.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.07.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.08.2026