

УДК 628.4:620.9

V.V. Filin¹

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0745-6181> **e-mail:** volodymyr_filin@ukr.net

O.A. Ulytsky², Doctor of Geological Sciences, Professor, Leading Researcher

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2674-2208> **e-mail:** olegulytsky@gmail.com

V.F. Frolov³, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Department of Applied Ecology and Environmental Management

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1675-8476> **e-mail:** frolov19470308@ukr.net

¹State Scientific Institution “Institute of Ecological Restoration and Development of Ukraine”, Kyiv, Ukraine

²State Institution “Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine”, Kyiv, Ukraine

³Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Kyiv, Ukraine

INNOVATIVE MVP PRODUCT OF THE E-WASTE PLATFORM ON THE UKRAINIAN MARKET

Abstract. *The article presents the development and key features of an innovative Minimum Viable Product (MVP) of the E-Waste digital platform designed to enable fast and efficient communication between waste generators and waste-management operators. The MVP requires the use of modern software-engineering approaches and geoinformation technologies to address environmental challenges at local and regional levels. The solution had no analogues on the Ukrainian market at the time of its creation and is aligned with EU waste legislation, the National Waste Management Strategy of Ukraine until 2030, and contemporary trends in digitalization and transparent decision-making for environmental safety.*

The E-Waste platform aims to enhance efficiency in waste management, support monitoring of illegal dumping and uncontrolled disposal, and foster the transition towards a sustainable circular economy based on ESG principles. Integration with Geographic Information Systems (GIS) enables mapping of waste locations and licensed operators, while an analytical module supports governmental and municipal bodies in tracking waste flows. The platform's architecture combines process automation, secure data exchange, and counterparty verification in a unified information environment.

The socio-economic impact includes stimulation of small and medium-sized enterprises in the environmental services sector, raising public awareness regarding proper waste management, and supporting Ukraine's implementation of international environmental obligations and EU directives. The E-Waste platform is considered a promising tool that can underpin further improvement of waste-management infrastructure, regional scaling, and the integration of advanced technologies (such as blockchain) to ensure operational transparency.

Keywords: *E-Waste, waste management, digital platforms, circular economy, environmental innovations, data transparency, GIS analytics, environmental marketplace.*

В.В. Філін¹, О.А. Улицький², В.Ф. Фролов³

¹Державна наукова установа «Інститут екологічного відновлення та розвитку України», м. Київ, Україна

²ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м. Київ, Україна

³Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНИЙ MVP-ПРОДУКТ ПЛАТФОРМИ E-WASTE НА РИНКУ УКРАЇНИ

***Анотація.** Стаття висвітлює створення та функціональні особливості інноваційного MVP (Minimum Viable Product) цифрової платформи E-Waste, призначеної для оперативної комунікації між утворювачами відходів та суб'єктами господарювання у сфері управління відходами. Показано, що розробка не має аналогів на українському ринку на момент створення, відповідає вимогам Директиви 2008/98/ЄС та Національної стратегії управління відходами до 2030 року, а також сучасним трендам цифровізації й прозорості управлінських рішень.*

Платформа E-Waste спрямована на підвищення ефективності управління відходами, контроль несанкціонованих і незаконних звалищ, а також підтримку розвитку циркулярної економіки на основі ESG-підходу. Інтеграція з геоінформаційними системами (GIS) забезпечує відображення локацій відходів і найближчих операторів, а аналітичний модуль створює можливості для моніторингу потоків відходів органами державної та муніципальної влади. Архітектура MVP враховує автоматизацію процесів, захищений обмін даними та верифікацію контрагентів в єдиному інформаційному середовищі.

Соціально-економічний ефект полягає у стимулюванні розвитку малого та середнього бізнесу у сфері еколого-орієнтованих послуг, підвищенні обізнаності щодо належного управління відходами та сприянні виконанню Україною міжнародних екологічних зобов'язань і директив ЄС. Платформа розглядається як базовий інструмент для подальшого вдосконалення інфраструктури управління відходами, її масштабування та інтеграції новітніх технологій (зокрема блокчейн) для підвищення прозорості операцій.

***Ключові слова:** E-Waste, управління відходами, цифрові платформи, циркулярна економіка, екологічні інновації, прозорість даних, GIS-аналітика, екологічний маркетинг.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2026.1.45-53>

Вступ

Екологічна політика України орієнтована на перехід до циркулярної економіки та цифровізації управління відходами відповідно до Директиви 2008/98/ЄС та Національної стратегії управління відходами до 2030 року. Однак комунікація між утворювачами відходів, операторами з їх оброблення й органами влади залишається фрагментованою, що ускладнює контроль потоків відходів і створює додаткові ризики для довкілля.

За умов розвитку цифрових технологій особливо актуальним є створення інтегрованих онлайн-рішень, які об'єднують учасників ринку в єдиному інформаційному середовищі, забезпечують оперативний обмін даними, верифікацію контрагентів та аналітичну підтримку управлінських рішень.

У цьому контексті розроблення MVP платформи E-Waste є першим в Україні прикладом цифрового інструменту, що поєднує функції екологічного маркетплейсу, геоінформаційного сервісу та аналітичної системи для органів влади.

Об'єктом дослідження є процес цифровізації системи управління відходами в Україні, а предметом – MVP-платформа E-Waste як інструмент оптимізації комунікації між учасниками ринку екологічних послуг.

Аналіз досліджень та постановка задачі

Сучасний стан управління відходами в Україні характеризується низьким рівнем цифровізації, відсутністю єдиних електронних реєстрів та інтегрованих каналів взаємодії між утворювачами відходів та операторами ринку управління відходами. Локальні бази даних і паперові звіти не забезпечують своєчасний моніторинг потоків відходів та контроль дотримання екологічних вимог.

З позицій інженерії програмного забезпечення необхідним є створення гнучкої платформи з модульною архітектурою, яка дозволить:

- масштабувати функціонал;
- інтегрувати геоінформаційні сервіси;
- підключати аналітичні модулі та можливі фінансові/токенізовані механізми;
- забезпечити інформаційну безпеку та захист персональних даних.

Інтеграція з GIS є ключовим інноваційним компонентом, що дозволяє просторово відображати точки утворення відходів, шляхи їх переміщення та розташування ліцензованих операторів. Автоматизована перевірка контрагентів через державні реєстри підвищує довіру між учасниками ринку та зменшує ризики тіньових операцій.

Таким чином, завданням дослідження є обґрунтування та реалізація MVP-платформи E-Waste, яка поєднує технологічну інноваційність, практичну екологічну користь і потенціал трансформації сектора управління відходами на національному рівні.

Мета роботи

Метою роботи є наукове обґрунтування, розроблення та апробація MVP-рішення платформи E-Waste як цифрового інструменту інтеграції екологічних, технологічних та управлінських процесів у сфері управління відходами.

Запропонована інновація дозволяє:

- ✓ створити єдине інформаційне середовище для оперативної комунікації між утворювачами відходів, операторами та органами влади;
- ✓ автоматизувати пошук і підбір контрагентів;
- ✓ зменшити часові й фінансові витрати на організацію екологічних послуг;
- ✓ формувати достовірну базу даних про потоки відходів;
- ✓ підвищити прозорість та контроль за переміщенням відходів;
- ✓ підтримати впровадження принципів циркулярної економіки та еквівалентність вимогам ЄС.

З технічної точки зору мета включає створення масштабованої модульної архітектури з можливістю інтеграції з GIS, державними реєстрами, аналітичними модулями та потенційно – блокчейн-технологіями.

Методика досліджень

Методика дослідження базується на поєднанні системного, аналітичного та інженерно-технологічного підходів і включає такі етапи:

1. **Огляд і порівняльний аналіз** цифрових рішень у сфері управління відходами в Україні та ЄС (електронні реєстри, маркетплейси, системи відстеження потоків відходів). Визначено функціональні прогалини та сформовано вимоги до MVP.

2. **Проектування архітектури MVP** із застосуванням методів програмної інженерії:

- моделювання користувацьких сценаріїв (use cases);

- побудова інформаційної моделі бази даних з урахуванням Національного класифікатора відходів;

- UX/UI-дизайн, орієнтований на зручність та інтуїтивність;

- використання Agile-підходу та DevOps-циклу для поетапного вдосконалення продукту.

3. **Аналітичне моделювання ефективності** роботи платформи: оцінка часу обробки запитів, стабільності роботи модулів, рівня захисту даних та очікуваного екологічного й соціального ефекту (скорочення несанкціонованих та зменшення нелегальних звалищ, зростання кількості верифікованих транзакцій).

4. **Застосування GIS-інструментів** для картографування локацій утворення відходів, маршрутів їх переміщення та прив'язки контрагентів до конкретної території.

5. **UX/UI-аналіз прототипу**: оцінка логіки інтерфейсу, навігації, адаптивності дизайну та зручності для різних груп користувачів.

Такий комплексний підхід дозволяє оцінити MVP-платформу E-Waste як інструмент цифрової трансформації у сфері управління відходами.

Основні результати дослідження

У результаті дослідження створено інноваційний прототип платформи E-Waste – MVP цифрової системи комунікації між утворювачами відходів, операторами та органами влади. Розроблена архітектура забезпечує:

- швидкий пошук і підбір контрагентів у режимі реального часу;

- класифікацію відходів за національними стандартами;

- просторову візуалізацію локацій відходів і найближчих ліцензованих операторів (GIS-блок);

- захищений обмін даними та верифікацію учасників через інтеграцію з державними реєстрами;

- аналітичну підтримку органів влади щодо моніторингу потоків відходів.

Проведений UX/UI-аналіз підтвердив інтуїтивність інтерфейсу, логічну структуру та готовність до подальшого масштабування. Серед напрямів удосконалення – розширення довідкового блоку, адаптація інтерфейсу для мобільних пристроїв та оптимізація картографічного відображення.

З точки зору соціально-економічного ефекту, впровадження MVP-платформи E-Waste сприяє:

- скороченню часу та витрат на пошук операторів;
- зменшенню несанкціонованих викидів та нелегальних звалищ;
- підтримці розвитку МСП у сфері екологічних послуг;
- гармонізації практик управління відходами з вимогами ЄС та міжнародними зобов'язаннями України.

Оглядовий опис платформи E-Waste

Створений MVP-прототип E-Waste є першим в Україні рішенням такого типу та поєднує:

1. Унікальність рішення:

- інтеграція функцій екологічного маркетингу, GIS та аналітики;
- автоматизована класифікація відходів;
- перевірка учасників у єдиному інформаційному середовищі.

2. Практичну користь:

- зменшення транзакційних витрат учасників ринку;
- створення додаткових прозорих умов для укладання угод;
- сприяння повторному використанню ресурсів та циркулярній економіці.

3. Інноваційні компоненти:

- інтеграція з GIS для відображення локацій відходів та операторів;
- модуль накопичення даних для аналітики та планування на рівні регіонів.

4. Соціально-економічний ефект:

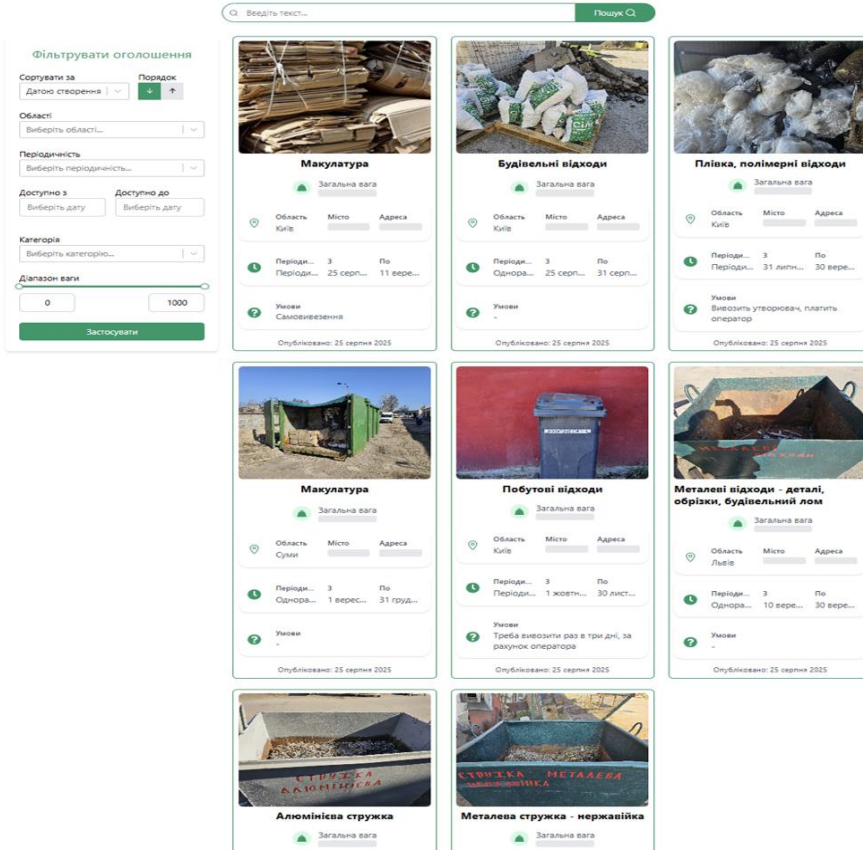
- нові можливості для малого й середнього бізнесу;
- підвищення екологічної свідомості;
- підтримка виконання європейських екологічних вимог.

Опис інтерфейсу та архітектури

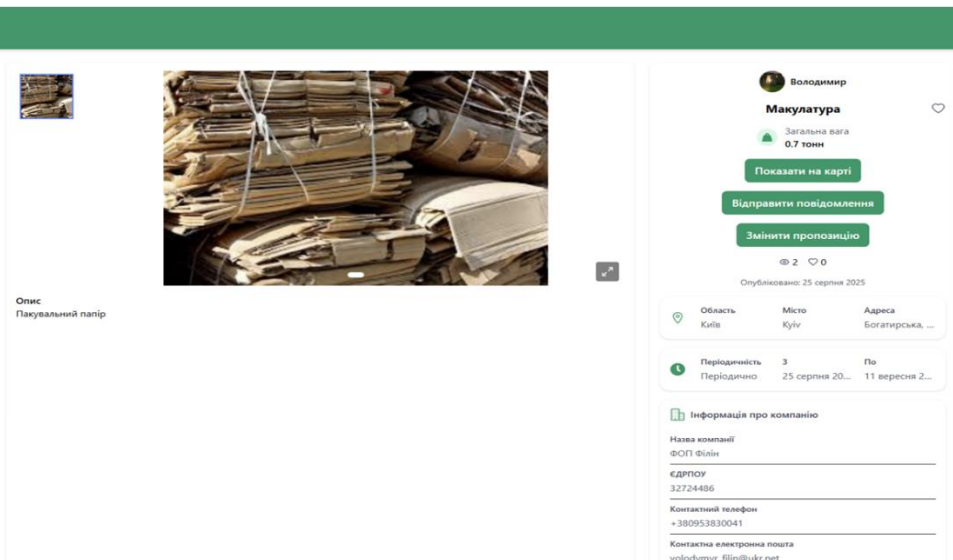
Інтерфейс платформи реалізований українською мовою з можливістю додавання англійської версії. Основні елементи:

- верхня панель навігації (логотип, новий пост, чати, профіль, перемикач мови);
- ліва панель фільтрів (тип відходів, регіон, період, маса, умови передачі);
- центральний список оголошень (фото, назва відходів, вага, локація, період доступності);
- сторінка оголошення з розширеною інформацією (опис, карта, дані про компанію, пропозиції).

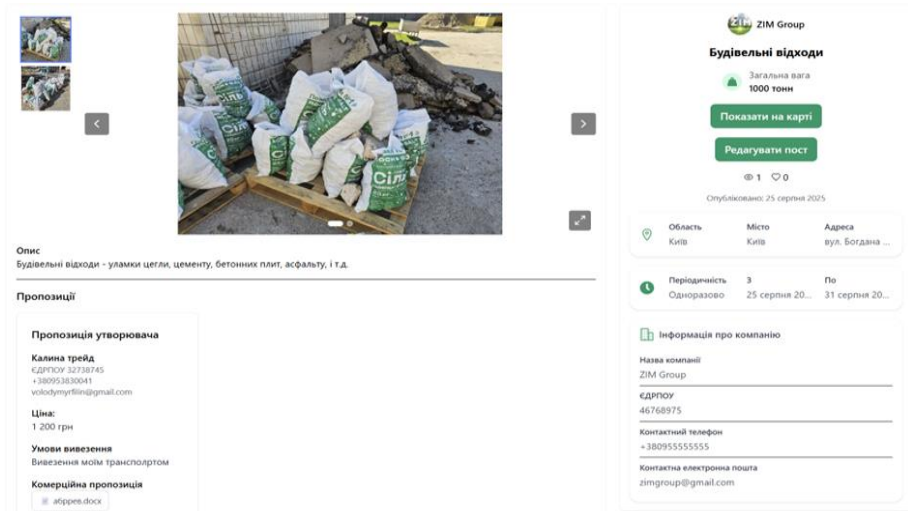
Особливістю архітектури є використання механізму «інформаційних токенів» для доступу до розширених даних про відходи і контрагентів, що створює додатковий рівень комерційної мотивації та контролю за якістю інформації. Передбачена можливість надсилання й отримання пропозицій, а також відбору найкращих умов співпраці утворювачем відходів.



Зображення 1. Головна сторінка інтерфейсу платформи E-Waste (зразок)



Зображення 2. Сторінка відображення розширеної/повної інформації про відхід після придбання токена на платформі E-Waste



Зображення 3. Сторінка оголошення та отримання пропозицій користувача – утворювача відходів

Висновки

1. Розроблена MVP-платформа E-Waste є інноваційним цифровим інструментом, що поєднує функціонал маркетплейсу, GIS-сервісів та аналітичних модулів для учасників ринку управління відходами.

2. Архітектура платформи забезпечує масштабованість, інтеграцію з державними реєстрами та потенціал впровадження блокчейн-технологій, що відповідає сучасним вимогам цифрової трансформації та екологічного управління.

3. Впровадження E-Waste сприяє зменшенню несанкціонованих викидів, розвитку циркулярної економіки, підвищенню прозорості ринку екологічних послуг і виконанню Україною міжнародних екологічних зобов'язань.

4. Подальший розвиток платформи пов'язаний із розширенням географії застосування, інтеграцією з національною системою електронного моніторингу відходів, створенням мобільного застосунку та поглибленням аналітичних можливостей для державних і муніципальних органів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Улицький, О. А., & Філін, В. В. (2024). Науковий підхід у створенні та впровадженні програмного забезпечення у сфері управління відходами як допоміжний прикладний інструмент у процесі імплементації нормативно-правових актів Європейського Союзу. У *Матеріали міжнародної науково-теоретичної та прикладної конференції «Відновлення екосистем, які постраждали внаслідок воєнних дій: українські та європейські виклики (REDMO-2024)»* (с. 193–195). Київ: Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління.
2. *Відновлення екосистем, які постраждали внаслідок воєнних дій: українські та європейські виклики (REDMO-2024)*. (2024). Матеріали міжнародної науково-теоретичної та прикладної конференції.
3. Філін, В. В., & Улицький, О. А. (2025). Геоінтеграція: наука, технології та довкілля. У *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції для студентів, аспірантів та молодих учених*. Київ: Інститут екологічного відновлення та розвитку України.

4. Європейський Парламент & Рада Європейського Союзу. (2008). Директива 2008/98/ЄС про відходи та скасування певних директив. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text
5. European Commission. (n.d.). *EU taxonomy for sustainable activities*. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
6. European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2486 of 27 June 2023 supplementing Regulation (EU) 2020/852... <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2486>
7. Верховна Рада України. (2022). Закон України «Про управління відходами». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
8. Кабінет Міністрів України. (2017). Розпорядження «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#Text>

Стаття надійшла до редакції 16.01.26, надійшла після рецензування 26.02.26, прийнята 04.03.26

REFERENCES

1. Ulytskyi, O. A., & Filin, V. V. (2024). Naukovyi pidkhid u stvorenni ta vprovadzhenni prohramnoho zabezpechennia u sferi upravlinnia vidkhodamy yak dopomizhnyi prykladnyi instrument u protsesi implementatsii normatyvno-pravovykh aktiv Yevropeiskoho Soiuзу [A scientific approach to the development and implementation of software in waste management as an auxiliary applied tool in the process of implementing European Union legal acts]. In *Proceedings of the International scientific-theoretical and applied conference "Restoration of ecosystems affected by military actions: Ukrainian and European challenges (REDMO-2024)"* (pp. 193–195). Kyiv: State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management. [in Ukrainian]
2. *Restoration of ecosystems affected by military actions: Ukrainian and European challenges (REDMO-2024)*. (2024). Proceedings of the International scientific-theoretical and applied conference.
3. Filin, V. V., & Ulytskyi, O. A. (2025). Heointehratsiia: nauka, tekhnolohii ta dovkillia [Geointegration: science, technologies and environment]. In *Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference for students, postgraduate students and young scientists*. Kyiv: Institute of Environmental Restoration and Development of Ukraine. [in Ukrainian]
4. European Parliament & Council of the European Union. (2008). Directive 2008/98/EC on waste and repealing certain Directives. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text
5. European Commission. (n.d.). *EU taxonomy for sustainable activities*. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
6. European Commission. (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2486 of 27 June 2023 supplementing Regulation (EU) 2020/852... <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2486>
7. Verkhovna Rada of Ukraine. (2022). Law of Ukraine “On waste management”. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
8. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2017). Order “On approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030”. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#Text>

The article was received 16.01.26, received after revision 26.02.26, accepted 04.03.26

Філін В.В.

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

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0745-6181> **e-mail:** volodymyr_filin@ukr.net

Улицький О.А.

д.геол.н., професор, провідний науковий співробітник, ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Адреса робоча: просп. Академіка Палладіна, 34-А, м. Київ, 03142, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2674-2208> **e-mail:** olegulytsky@gmail.com

Фролов В.Ф.

д.т.н., доцент, професор кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Адреса робоча: проспект Віталія Грицаєнка, 24, м. Полтава, 36011, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1675-8476> **e-mail:** frolov19470308@ukr.net