

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-365-29>
УДК 628.4:004.9:621.391:004.77

БРЕДУН ВІКТОР

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<https://orcid.org/0000-0002-8214-3878>

e-mail: bvi37h@gmail.com

БРЕДУН АНДРІЙ

Кременчуцький ліцей №10 «Лінгвіст»

e-mail: andrejbredun0@gmail.com

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ ТПВ В СІЛЬСЬКИХ І СЕЛИЩНИХ ГРОМАДАХ

У статті розглядається актуальна проблема обґрунтування впровадження цифрових технологій моніторингу твердих побутових відходів (ТПВ) у системах управління відходами сільських та селищних громад Полтавської області. Запропоновано методику визначення критеріїв доцільності та можливості впровадження таких систем, яка базується на оцінці логістичних, технологічних та організаційних факторів. Введено інтегральний показник – Індекс цифрової доцільності ($I_{цд}$), що дозволяє кількісно оцінити ефективність інвестицій у цифровізацію для кожної конкретної громади або кластера. Представлено структуру багаторівневої цифрової системи управління відходами «громада – кластер – регіон», яка інтегрується в регіональну стратегію переходу до циркулярної економіки. Запропонована методика може бути використана органами місцевого самоврядування для обґрунтування та пріоритетизації заходів щодо цифровізації систем поводження з відходами.

Ключові слова: тверді побутові відходи, цифрові технології, моніторинг, індекс цифрової доцільності, сільські громади, система управління відходами.

BREDUN VIKTOR

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

BREDUN ANDRIY

Kremenchuk Lyceum № 10 “Linguist”

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE FEASIBILITY AND POSSIBILITY CRITERIA FOR IMPLEMENTING DIGITAL MONITORING SYSTEMS FOR MUNICIPAL SOLID WASTE IN RURAL AND SETTLEMENT COMMUNITIES

The article examines the urgent problem of substantiating the implementation of digital technologies for monitoring solid municipal waste (SMW) within the waste management systems of rural and settlement communities in the Poltava region. The process of digital transformation in the waste management sector requires comprehensive scientific substantiation that extends beyond purely technological updates. A systematic approach to defining criteria for innovation implementation allows for a harmonious combination of strategic state priorities with economic capabilities and social expectations of society. The raw data for forming these criteria were drawn from the sanitary cleaning schemes of six territorial communities in the Poltava region, which contain information on logistical routes, vehicle fleets, as well as technological and economic indicators. The paper proposes a methodology for determining the criteria for the feasibility and possibility of implementing such systems. This methodology is based on the assessment of logistical, technological, and organizational factors and considers the potential for creating a three-tier digital system model: "community – cluster – region." This model aligns with the cluster approach of the regional strategy and establishes a foundation for building an effective waste management system in the Poltava region. The core of the methodology is the determination of the Digital Feasibility Index, which allows for a quantitative assessment of the efficiency of digitalization investments for each specific community or cluster. Based on the analysis of empirical data, three key criteria are proposed: the logistical inefficiency coefficient, the container fleet density coefficient, and the inter-municipal cooperation coefficient. This methodology for assessing the resource readiness (possibility) of a community focuses on technical, personnel, infrastructural, and organizational prerequisites. Financial possibility is based on the availability of sources to cover capital expenditures (IoT sensors, RFID tags, GPS trackers) and the stability of the budget for operational expenses. Technological readiness includes the condition of the garbage truck fleet and the quality of communication networks (NB-IoT, LoRaWAN). Personnel capacity involves the availability of specialists to manage the GIS system and the readiness of staff for a new logistical model. Organizational prerequisites include an assessment of the road network condition and the potential for inter-municipal cooperation. Participation in a cluster is viewed as a realistic opportunity to gain access to a shared digital platform.

Keywords: municipal solid waste, digital technologies, monitoring, Digital Feasibility Index, rural communities, waste management system.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.02.2026

Прийнята до друку / Accepted 11.03.2026

Опубліковано / Published 28.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Бредун Віктор, Бредун Андрій

Постановка проблеми

Ефективне управління твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з ключових екологічних та господарських проблем для сільських та селищних громад України. Низька щільність населення, великі відстані між населеними пунктами, обмежені бюджетні можливості та недостатньо розвинена інфраструктура ускладнюють застосування традиційних підходів до організації систем збору та транспортування відходів [1]. У той же час, світовий досвід свідчить про високу ефективність цифрових технологій (IoT, RFID, GPS, ГІС) для оптимізації логістики, зниження витрат та підвищення прозорості процесів поводження з відходами [2-7].

Одним з основних питань для органів місцевого самоврядування є обґрунтоване визначення, чи є впровадження цифрових систем моніторингу ТПВ доцільним і можливим в умовах конкретної громади.

Відсутність уніфікованої методики для такої оцінки призводить до суб'єктивних рішень, неефективних витрат коштів або, навпаки, уповільнення необхідних модернізацій. Таким чином, виникає потреба у розробці науково обґрунтованого інструменту, який би дозволив на основі об'єктивних показників визначати пріоритетність та готовність громад до цифрової трансформації систем управління відходами.

Аналіз джерел дослідження та публікацій

Дослідження в галузі застосування цифрових технологій у сфері управління відходами активно проводяться на міжнародному рівні. Європейські дослідження та практики підкреслюють потенціал цифровізації для досягнення цілей циркулярної економіки, підвищення ефективності збору та переробки відходів [8]. Широко вивчаються технології Інтернету речей (IoT) для моніторингу заповнення контейнерів, системи на основі штучного інтелекту для візуального контролю, а також інтегровані платформи національного рівня, такі як італійська SISTRI [2-7].

В Україні, зокрема в Полтавській області, дослідження зосереджені на аналізі регіональних стратегій управління відходами [1] та розробці схем санітарного очищення для окремих громад [9-15]. Проте питання критеріальної оцінки доцільності та можливості впровадження конкретних цифрових рішень саме для умов сільської місцевості залишаються недостатньо висвітленими. Існуючі роботи [16, 17] констатують проблеми та окреслюють основні концептуальні шляхи вирішення, але не пропонують універсального кількісного інструменту для прийняття управлінських рішень. Це обумовлює наукову новизну даного дослідження.

Тому, метою даної статті є розробка методики визначення критеріїв доцільності та можливості впровадження систем цифрового моніторингу ТПВ в сільських і селищних громадах, адаптованої до умов Полтавської області та інтегрованої в регіональну стратегію управління відходами.

Виклад основного матеріалу

Процес цифрової трансформації сфери управління відходами потребує комплексного наукового обґрунтування, яке виходить за межі суто технологічного оновлення. Системний підхід до визначення критеріїв впровадження інновацій дозволяє забезпечити гармонійне поєднання стратегічних пріоритетів держави з економічними можливостями та соціальними очікуваннями суспільства.

Вихідними даними для формування критеріїв послужили матеріали схем санітарного очищення шести територіальних громад Полтавської області (Терешківської, Семенівської, Опішнянської, Лохвицької, Котелевської, Гадяцької), що містять інформацію про логістичні маршрути, парк техніки, контейнерне господарство, технологічні та економічні показники [9-15].

Важливо відмітити, що технологія не може розглядатися як самоціль. Вона має виступати інструментом переходу до циркулярної економіки, забезпечуючи реальне зменшення обсягів захоронення на полігонах. Важливим аспектом цього положення є здатність системи до вирішення нагальних управлінських проблем, як-от оптимізація логістичних маршрутів для скорочення витрат палива або ліквідація латентних схем поводження з відходами через створення прозорих механізмів моніторингу. Таким чином, управлінська ефективність вимірюється здатністю технології забезпечити повну простежуваність руху відходів від джерела їх утворення до кінцевої точки утилізації.

Економічна складова оцінювання базується на поглибленому аналізі фінансової стійкості проекту та його впливу на муніципальний бюджет. Основним критерієм у цій площині є співвідношення капітальних інвестицій у апаратне та програмне забезпечення з очікуваною операційною економією. Обґрунтування доцільності впровадження передбачає розрахунок терміну окупності через призму зменшення витрат на амортизацію техніки та підвищення доходів від реалізації вторинної сировини. Справедливість та обґрунтованість тарифів, що досягається завдяки точному цифровому обліку, є кінцевим фінансовим критерієм успішності проекту.

Техніко-інфраструктурний базис визначає фактичну можливість реалізації обраної стратегії в конкретних локальних умовах. Рівень цифрової зрілості регіону, що включає стан телекомунікаційних мереж та готовність персоналу до експлуатації складних систем, є критичним обмежувальним фактором. Пріоритетним критерієм виступає масштабованість системи, що дозволяє їй еволюціонувати разом із територіальною громадою, а також її здатність до безперешкодної інтеграції в ширші регіональні чи державні цифрові екосистеми через відкриті інтерфейси передачі даних.

Не менш вагомим є соціально-громадський аспект. Критерієм ефективності тут слугує якісна зміна рівня сервісу, що виявляється у відсутності переповнених контейнерів та наявності зручних цифрових інструментів зворотного зв'язку. Соціальне сприйняття інновацій безпосередньо залежить від прозорості процесів управління та здатності технології демонструвати мешканцям реальний екологічний ефект від їхніх зусиль із сортування сміття. У кінцевому підсумку, успішним вважається те цифрове рішення, яке не лише оптимізує внутрішні процеси, а й сприяє формуванню високої екологічної свідомості громади, роблячи процес управління відходами зрозумілим та прогнозованим для кожного громадянина [7, 8].

Але, в умовах сучасного стану сільських і селищних громад Полтавської області доцільність впровадження цифрових технологій обґрунтовується, перш за все, потенційною економічною та операційною ефективністю. На основі аналізу емпіричних даних запропоновано три ключові критерії та інтегральний Індекс цифрової доцільності ($I_{цд}$):

$$I_{цд} = 0,5 \cdot (K_{лн}/20) + 0,3 \cdot (K_{щкп}/30) + 0,2 \cdot K_{мс}, \quad (1)$$

де:

- $K_{\text{лн}}$ (коефіцієнт логістичної неефективності): сумарний річний пробіг сміттевозів (км) / річний обсяг зібраних ТПВ (т). Відображає ефективність транспортування. Значення > 20 км/т свідчить про високу доцільність оптимізації маршрутів за допомогою GPS/ГІС.

- $K_{\text{цкп}}$ (коефіцієнт щільності контейнерного парку): загальна кількість контейнерів $\times 1000$ / кількість обслуговуваного населення. Характеризує технологічну складність управління активами. Значення > 30 вказує на доцільність впровадження систем контролю (наприклад RFID).

- $K_{\text{мс}}$ (коефіцієнт міжмуніципального співробітництва): 0 – громада працює самостійно, 1 – входить до кластеру. Відображає організаційну готовність до спільного використання цифрової платформи.

Вагові коефіцієнти (0.5; 0.3; 0.2) емпірично визначені на основі аналізу впливу кожного фактора на потенційну економію коштів. Порогові значення 20 та 30 встановлені з урахуванням аналізу показників громад області.

Інтерпретація $I_{\text{цд}}$:

- $I_{\text{цд}} > 2,0$ - критична доцільність (негайне впровадження).

- $1,0 < I_{\text{цд}} < 2,0$ - висока доцільність;

- $0,6 < I_{\text{цд}} < 1,0$ - середня доцільність;

- $I_{\text{цд}} < 0,6$ - низька доцільність.

Наприклад, для Котелевської громади розрахунок $I_{\text{цд}}$ для схеми збирання змішаних ТПВ дав результат близько 0,6, що вказує на середню доцільність і достатньо збалансовану логістику. Для схеми з роздільним збиранням цінних фракцій $I_{\text{цд}}$ становив 1,05, що підтверджує високу доцільність цифрової оптимізації в цьому випадку.

Аналіз практичних умов функціонування систем поведіння з відходами в сільській місцевості доводить, що обґрунтування доцільності впровадження цифрових технологій є лише першим етапом прийняття рішення. Ключовим інструментом для громад стає комплексна оцінка ресурсної готовності, або можливості, громади реалізувати такий проєкт. Ця оцінка виходить за рамки економічної ефективності та зосереджується на наявності конкретних технічних, кадрових, інфраструктурних та організаційних передумов, відсутність яких може призвести до зриву впровадження або неефективної експлуатації системи.

Основною задачею на цьому етапі є трансформація розуміння потреби у цифровізації в конкретний план дій із чітко визначеними ресурсними вимогами. Відтак, критерії можливості слід розглядати не як перелік перешкод, а як структуровану систему індикаторів, що дозволяє діагностувати стан готовності та ідентифікувати «вузькі місця», які потребують усунення. Фінансова складова, безумовно, є визначальною. Однак фінансування має бути спрямоване на вже існуючий, технічний та кадровий потенціал, відсутність якого робить будь-які інвестиції марними.

Фінансова можливість ґрунтується на двох ключових компонентах: наявності джерел для покриття капітальних витрат та стійкості бюджету для фінансування експлуатаційних витрат. Капітальні витрати формуються вартістю апаратної частини – сенсорного обладнання для контейнерних майданчиків (IoT-датчики, RFID-мітки) та телематичних комплексів для транспорту (GPS-трекери), а також вартістю програмної платформи, її адаптації та інтеграції в існуючі інформаційні системи громади. Сумарні капітальні витрати є функцією від кількості об'єктів, що підлягають оснащенню, та вибору технологічного рішення. Не менш вагомим є розрахунок постійних щорічних витрат, що включають абонентську плату за зв'язок і сервіс платформи, кошти на технічну підтримку, оновлення та обов'язкове навчання персоналу. Критично важливим аспектом розрахунку є коректна оцінка економії, що забезпечується системою за рахунок оптимізації маршрутів та зменшення операційних витрат, оскільки саме цей показник визначає реальне фінансове навантаження на бюджет громади та термін окупності інвестицій.

Одночасно фінансова здатність повинна бути підкріплена технологічною готовністю інфраструктури. Стан парку сміттевозів прямо впливає на ефективність будь-якої, навіть найсучаснішої, системи логістичної оптимізації. Застаріла або технічно ненадійна техніка з високими експлуатаційними витратами може нівелювати економію, отриману від оптимізації маршрутів.

Ключовим технологічним обмеженням для сільської місцевості є якість зв'язку. Робота системи в режимі реального часу залежить від стабільного покриття території стільниковим зв'язком (наприклад, стандартами NB-IoT) або наявності інфраструктури для розгортання енергоефективних мереж дальнього радіусу дії, таких як LoRaWAN [4]. Для останньої необхідна попередня оцінка оптимальних точок розміщення шлюзів, забезпечених інтернет-підключенням та електроживленням.

Кадрова спроможність часто є вирішальним фактором [16, 17]. Успіх впровадження залежить не стільки від обладнання, скільки від персоналу, здатного ним управляти. Це передбачає наявність або можливість підготовки диспетчера, здатного інтерпретувати дані ГІС-системи та приймати оперативні рішення, а також технічного фахівця для базового обслуговування апаратної частини. Важливою складовою є готовність основного виконавчого персоналу – водіїв та робітників – до роботи в новій, динамічній логістичній моделі, що вимагає гнучкості та дотримання оновлених процедур. Таким чином, кадровий критерій включає оцінку як наявного потенціалу, так і необхідності інвестування в програмні навчальні заходи.

Нарешті, загальну картину можливості доповнює оцінка інфраструктурних та організаційних передумов. Стан дорожньої мережі визначає фізичну досяжність контейнерних майданчиків та обмежує потенціал маршрутної оптимізації. Без належного дорожнього покриття навіть ідеально розрахований алгоритмом маршрут може виявитись непрохідним у певні періоди року.

Для малих громад особливої ваги набуває критерій міжмуніципального співробітництва: участь у кластері може стати єдиною реальною можливістю отримати доступ до потужної спільної цифрової платформи та професійного центру управління, поділивши витрати з сусідніми громадами.

Отже, критерії можливості у сукупності формують діагностичний інструмент, який науково обґрунтовує процес цифровізації з формуванням основних принципів її проведення для будь якої громади. Вони вказують не лише на те, чи може громада розпочати проєкт, а й на те, які підготовчі кроки (модернізація техніки, поліпшення зв'язку, підготовка кадрів, залучення до кластеру) є невідкладними. Комплексна оцінка за критеріями як доцільності, так і можливості забезпечує перехід від суспільно сформованого бачення до науково обґрунтованого, ресурсно зваженого та, як наслідок, реалістичного плану модернізації системи поводження з відходами.

Висновки

Запропонована методика, яка базується на інтегральному Індексі цифрової доцільності ($I_{цд}$) та сукупності критеріїв можливості, надає органам місцевого самоврядування науково обґрунтований інструмент для об'єктивної оцінки пріоритетності та готовності до впровадження систем цифрового моніторингу ТПВ.

$I_{цд}$ дозволяє кількісно порівнювати різні громади або сценарії поводження з відходами (наприклад, змішаний збір та роздільний), виявляючи точки найбільшого потенціалу для оптимізації витрат.

Трирівнева модель цифрової системи «громада – кластер – регіон» узгоджується з кластерним підходом регіональної стратегії та створює основу для побудови ефективної, прозорої та керованої системи поводження з відходами в Полтавській області.

Майбутні дослідження мають бути спрямовані на апробацію запропонованої методики на більш широкій вибірці громад, а також на розробку програмних інструментів для автоматизації розрахунку критеріїв та візуалізації результатів.

Література

1. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року: проєкт / Полтавська обласна адміністрація. 2021. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>
2. IoT-enabled smart waste management systems for smart cities: A systematic review. (2022). *IEEE Xplore*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9815071>
3. L'IoT nella gestione smart della raccolta differenziata dei rifiuti. (2022). *ZeroUnoWeb*. <https://www.zerounoweb.it/iot/liot-nella-gestione-smart-della-raccolta-differenziata-dei-rifiuti/>
4. Lavric, A., & Popa, V. (2017). Internet of Things and LoRa™ Low-Power Wide-Area Networks: A survey. *Semantic Scholar*. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Internet-of-Things-and-LoRa>
5. MEP Middle East. (2023). *BEEAH AI City Vision: Region's 1st AI cameras for city cleaning and waste management*. URL: <https://www.mepmiddleeast.com/news/beeah-ai-city-vision-region-1st-ai-cameras-city-cleaning-waste-management>
6. EU Monitor. (2010). *The Italian waste traceability control system (SISTR)*. URL: <https://www.eumonitor.eu/>
7. ACDÉCHETS. (2024). *ACDÉCHETS (Version 1.0) [Mobile app]*. Google Play Store. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=acdechets.smartidf.services>
8. European Environment Agency. (2024). *Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe*. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
9. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2023). Схема санітарного очищення для смт Опішня, с. Попівка та с. Малі Будища Опішнянської територіальної громади Полтавської області.
10. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2023). Схема санітарного очищення населених пунктів Котелевської селищної територіальної громади.
11. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2024). Матеріали з розроблення схеми збирання, перевезення та оброблення побутових відходів для населених пунктів Мартинівської сільської територіальної громади Полтавської області.
12. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2020). Схема санітарної очистки Гадяцької міської об'єднаної територіальної громади.
13. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2019). Схема санітарної очистки смт. Семенівка Семенівського району Полтавської області.
14. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2019). Схема санітарної очистки для м. Лохвиця та сіл Криниця, Васильки, Христанівка, Гаївщина Лохвицького району Полтавської області.
15. Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". (2019). Схема санітарної очистки для сіл Безручки, Бузова Пасківка, Ваці, Зінці, Кашубівка, Ключники, Копили, Курилехівка, Мале Микільське, Марківка, Микільське, Терешки, Цибулі Терешківської сільської ради Полтавського району Полтавської області.

16. Бредун В. І., Бредун А. В. Проблеми впровадження систем цифрового моніторингу твердих побутових відходів в сільських та селищних громадах Полтавської області. *Екологічна безпека та раціональне природокористування*: тези Всеукр. наук. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених. Житомир: Житомирська політехніка, 2024. С. 127–128.
17. Бредун В., Бредун А. Аналіз можливостей впровадження технологій цифрового моніторингу у муніципальні системи управління твердими побутовими відходами громад Полтавської області. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Vol. 351, No. 3.1. P. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-8>

References

1. Regionalnyi plan upravlinnia vidkhodamy u Poltavskii oblasti do 2030 roku: proekt / Poltavska oblasna administratsiia. 2021. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnia-vidhodami-u-poltavskiy>
2. IoT-enabled smart waste management systems for smart cities: A systematic review. (2022). IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9815071>
3. IoT nella gestione smart della raccolta differenziata dei rifiuti. (2022). ZeroUnoWeb. <https://www.zerounoweb.it/iot/liot-nella-gestione-smart-della-raccolta-differenziata-dei-rifiuti/>
4. Lavric, A., & Popa, V. (2017). Internet of Things and LoRa™ Low-Power Wide-Area Networks: A survey. Semantic Scholar. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Internet-of-Things-and-LoRa>
5. MEP Middle East. (2023). BEEAH AI City Vision: Regions 1st AI cameras for city cleaning and waste management. URL: <https://www.mepmiddleeast.com/news/beeah-ai-city-vision-region-1st-ai-cameras-city-cleaning-waste-management>
6. EU Monitor. (2010). The Italian waste traceability control system (SISTR). URL: <https://www.eumonitor.eu/>
7. ACDÉCHETS. (2024). ACDÉCHETS (Version 1.0) [Mobile app]. Google Play Store. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=acdechets.smartidf.services>
8. European Environment Agency. (2024). Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
9. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2023). Skhema sanitarnoho ochyshchennia dlia smt Opishnia, s. Popivka ta s. Mali Budyshcha Opishnianskoi terytorialnoi hromady Poltavskoi oblasti.
10. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2023). Skhema sanitarnoho ochyshchennia naselenykh punktiv Kotelevskoi selyshchnoi terytorialnoi hromady.
11. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2024). Materialy z rozroblennia skhemy zbyrannia, perevezennia ta obroblennia pobutovykh vidkhodiv dlia naselenykh punktiv Martynivskoi silskoi terytorialnoi hromady Poltavskoi oblasti.
12. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2020). Skhema sanitarnoi ochystky Hadiatskoi miskoi obiednanoi terytorialnoi hromady.
13. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2019). Skhema sanitarnoi ochystky smt. Semenivka Semenivskoho raionu Poltavskoi oblasti.
14. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2019). Skhema sanitarnoi ochystky dlia m. Lokhvytsia ta sil Krynytsia, Vasylyk, Khrystanivka, Haivshchyna Lokhvytskoho raionu Poltavskoi oblasti.
15. Natsionalnyi universytet "Poltavska politekhnika imeni Yurii Kondratiuka". (2019). Skhema sanitarnoi ochystky dlia sil Bezruchky, Buzova Paskivka, Vatsi, Zintsi, Kashubivka, Kliushnyky, Kopyly, Kurylekhivka, Male Mykilske, Markivka, Mykilske, Tereshky, Tsybuli Tereshkivskoi silskoi rady Poltavskoho raionu Poltavskoi oblasti.
16. Bredun V. I., Bredun A. V. Problemy vprovadzhenia system tsyfrovoho monitorynhu tverdych pobutovykh vidkhodiv v silskykh ta selyshchnykh hromadakh Poltavskoi oblasti. *Ekolohichna bezpeka ta ratsionalne pryrodokorystuvannia*: tezy Vseukr. nauk. conf. zdobuvachiv vyshchoi osvity ta molodykh uchenykh. Zhytomyr: Zhytomyrska politekhnika, 2024. S. 127–128.
17. Bredun V., Bredun A. Analiz mozhlyvostei vprovadzhenia tekhnolohii tsyfrovoho monitorynhu u munitsypalni systemy upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy hromad Poltavskoi oblasti. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. Vol. 351, No. 3.1. P. 75–80. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-8>