

В.М. Лобойченко<sup>1</sup>, Ю.В. Колошко<sup>2</sup>, В.О. Груздова<sup>3</sup>, А.О. Хмирова<sup>2</sup>, О.С. Шевченко<sup>2</sup>,  
Р.І. Шевченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

<sup>2</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

<sup>3</sup>Всеукраїнська екологічна Ліга, Харків, Україна

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕСЕНДЖЕРІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ЗБОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРИЛИСЬ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

*В роботі розглядається питання поводження з будівельними відходами, що утворились в Україні внаслідок бойових дій. Відмічено, що важливим елементом реалізації політики поводження з будівельними відходами є створення архітектури системи їх збору, яка включає диджиталізацію інформаційного простору. Як складові архітектури цієї системи запропоновано використання месенджерів в мобільних додатках.*

**Ключові слова:** будівельні відходи, чат-бот, руйнування, система поводження з відходами, екологічна архітектура, бойові дії.

### Постановка проблеми

Бойові дії, що мають місце на території України з лютого 2022 року, негативно вплинули на всі сфери життя нашої держави. Військова агресія росії спричинила значні людські жертви, економічні втрати, пошкодження інфраструктури та руйнування екосистем. За два роки війни офіційно підтверджено загибель більше 10 тис. цивільних осіб [1], пошкоджено та зруйновано більше 250 тис. будівель на суму понад 100 млрд. доларів [2]. Збитки довіллію станом на жовтень 2024 р. склали 2, 6 трлн. грн. [3], близько 40 % території України потребує обстеження для подальшого розмінування [4]. Відстрочені наслідки війни, пов'язані з забрудненням повітря, води, ґрунтів, знищенням біорізноманіття, витратами на гуманітарне розмінування, порушенням демографічного балансу країни, погіршенням фізичного та ментального здоров'я населення, відновленням житлової та промислової інфраструктури будуть додатково оцінені після закінчення війни. Але вже зараз ці питання постають перед нашою державою та потребують ефективних шляхів вирішення.

Однією з проблем, що вже на сьогодні є очевидними, виступає проблема поводження з будівельними відходами, які утворились внаслідок руйнації об'єктів житлової забудови та інфраструктури. На жовтень 2024 р. офіційно вивезено 700 тис. т. будівельних відходів (від руйнування) на полігони сміттєзвалищ, без врахування пошкоджених будинків, що потребують

знесення, відсутні також точні дані щодо стану будівель та споруд на окупованих територіях та у прифронтових містах. Окрім забруднення довкілля безпосередньо внаслідок пожеж, спричинених обстрілами [5], руйнування промислових підприємств та житлових будівель може чинити довготривалі наслідки для населення та довкілля внаслідок фізичних, механічних та хімічних впливів (пил, небезпечні уламки, токсичні хімічні речовини тощо). Відповідно, актуальною є проблема поводження з будівельними відходами, що утворились внаслідок бойових дій. Враховуючи активну цифровізацію світового суспільства та спрямованість на досягнення Цілей Сталого Розвитку [7], важливим питанням є впровадження сучасних технологічних та технічних рішень в післявоєнну екосистему поводження з будівельними відходами, що утворились внаслідок бойових дій.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Затверджений урядом України в 2022 р. «Порядок поводження з відходами, що утворилися у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків» визначає класифікацію, облік та поводження з різними групами будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій [8]. Не зважаючи на певні термінологічні недоліки [9], цей Порядок є складовою Національної стратегії управління відходами [10] та відзначає можливі шляхи подальшої переробки значної кількості

відходів, що утворились внаслідок руйнації, враховуючи, що, в залежності від розмірів та матеріалів, зруйнований будинок може утворювати від 2200 т (на 1 тис. м<sup>2</sup> панельної будівлі [11]) до близько 9000 т (на 4,4 тис м<sup>2</sup> цеглової будівлі [6]) будівельних відходів. Головними напрямками застосування складових будівельного сміття є виробництво бетону, укріплення доріг, виробництво полімерних матеріалів, асфальтних та бітумних сумішей, металургійне, цементне виробництво. В той же час собівартість вторинної переробки цих відходів може мати низьку конкурентоспроможність порівняно з виготовленням матеріалів з первинної сировини. Важливим елементом рецайклінгу в цьому випадку повинна стати державна економічна підтримка, територіальна локалізація переробки відходів [12], з попереднім визначенням їх рівня небезпеки для довкілля та працівників сфери переробки [13, 14]. Не зважаючи на приклади світового досвіду [15, 16], відмічається масштабність проблеми, а також необхідність розробки нових технологій переробки певних груп небезпечних будівельних відходів [16], включаючи, за можливості, їх первинне знезараження [17]. Як елемент раціонального поводження з будівельними відходами також пропонується пошук іновативних технологій для виробництва нових видів будівельної продукції в межах Угоди про Асоціацію з ЄС (до 2030 р. повинні перероблятися до 70% будівельних відходів), що були б економічно вигідними для бізнесу [14, 18].

В деяких випадках вторинна переробка будівельного сміття може мати позитивний економічний ефект. Зокрема, відзначається [19], що собівартість виробництва бетону на вторинному щебні на 25 % нижче, ніж на первинному, і в цьому виробництві допускається залучення у вторинний кругообіг до 90 % будівельних відходів. Повторне використання відходів може зекономити 20-25% коштів на будівництві [20]. Відбудова доріг, зруйнованих внаслідок бойових дій, є ще одним напрямком рецайклінгу будівельних відходів, що може бути використаний в післявоєнний період [8, 21].

В той же час, крім очевидних елементів, пов'язаних з необхідністю вторинної переробки [22] цих відходів, відзначається важливість інформування населення [23], впровадження цифрових рішень в сферу управління відходами [24]. Сучасна диджиталізація суспільства [25], розвиток хмарних технологій та технологій штучного інтелекту [26] дозволяють розширити сферу поводження з відходами та створити нову екосистему. Зокрема, наявність інформаційного простору та цифрового простору використовується для досягнення сталого розвитку країн та

забезпечення функціонування економіки замкнутого циклу. Так, автори [27] відмічають роль соціальних, психологічних, організаційних та політичних факторів, які впливають на розвиток зеленого підприємництва в частині сталого поводження з відходами, та важливість цифровізації (Інтернет речей (Internet of Things (IoT)), штучний інтелект (Artificial Intelligence (AI)), аналітика великих даних та блокчейн (Big Data Analytics and Blockchain – BDA&B)). В рамках впровадження Industry 4.0 пропонується застосовувати «розумне сортування» (AI) та автоматизацію процесів, «розумні контейнери для збору сміття» (IoT), автоматизацію та «розумний» моніторинг при переробці відходів та їх захороненні (AI, IoT, BDA&B) [28]. Важливим елементом є також застосування технологій доповненої реальності та віртуальної реальності для навчання персоналу [29]. Дослідження та кластеризація країн за рівнем їх управління відходами та цифровізацією показує необхідність впровадження ієрархізації відходів, формування ефективної інфраструктури поводження з відходами та координацію взаємодії між учасниками екосистеми поводження з відходами [30]. В 2022 році глобальна індустрія інтелектуального управління відходами оцінювалась приблизно в 2 мільярди доларів, що вказує на потужні можливості подальшої цифровізації цього напрямку на всіх етапах – від системи збору відходів до їх переробки та зберігання [31]. Враховуючи синергію між управлінням відходами та кліматичними змінами [32], важливим є також застосування відходів у відновлювальній енергетиці (застосування біовідходів (наприклад, залишки деревини, органічна частина відходів тощо) в системі мікрогріду для отримання електричної енергії [33]), і, в свою чергу, використання енергії для переробки відходів [31].

В Україні вже впроваджено деякі інструменти для підвищення рівня цифровізації системи управління відходами. Ще в 2016 р. в державі було запущено електронну карту сміттєзвалищ щодо їх розташування, морфології відходів та можливістю для громадян повідомити про їх наявність, з обов'язковою попередньою реєстрацією в системі [34]. В 2023 р. впроваджено Порядок створення та адміністрування інформаційної системи управління відходами [35], який регламентує особливості функціонування модулю «е-Відходи» на Єдиній екологічній платформі «ЕкоСистема» [36]. Ця платформа введена в дію 2021 р. Постановою Кабінету Міністрів України «Про Єдину екологічну платформу «ЕкоСистема» [37] та є офіційним державним веб-порталом, де міститься вся інформація щодо стану довкілля, держателем цієї платформи є Міндовкілля.

«Е-Відходи» містить інформацію про відходи, суб'єктів господарювання у сфері оброблення відходів, низку реєстрів щодо відходів. Але деякі операції на цьому сайті потребують попередньої реєстрації. Він також дозволяє подати інформацію щодо поводження з відходами офіційним суб'єктам ринку поводження з відходами. На прикладі Черкащини створено інтерактивну мапу з місцями для утилізації сміття [38], що містить інформацію про місця зберігання відходів, їх власників, розміри, проектні характеристики тощо. Зворотній зв'язок при цьому не передбачений.

Можна також відмітити такі ресурси як:

- платформу "Місто нуль відходів", що створена ГО Zero Waste Alliance Ukraine та містить інформацію про різні типи екопроектів, особливості сертифікації для муніципалітетів за програмою «Міста нуль відходів». Вона також є корисною для міст та громад у переході до нульових відходів [39];

- технологічний стартап Ecola, який займається закупівлями вторсировини та допомагає зручним чином населенню, бізнесу та організаціям сортувати сміття та здавати його на переробку. Він має додатки в AppStore та GooglePlay [40];

- освітню платформу «Станція сортування сміття No Waste Recycling Station», яка поєднує в собі багато різних процесів, в тому числі інформаційні, просвітницькі, комерційні та безоплатні послуги щодо поводження зі сміттям. Вона також представлена в Telegram, в TikTok, YouTube, Facebook, Instagram [41];

- карту моніторингу якості повітря EcoCity. Це інтерактивний інформаційний ресурс щодо стану повітря на окремих станціях та містах України. Є також можливість завантаження додатку на смартфон та реєстрації на сайті [42]. Існує однойменний додаток в AppStore [43] але власник, як і інтерфейс, відрізняється, дещо відрізняються й опції. В GooglePlay також є подібні додатки, але з іншими функціями та для інших країн.

- спеціалізовану платформу Uadamage, що використовує AI GIS-систему, супутники та дрони для автоматичного дистанційного зондування місцевості [44, 45]. За умови попередньої реєстрації дозволяє визначити рівень та об'єм руйнувань будівлі для подальшої більш ефективної організації робіт з їх відновлення та поводження з відходами. Вона, в тому числі, дозволяє здійснювати моніторинг розмінування та пошкоджених земель.

Перспективною є створення інформаційно-комунікаційної системи «Е-будвідходи», запропонованої в роботі [21]. Вона призначена для експресної взаємодії учасників ринку поводження з будівельними відходами, що утворились що внаслідок бойових дій, але на сьогодні ця система знаходиться ще на етапі розробки.

Таким чином, не вирішеною частиною проблеми поводження з будівельними відходами, що утворились що внаслідок бойових дій, є низький рівень розвитку цифрового та інформаційного напрямків в цій сфері, зокрема, відсутність можливостей для експресного інформування та подальшої взаємодії всіх учасників процесу, в тому числі, відсутність значного вибору цифрових інструментів для пересічних громадян для оперативної подачі та отримання інформації на етапі збору цієї групи відходів.

## Мета та завдання статті

Враховуючи вищезазначене, метою роботи є розробка первинної архітектури інформаційної системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій, та перевірка її реалізації на окремих прикладах.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких завдань:

- розробка алгоритму функціонування системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій;

- визначення архітектури інформаційної системи збору цих відходів;

- дослідження можливостей її реалізації на окремих прикладах.

## Виклад основного матеріалу

### *Розробка алгоритму функціонування інформаційної системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій.*

В роботі запропоновано використовувати мобільні пристрої з відомими месенджерами (WhatsApp, Telegram, Viber, Signal ect.). Їх популярність серед користувачів надає можливість охопити широкі верстви населення, а інтерфейс дає змогу забезпечити зручні шляхи комунікації (індивідуальної та групової) для зворотнього зв'язку, інформування, спілкування (канали, чат-боти тощо).

Необхідність врахування всієї кількості будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій (відходів руйнації), з одного боку, та потреба в інформуванні всіх зацікавлених громадян щодо поводження з цими відходами дозволяють визначити наступні етапи в межах алгоритму функціонування майбутньої інформаційної системи збору цих відходів:

1. Приєднання до спеціалізованого цифрового простору, що стосується збору відходів руйнації.

2. Локалізація місцезнаходження відходів руйнації.

3. Інформування про відходи руйнації.

4. Інформування користувача щодо правил сортування відходів руйнації.

5. Надання інформації щодо повторного використання відходів руйнації.
6. Надання інформації щодо спеціалізованих пунктів збору відходів руйнації.
7. Локалізація місцезнаходження пунктів приймання відходів руйнації з урахуванням геолокації користувача (або зруйнованого чи пошкодженого об'єкта).
8. Надання інформації щодо організації (й) з переробки відходів руйнації.
9. Відображення орієнтовної кількості відходів руйнації.
10. Забезпечення зв'язку із Службою підтримки користувачів.

Як спеціалізований цифровий простір, що стосується збору відходів руйнації, можна визначити віртуальну інформаційну систему збору відходів, яка може бути створена на національному рівні на базі відповідного державного органу, профільної громадської організації, екологічного фонду і т.п. Інформація щодо відходів руйнації обов'язково містить також аспекти щодо їх впливів на людину та довкілля, та особливості безпечного поводження з ними.

Приклад реалізації такого алгоритму із застосуванням чат-боту в месенджері представлений на рис. 1



Рис.1. Приклад реалізації алгоритму функціонування майбутньої інформаційної системи збору відходів з застосуванням в месенджері чат-боту з умовною назвою «Руйнація vs.Відновлення»

При реалізації запропонованого алгоритму слід також враховувати особливості застосовуваних месенджерів та пристроїв.

Наступним етапом досліджень є визначення архітектури інформаційної системи збору цих відходів

#### **Визначення архітектури інформаційної системи збору відходів руйнації:**

В роботі запропонована наступна первинна архітектура інформаційної системи збору відходів руйнації.

Цифровий інформаційний простір, в якому сформована система збору відходів руйнації, включає користувачів, засіб комунікації, шлях комунікації, інтерактивну віртуальну бібліотеку (масив) даних, автоматизований маршрутизатор з

наданням інформації (відповідь на запит), до якого може під'єднуватись (за необхідністю) власник (його представник, оператор) масиву даних.

Користувачами можуть бути громадяни України та інші особи, що знаходяться на території України.

Доступ до спеціалізованого інформаційного простору забезпечується через мережу Інтернет шляхом ідентифікації геолокації користувача та його мобільного оператора.

Засіб комунікації повинен забезпечувати доступ до мережі Інтернет, можливість встановлення відповідного мобільного додатку та достатні потужності для його функціонування.

Шлях комунікації визначається видом месенджеру та запитом користувача (канал, чат-бот, група, платформа тощо).

Маршрутизатор визначається налаштуваннями програмного забезпечення в межах спеціалізованого цифрового інформаційного середовища, в базових налаштуваннях є автоматизованим, може включати засоби AI та (або) адмініструватись фізичною(ми) особою (ми).

Масив даних представляє собою набір текстових, аудіо- та відеофайлів, що містять інформацію щодо запитів користувача, з можливістю інтерактивного оновлення після його верифікації власником інформаційної системи (відповідальними особами, на яких покладено цю функцію власником). В залежності від вимог користувача матеріал може надаватись в декількох форматах (звуковий, текстовий, відео; контрастний, з можливістю масштабування і т.п.), що забезпечує індивідуальність його надання та інклюзивність).

Доступ до масиву даних, в свою чергу, має фіксований покроковий характер, з можливістю пропуску запитів та відповідей, та поверненням й уточненням інформації.

Опція Служби підтримки забезпечує можливість експресного зворотнього зв'язку та оперативне корегування інформації як в частині надання, так і в частині отримання. Вона також може бути автоматизована та (або) складатись із фізичних осіб.

Запропонована архітектура може надалі вдосконалюватись, включати нові елементи (або виключати окремі елементи), розширюватись, в залежності від ринкових потреб, соціально-економічних можливостей суспільства, технологічного прогресу в сфері поводження з відходами та в цифровій сфері тощо.

Далі розглянуто окремі приклади реалізації архітектури інформаційної системи збору відходів руйнації.

#### ***Дослідження можливостей реалізації розглянутої архітектури інформаційної системи збору відходів руйнації***

Для дослідження можливостей створення архітектури інформаційної системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій, було обрано один з відомих месенджерів в мобільних додатках - Telegram. Telegram є популярним та доступним інструментом для населення України, він є безкоштовним для скачування та встановлення на відповідний мобільний чи стаціонарний пристрій, має можливість створення автоматизованих чат-ботів, забезпечує легкий доступ до широкої аудиторії, реалізується опція обміну медіа-файлами (фото, відео, аудіо) та текстовими повідомленнями.

Можливо використання інших месенджерів з подібними функціями.

На базі месенджерів (наприклад, Telegram) запропоновано створення наступних складових архітектури інформаційної системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій, які відрізняються функціями, аудиторією, рівнем активних дій та структурою:

○ *Чат-бот «Руйнація vs. Відновлення».* Він розроблений для спрощення процесу збору, сортування та переробки відходів у зруйнованих регіонах України. Основні функції цього чат-боту включають:

- повідомлення про відходи. Користувачі через чат-бот надсилають інформацію про місця зруйнованих будівель, де накопичуються будівельні відходи або небезпечні речовини.

- доступ до геолокації. Чат-бот автоматично визначає місце, де було зафіксовано будівельне сміття, що дозволяє власникові інформаційної системи надалі передавати дані відповідним службам для організації прибирання або переробки матеріалів.

- класифікація відходів. Налаштування чат-боту дозволяють вказати, чи йдеться про звичайне будівельне сміття, небезпечні відходи, залишки військової техніки тощо, та, відповідно, надається інформація щодо безпечного поводження з цими відходами;

- рекомендації щодо переробки. Чат-бот надає користувачам інформацію щодо можливостей сортування та утилізації відходів у найближчих регіонах України.

- додаткова інформація. Опціонально надається інформація про орієнтовні кількість та склад зібраних будівельних відходів протягом визначеного часу.

- зв'язок із Службою підтримки. Чат-бот забезпечує оперативний зв'язок для розв'язання нестандартних ситуацій (в автоматизованому форматі або через спілкування з фахівцями).

На нашу думку, основними перевагами такого чат-боту є доступність для широкого кола людей, що дозволяє експресно залучити велику кількість користувачів, а також автоматизація процесу збору даних, що значно скорочує час і витрати на обробку отриманої інформації.

○ *Авторський канал «Еко-Штаб»* [46]. Цей канал може бути присвячено питанням, пов'язаним з в відходами руйнації в Україні. В першу чергу, запропоновано розглядати екологічні аспекти цих питань, надалі в межах каналу може бути надано детальну інформацію щодо системи поводження з відходами в цілому, а також правда й міфи про сміття. Шаблон та потенційний логотип каналу представлено на рис. 2.

Модератором та адміністратором каналу може бути фахівець з питань поводження відходами; особа, що має відповідну професійну підготовку.

Порівняно з чат-ботом такий канал може надавати спеціалізовану інформацію щодо поводження з відходами руйнування зацікавленій групі користувачів, проводити експрес-опитування, працювати з великою аудиторією. В той же час підтримка функціонування такого каналу потребує залучення більших людських ресурсів.

*Навчальний онлайн-курс щодо поводження з відходами руйнації.* Він призначається для надання комплексних знань про системи збору, утилізації та

переробки будівельних відходів, що виникли внаслідок війни в Україні.

Загальний вид курсу представлено на рис. 3. Він може бути створений як на основі месенджерів, так і на базі веб-сайту.

Такий курс може складатись лише з інформаційно-навчального матеріалу, а може включати також опитування з подальшою видачею сертифікату або без нього, включати інтерактивні елементи, або бути сталим в часі. В залежності від потреб чи вимог фокусної аудиторії його наповнення та тривалість можуть бути різними.



Рис. 2. Шаблон та логотип каналу «Еко-Штаб»



Рис. 3. Оригінал-макет онлайн-курсу «Системи збору будівельних відходів внаслідок бойових дій в Україні»

Можна зазначити, що використання месенджерів для створення та організації цифрового інформаційного простору системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій в Україні, є інноваційним підходом, який підвищить ефективність вирішення проблеми утилізації відходів в Україні в межах її переходу до цифрової циркулярної економіки.

## Висновки

Таким чином, аналіз наявної інформації показав масштабність проблеми поводження з будівельними відходами, що утворились внаслідок бойових дій в Україні, необхідність збільшення відсотку їх вторинної переробки та обов'язкового включення до відбудови в післявоєнний період.

Відзначено, що сучасна цифровізація суспільства поширюється і на сферу поводження з відходами, яка на сьогодні має значний потенціал застосування технологій штучного інтелекту, інтернету речей, технологій віртуальної та доповненої реальності, блокчейну та аналітики великих даних. В той же час в Україні спостерігається недостатній рівень розвитку диджиталізації простору при зборі, сортуванні, переробці та утилізації відходів, в тому числі, й відходів руйнування. Відмічено недостатню кількість цифрових інструментів для функціонування системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій.

Розроблено алгоритм функціонування інформаційної системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій, запропоновано архітектуру інформаційної системи збору таких відходів та окремі варіанти реалізації цієї архітектури з застосуванням відомих месенджерів в мобільних пристроях. Відзначено, що використання чат-боту «Руйнація vs. Відновлення», авторського каналу, навчального он-лайн курсу для створення системи інформування та збору будівельних відходів, під час війни в Україні дозволить покращити ефективність збирання та утилізації відходів руйнації, підвищить рівень цивільної та екологічної безпеки, а також дасть змогу активно залучити громадян до вирішення екологічних питань. У майбутньому можливе розширення функціоналів архітектури інформаційної системи для забезпечення збору інших видів відходів (електронних, побутових тощо) та її інтеграція з державними реєстрами для забезпечення контролю процесів утилізації відходів.

Запропоновані складові архітектури функціонування системи збору будівельних відходів спрямовані на впровадження в країні економіки замкнутого циклу, що, в свою чергу, відповідає реалізації національної стратегії управління з відходами та буде сприяти досягненню цілей сталого розвитку.

Архітектура функціонування системи збору будівельних відходів може стати частиною нової

екосистеми поводження з відходами в Україні та забезпечить більш ефективну її реалізацію як на муніципальному, так і на національному рівні. Впровадження запропонованих підходів матиме позитивний вплив на цифрову трансформацію суспільства в цілому, з підвищенням його екологічної свідомості та забезпеченням високого рівня цивільної безпеки.

Враховуючи масштабність руйнувань в Україні та значну кількість утворення будівельних відходів внаслідок бойових дій, перспективним є подальший розвиток архітектури цифрового середовища системи управління цією групою відходів та її інтеграція в екосистему поводження з відходами як складової забезпечення розвитку цифрової циркулярної економіки країни.

### Література

1. Дворічний звіт. Захист цивільних осіб: вплив бойових дій на цивільних з 24 лютого 2022 року. Об'єднані нації права людини. [https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/22%20Feb%202024%20Protection%20of%20Civilians\\_impact%20of%20hostilities%20on%20civilians%20since%2024%20Feb%202022\\_HRMMU%20report\\_UKR.pdf](https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/22%20Feb%202024%20Protection%20of%20Civilians_impact%20of%20hostilities%20on%20civilians%20since%2024%20Feb%202022_HRMMU%20report_UKR.pdf)
2. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. Київська Школа Економіки. Квітень 2024. [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf)
3. Святенко Т. У Міндовкілля оцінили збитки екології від агресії РФ. 23.10. 2024. <https://112.ua/u-mindovkillia-ocinili-zbitki-ekologii-vid-agresii-rf-44117>
4. Національний інститут стратегічних досліджень. НІСД. Ще один крок до розмінування декупованих територій. 15.05. 2024. <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/shche-odyn-krok-do-rozminuvannya-deokupovanykh-terytoriy>
5. Екологічні наслідки війни Росії проти України: якими мають бути наші дії. <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/9/720186/>
6. Кузьмін А. В Україні через бойові дії стрімко зростає кількість будівельного сміття: що робити з токсичними відходами. 21.10.2024. <https://news.obozrevatel.com/ukr/society/scho-roboti-z-ruinami-kilkist-budivelnogo-smittya-cherez-bojovi-dii-strimko-zrostaie.htm>
7. THE 17 GOALS. Sustainable Development – the United Nations. Available online: <https://sdgs.un.org/goals>.
8. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України. Постанова КМУ від 27 вересня 2022 р. № 1073. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text>.
9. Трезуб О. Правові аспекти управління відходами від руйнування будівель та споруд, що утворюються внаслідок бойових дій [Електронний ресурс] / Олександр трезуб // Law. State. Technology. – 2023. – № 4. – С. 16–22. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/lst/2023-4-3> (дата звернення: 07.11.2024). – Назва з екрана.
10. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 р. Редакція від 17.09.2020 р. Офіційний вебпортал Парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#Text>
11. Розраховано кількість будівельного сміття, яке утворюється при руйнуванні однієї будівлі (ІНФОГРАФІКА). <https://budport.com.ua/news/26595-rozrahovano-kilkist-budivelnogo-smittya-yake-utvoryuetsya-pri-ruynuvanni-odniyej-budivli-infografika>
12. Коссе. І. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. 13.02.2024. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3826490-pereroblennia-budivelnih-vidhodiv-vikliki-ta-mozlivosti-dla-ukraini.html>
13. Екорішення: будівельні відходи від руйнації мають перевірятися, бо можуть містити в собі небезпеку. <https://rubryka.com/2023/12/02/budivelne-smittya-v-ukrayini/>
14. Колтик О. Відходи від руйнувань: ресурс чи гори сміття. 14.05.2024. Як підрахувати обсяг відходів від руйнувань та що з ними робити? <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/05/14/713619/>
15. Аналіз законодавства щодо управління відходами будівництва, руйнації США. Рекомендації щодо змін в законодавстві України. 22.05.2024. <https://ecoexp.dp.ua/2024/analiz-zakonodavstva-shhodo-upravlinnya-vidhodamy-budivnytstva-rujnacziyi-ssha-rekomendacziyi-shhodo-zmin-v-zakonodavstvi-ukrayini/>
16. Жук Т., Павлії І. Руїни знову стануть будинками: як переробка будівельного сміття може змінити відбудову. 28.11.2023 <https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruiny-znovu-stanut-budynkami-yak-resajkling-budivelnogo-smittya-mozhe-zminyty-vidbudovu/>
17. Гірак Г. Смертельно небезпечно: чому відходи з руйнації війни можуть спричинити рак. 11.03.2024. <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinatsii-viiny-mozhut-sprychynyty-rak>
18. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. 12.02.2024. <https://rpr.org.ua/news/pereroblennia-budivelnikh-vidkhodiv-vyklyky-ta-mozhlyvosti-dlia-ukrainy/>
19. Попович О.Р., Захарко Я.М., Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Серія «Теорія і практика будівництва», 2013, № 755. С. 321–324. <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4723/59-321-324.pdf>.
20. Колісниченко О. Проблема на трильйон. Що Україна робитиме із сотнями тисяч тонн сміття, створеного росіянами. 19.06.2023. <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/19/701281/>
21. В. Лобойченко, В. Груздова, Ю. Колошко, В. Стрілець, О. Мирошник. Розробка механізмів екологізації процесів поводження з відходами в повосенній Україні як складова підвищення стану її цивільної безпеки. «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація», 7(2), 2023, 152–164.
22. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнації в умовах воєнного стану. 2023, 4, С. 40–46. <https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8292/40.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
23. Melnyk-Shamrai V. Waste of destruction – new challenges of post-war reconstruction [Електронний ресурс] / Viktoriia Melnyk-Shamrai, Ihor Patsev // Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University. – 2024. – Т. 144, № 1. – С. 92–98. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.12> (дата звернення: 07.11.2024). – Назва з екрана.

24. Пронько Л. Удосконалення інформаційних систем управління твердими побутовими відходами в територіальних громадах [Електронний ресурс] / Людмила Пронько // *Econotom and Society*. – 2022. – № 40. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-20> (дата звернення: 07.11.2024). – Назва з екрана.

25. Самойлович А. Г. Наукові підходи до дослідження впливу цифровізації на забезпечення сталого розвитку країни та її регіонів [Електронний ресурс] / Анастасія Геннаїївна Самойлович // *Econotom Synergy*. – 2023. – № 2. – С. 131–147. – Режим доступу: <https://doi.org/10.53920/es-2023-2-10> (дата звернення: 07.11.2024). – Назва з екрана.

26. Малишева Н. Екологія, економіка, цифровізація: правові проблеми взаємодії / Н. Малишева, О. Вінник // *Вісник Національної академії правових наук України*. – 2022. – № 29(2). – С. 238–260. – Режим доступу: [https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D1%80%D0%9D%D0%A3\\_%D0%A2%D0%BE%D0%BC%2029\(2\)\\_2022-238-260.pdf](https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D1%80%D0%9D%D0%A3_%D0%A2%D0%BE%D0%BC%2029(2)_2022-238-260.pdf). дата звернення: 07.11.2024). – Назва з екрана.

27. Mondal, S.; Singh, S.; Gupta, H. C. Green Entrepreneurship and Digitalization Enabling the Circular Economy through Sustainable Waste Management - an Exploratory Study of Emerging Economy. *Journal of Cleaner Production* 2023, 422, 138433–138433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138433>.

28. Cheah, C. G.; Chia, W. Y.; Lai, S. F.; Chew, K. W.; Chia, S. R.; Show, P. L. Innovation Designs of Industry 4.0 Based Solid Waste Management: Machinery and Digital Circular Economy. *Environmental Research* 2022, 213, 113619. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113619>.

29. Lettieri G. Digital Transformation and The Waste Management Revolution. 20.02. 2024. <https://www.rts.com/blog/waste-management-digital-transformation/>

30. Waste management in the context of digitalization and the circular economy development [Electronic resource] / O. O. Trofymenko [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2023. – Vol. 1269, no. 1. – P. 012003. – Mode of access: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1269/1/012003> (date of access: 08.11.2024). – Title from screen.

31. Seyed Reza Seyyedi; Elaheh Kowsari; Gheibi, M.; Amutha Chinnappan; Ramakrishna, S. A Comprehensive Review Integration of Digitalization and Circular Economy in Waste Management by Adopting Artificial Intelligence Approaches: Towards a Simulation Model. *Journal of cleaner production* 2024, 142584–142584. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142584>.

32. Kurniawan, T. A.; Meidiana, C.; Goh, H. H.; Zhang, D.; Othman, M. H. D.; Aziz, F.; Anouzla, A.; Sarangi, P. K.; Pasaribu, B.; Ali, I. Unlocking Synergies between Waste Management and Climate Change Mitigation to Accelerate Decarbonization through Circular-Economy Digitalization in Indonesia. *Sustainable Production and Consumption* 2024, 46, 522–542. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.03.011>.

33. Loboichenko V., Iranzo, A., Casado-Manzano, M., Navas, S. J., Pino, F. J., & Rosa, F. Study of the use of biogas as an energy vector for microgrids. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2024, 200, 114574–114574. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114574> (Scopus, WoS)

34. В Україні запустили електронну карту сміттєзвалищ. 12.09.2016. <https://hmarochos.kiev.ua/2016/09/12/v-ukrayini-zapustili-elektronnu-kartu-smittyezvalishh/>

35. Про затвердження Порядку створення та адміністрування інформаційної системи управління

відходами. Постанова КМУ від 5 грудня 2023 р. № 1279. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-2023-%D0%BF#Text>

36. ЕкоСистема. Національна онлайн-платформа, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля. <https://eco.gov.ua/>

37. Постанова КМУ «Про Єдину екологічну платформу «ЕкоСистема» від 11 жовтня 2021 р. № 1065. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1065-2021-%D0%BF#Text>.

38. На Черкащині запустили інтерактивну карту з місцями для утилізації сміття. 22.05.2024. [https://hromada.gov.ua/post/na-cerkashhini-zapustili-interaktivnu-mapu-z-miscyami-dlya-utilizaciyi-smittyazfbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR2q2Y6T3bqwVsaEf82uBLPhEffdl3AgFxywvpv1DKIHKNPHaiDosHZ\\_xpl4\\_aem\\_AWu4HLptmGs\\_S-9jCjLnIOBlPFPMSN3MBfJYbAoFDne78sR5J\\_1R9nr3Rtc0elq7FqiW\\_AZiLAgrD5Vp4rLIIVL](https://hromada.gov.ua/post/na-cerkashhini-zapustili-interaktivnu-mapu-z-miscyami-dlya-utilizaciyi-smittyazfbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR2q2Y6T3bqwVsaEf82uBLPhEffdl3AgFxywvpv1DKIHKNPHaiDosHZ_xpl4_aem_AWu4HLptmGs_S-9jCjLnIOBlPFPMSN3MBfJYbAoFDne78sR5J_1R9nr3Rtc0elq7FqiW_AZiLAgrD5Vp4rLIIVL)

39. Місто нуль відходів. <https://city.zerowaste.org.ua/#citymap>

40. Ecola. <https://www.ecolaglobal.com/>

41. Станція сортування сміття No Waste Recycling Station. <https://nowaste.com.ua>.

42. EcoCity. <https://eco-city.org.ua/>

43. EcoCity. Oleksii Salmin. <https://apps.apple.com/ua/app/ecocity/id6473950551?l=uk>

44. UADamage. <https://www.uadamage.com/>

45. Цифрова трансформація Харківщини: допомога людям та відновлення регіону. 30.10.2024. <https://hromada.gov.ua/post/cifrova-transformaciya-xarkivshhini-dopomoga-lyudyam-ta-vidnovlennya-regionu>

46. Telegram Messenger LLP. (2023). Створення автоського каналу «Еко-Штаб». URL: <https://t.me/Hv3VAYma9YQ5YzYy>

## References

1. Dvorchyni zvit. Zakhyst tsyvilnykh osib: vplyv boiovykh dii na tsyvilnykh z 24 liutoho 2022 roku. Obiednani natsii prava liudyny. [https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/22%20Feb%202024%20Protection%20of%20Civilians\\_im pact%20of%20hostilities%20on%20civilians%20since%2024%20Feb%202022\\_HRMMU%20report\\_UKR.pdf](https://ukraine.un.org/sites/default/files/2024-02/22%20Feb%202024%20Protection%20of%20Civilians_im pact%20of%20hostilities%20on%20civilians%20since%2024%20Feb%202022_HRMMU%20report_UKR.pdf)
2. Zvit pro priami zbytky infrastruktury vid ruinyvan vnaslidok viiskovoi ahresii Rosii proty Ukrainy stanom na pochatok 2024 roku. Kyivska Shkola Ekonomiky. Kvi-ten 2024. [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf)
3. Sviatenko T. U Mindovkillia otsinyly zbytky ekolohii vid ahresii RF. 23.10. 2024. <https://112.ua/u-mindovkillia-ocinili-zbitki-ekologii-vid-agresii-rf-44117>
4. Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen.NISD.Shche o dyn krok do rozminuvannia deokupovanykh terytorii. 15.05. 2024. <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/shche-odyn-krok-do-rozminuvannia-deokupovanykh-terytoriy>
5. Ekolohichni naslidky viiny Rosii proty Ukrainy: yakymy maiut buty nashi dii. <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/9/720186/>
6. Kuzmin A. V Ukraini cherez boiovi dii strimko zrostaie kilkist budivelnoho smittia: shcho robyty z toksychnymy vidkhodamy. 21.10.2024. <https://news.obozrevatel.com/ukr/society/scho-robiti-z-ruinami-kilkist-budivelnogo-smittyacherez-bojovi-dii-strimko-zrostaie.htm>
7. THE 17 GOALS. Sustainable Development – the United Nations. Available online: <https://sdgs.un.org/goals>.
8. Pro zatverdzhennia Poriadku povodzhennia z vidkhodamy, shcho utvorylys u zviazku z poshkodzhenniam (ruinuvanniam) budivel ta sporud vnaslidok boiovykh dii, terorystychnykh

- aktiv, dyversii abo provedenniam robiz z likvidatsii yikh naslidkiv ta vnesennia zmin do deialykh postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy. *Postanova KMU vid 27 veresnia 2022 r.* № 1073. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text>.
9. Trehub O. Pravovi aspekty upravlinnia vidkhodamy vid ruinuвання будівел та sporud, shcho utvoriuiutsia vnasli-dok boiovykh dii [Elektronnyi resurs] / Oleksandr tre-hub // *Law. State. Technology.* – 2023. – № 4. – S. 16–22. – Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.32782/ist/2023-4-3> (data zvernennia: 07.11.2024). – Nazva z ekrana.
10. Pro skhvalennia Natsionalnoi stratehii upravlinnia vidkhodamy v Ukrainy do 2030 r. Redaktsiia vid 17.09.2020 r. Ofitsiinyi vebportal Parlamentu Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-r#Text>
11. Rozrakhovano kilkist budivelnogo smittia, yake utvoriuietsia pry ruinuванні odniiei budivli (INFOHRAFIKA). <https://budport.com.ua/news/26595-rozrahovano-kilkist-budivelnogo-smittia-yake-utvoryuyetsya-pri-ruynuванні-odniiej-budivli-infografika>
12. Kosse. I. Pereroblennia budivelnikh vidkhodiv: vyklyky ta mozhlyvosti dlia Ukrainy. 13.02.2024. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3826490-pereroblennia-budivelnih-vidkhodiv-viklyki-ta-mozhlyvosti-dla-ukraini.html>
13. Ekorishennia: budivelni vidkhody vid ruinasii maiut pereviriatysia, bo mozhut mistyty v sobi nebezpeku. <https://rubryka.com/2023/12/02/budivelne-smittia-v-ukrayini/>
14. Kolyk O. Vidkhody vid ruinuвання: resurs chy hory smittia. 14.05.2024. Iak pidrakhuvaty obsiah vidkhodiv vid ruinuвання ta shcho z nymy robyty? <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/05/14/713619/>
15. Analiz zakonodavstva shchodo upravlinnia vidkhodamy budivnytstva, ruinasii SShA. Rekomendatsii shchodo zmin v zakonodavstvi Ukrainy. 22.05.2024. <https://ecoexp.dp.ua/2024/analiz-zakonodavstva-shchodo-upravlinnya-vidkhodamy-budivnyctva-rujnacziyi-ssha-rekomendacziyi-shchodo-zmin-v-zakonodavstvi-ukrayiny/>
16. Zhuk T., Pavlii I. Ruiny zнову stanut budynkami: yak pererobka budivelnogo smittia mozhe zminyty vidbudovu. 28.11.2023 <https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruiny-znovu-stanut-budynkami-yak-resajkling-budivelnogo-smittia-mozhe-zminyty-vidbudovu/>
17. Hirak H. Smertelno nebezpechno: chomu vidkhody z ruinasii viiny mozhut sprychynyty rak. 11.03.2024. <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinasii-viiny-mozhut-sprychynyty-rak>
18. Pereroblennia budivelnikh vidkhodiv: vyklyky ta mozhlyvosti dlia Ukrainy. 12.02.2024. <https://rpr.org.ua/news/pereroblennia-budivelnikh-vidkhodiv-vyklyky-ta-mozhlyvosti-dlia-ukrainy/>
19. Popovych O.R., Zakharko Ya.M., Malovanyi M.S. Problemy utylizatsii ta pererobky budivelnikh vidkhodiv. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika», Seriia «Teoriia i praktyka budivnytstva», 2013, № 755. S. 321–324.* <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4723/59-321-324.pdf>.
20. Kolisnechenko O. Problema na trylion. Shcho Ukraina robytyme iz sotniamy tysiach tonn smittia, stvorenogo rosiianamy. 19.06.2023. <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/19/701281/>
21. V. Loboichenko, V. Hruzdova, Yu. Koloshko, V. Strilets, O. Myroshnyk. Rozrobka mekhanizmiv ekolohizatsii protsesiv povodzhennia z vidkhodamy v povoiennii Ukraini yak skladova pidvyshchennia stanu yii tsyvilnoi bezpeky. «Nadzvychnaii sy-tuatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia», 7(2), 2023, 152–164.
22. Nonik L.Iu., Patseva I.H., Pichkur T.V. Rozroblennia stratehii upravlinnia vidkhodamy ruinasii v umovakh voienno-ho stanu. 2023, 4, S. 40–46. <https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8292/40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Melnyk-Shamrai V. Waste of destruction – new challenges of post-war reconstruction [Elektronnyi resurs] / Viktoriia Melnyk-Shamrai, Ihor Patsev // *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University.* – 2024. – T. 144, № 1. – S. 92–98. – Rezhym dostu-pu: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.12> (data zvernennia: 07.11.2024). – Nazva z ekrana.
24. Pronko L. Udoskonalennia informatsiinykh system upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy v terytorialnykh hromadakh [Elektronnyi resurs] / Liudmyla Pron-ko // *Economy and Society.* – 2022. – № 40. – Rezhym dostu-pu: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-20> (data zvernennia: 07.11.2024). – Nazva z ekrana.
25. Samoilovych A. H. Naukovi pidkhody do doslidzhennia vplyvu tsyfrovizatsii na zabezpechennia staloho rozvytku krainy ta yii rehioniv [Elektronnyi resurs] / Anastasiia Hennadiivna Samoilovych // *Economic Synergy.* – 2023. – № 2. – S. 131–147. – Rezhym dostupu: <https://doi.org/10.53920/es-2023-2-10> (data zvernennia: 07.11.2024). – Nazva z ekrana.
26. Malysheva N. Ekolohiia, ekonomika, tsyfrovizatsiia: pravovi problemy vzaïemodii / N. Malysheva, O. Vinnyk // *Visnyk Natsionalnoi akademii pravovykh nauk Ukrainy.* – 2022. – № 29(2). – S. 238–260. – Rezhym dostupu: [https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D1%80%D0%9D%D0%A3\\_%D0%A2%D0%BE%D0%BC%2029\(2\)\\_2022-238-260.pdf](https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D1%80%D0%9D%D0%A3_%D0%A2%D0%BE%D0%BC%2029(2)_2022-238-260.pdf). data zvernennia: 07.11.2024). – Nazva z ekrana.
27. Mondal, S.; Singh, S.; Gupta, H. C. Green Entrepreneurship and Digitalization Enabling the Circular Economy through Sustainable Waste Management - an Exploratory Study of Emerging Economy. *Journal of Cleaner Production* 2023, 422, 138433–138433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138433>.
28. Cheah, C. G.; Chia, W. Y.; Lai, S. F.; Chew, K. W.; Chia, S. R.; Show, P. L. Innovation Designs of Industry 4.0 Based Solid Waste Management: Machinery and Digital Circular Economy. *Environmental Research* 2022, 213, 113619. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113619>.
29. Lettieri G. Digital Transformation and The Waste Management Revolution. 20.02. 2024. <https://www.rts.com/blog/waste-management-digital-transformation/>
30. Waste management in the context of digitalization and the circular economy development [Electronic resource] / O. O. Trofymenko [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2023. – Vol. 1269, no. 1. – P. 012003. – Mode of access: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1269/1/012003> (date of access: 08.11.2024). – Title from screen.
31. Seyed Reza Seyyedi; Elaheh Kowsari; Gheibi, M.; Amutha Chinnappan; Ramakrishna, S. A Comprehensive Review Integration of Digitalization and Circular Economy in Waste Management by Adopting Artificial Intelligence Approaches: Towards a Simulation Model. *Journal of cleaner production* 2024, 142584–142584. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142584>.
32. Kurniawan, T. A.; Meidiana, C.; Goh, H. H.; Zhang, D.; Othman, M. H. D.; Aziz, F.; Anouzla, A.; Sarangi, P. K.; Pasaribu, B.; Ali, I. Unlocking Synergies between Waste Management and Climate Change Mitigation to Accelerate Decarbonization through Circular-Economy Digitalization in Indonesia. *Sustainable Production and Consumption* 2024, 46, 522–542. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.03.011>.

33. Loboichenko V., Iranzo, A., Casado-Manzano, M., Navas, S. J., Pino, F. J., & Rosa, F. Study of the use of biogas as an energy vector for microgrids. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2024, 200, 114574–114574. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114574> (Scopus, WoS)
34. V Ukraini zapustyli elektronnu kartu smittiezvalyshch. 12.09.2016. <https://hmarochos.kiev.ua/2016/09/12/v-ukrayini-zapustili-elektronnu-kartu-smittiezvalyshh/>
35. Pro zatverdzhennia Poriadku stvorennia ta administruvannia informatsiinoi systemy upravlinnia vidkhodamy. *Postanova KMU vid 5 hrudnia 2023 r. № 1279*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-2023-%D0%BF#Text>
36. EkoSystema. Natsionalna onlain-platforma, yaka mistyt aktualnu informatsiiu pro stan dovkillia. <https://eco.gov.ua/>
37. Postanova KMU «Pro Yedynu ekolohichnu platformu «EkoSystema» vid 11 zhovtnia 2021 r. № 1065. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1065-2021-%D0%BF#Text>.
38. Na Cherkashchyni zapustyli interaktyvnu mapu z mistsiamy dlia utylizatsii smittia. 22.05.2024. [https://hromada.gov.ua/post/na-cerkashhini-zapustili-interaktyvnu-mapu-z-miscyami-dlya-utilizaciyi-smittia?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR2q2Y6T3bqwVsaEf82uBLPhEfffdl3AgFxywpv1DKlHNKPHaiDosHZ\\_xpI4\\_aem\\_AWu4HLptmGs\\_S-9jCjLnIOBlpLPMsN3MBfJYbAoFDne78sR5J\\_1R9nr3Rtc0eIq7FqiW\\_AZiLAgrD5Vp4rLIIVL](https://hromada.gov.ua/post/na-cerkashhini-zapustili-interaktyvnu-mapu-z-miscyami-dlya-utilizaciyi-smittia?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR2q2Y6T3bqwVsaEf82uBLPhEfffdl3AgFxywpv1DKlHNKPHaiDosHZ_xpI4_aem_AWu4HLptmGs_S-9jCjLnIOBlpLPMsN3MBfJYbAoFDne78sR5J_1R9nr3Rtc0eIq7FqiW_AZiLAgrD5Vp4rLIIVL)
39. Misto nul vidkhodiv. <https://city.zerowaste.org.ua/#citymap>
40. Ecola. <https://www.ecolaglobal.com/>
41. Stantsiia sortuvannia smittia No Waste Recycling Station. <https://nowaste.com.ua>.
42. EcoCity. <https://eco-city.org.ua/>
43. EcoCity. Oleksii Salmin. <https://apps.apple.com/ua/app/ecocity/id6473950551?l=uk>
44. UADamage. <https://www.uadamage.com/>
45. Tsyfrova transformatsiia Kharkivshchyny: dopomoha liudiam ta vidnovlennia rehionu. 30.10.2024. <https://hromada.gov.ua/post/cifrova-transformaciya-kharkivshhini-dopomoga-lyudyam-ta-vidnovlennya-regionu>
46. Telegram Messenger LLP. (2023). Stvorennia avtors-koho kanalu «Eko-Shtab». URL: <https://t.me/Hv3VAYma9YQ5YzYx>

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., заступник кафедри автоматичних систем безпеки та електротехніки О.М. Землянський, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, Україна.

**Автор** ЛОБОЙЧЕНКО Валентина Михайлівна, доктор технічних наук, професор. Професор кафедри цивільної безпеки. Луцький національний технічний університет, E-mail: [vloboichm@gmail.com](mailto:vloboichm@gmail.com) ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5188-6479>

**Автор:** КОЛОШКО Ювіта Вікторівна викладач кафедри охорони праці та екологічної безпеки. Національний університет цивільного захисту України E-mail: [yuvita.75@ukr.net](mailto:yuvita.75@ukr.net) ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6806-6538>

**Автор:** ГРУЗДОВА Валерія Олександрівна членкиня-еколог Всеукраїнська наукова Ліга E-mail: [mega\\_valeriya1401@ukr.net](mailto:mega_valeriya1401@ukr.net) ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4995-1009>

**Автор:** ХМИРОВА Анастасія Олегівна кандидат наук з державного управління Національний університет цивільного захисту України E-mail – [khmyrova.anast@gmail.com](mailto:khmyrova.anast@gmail.com) ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0680-7505>

**Автор:** ШЕВЧЕНКО Ольга Станіславівна кандидат технічних наук, докторант Національний університет цивільного захисту України E-mail – [shevchenkoolga2008@gmail.com](mailto:shevchenkoolga2008@gmail.com) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2106-5009>

**Автор:** ШЕВЧЕНКО Роман Іванович доктор технічних наук, професор, начальник кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій Національний університет цивільного захисту України E-mail – [shevchenko605@i.ua](mailto:shevchenko605@i.ua) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9634-6943>

## APPLICATION OF MESSENGERS FOR CONSTRUCTING THE ARCHITECTURE OF A SYSTEM FOR COLLECTING CONSTRUCTION WASTE RESULTING FROM HOSTILITIES

V. Loboichenko<sup>1</sup>, Yu. Koloshko<sup>2</sup>, V. Gruzdova<sup>3</sup>, A. Khmirova<sup>2</sup>, O. Shevchenko<sup>2</sup>, R. Shevchenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Civil Defense of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup>All-Ukrainian Environmental League, Kharkiv, Ukraine

The work notes the negative consequences of Russia's military aggression for the population, economy, infrastructure and natural ecosystems of Ukraine. In addition, a large-scale problem of waste management resulting from hostilities, related to the amount of this waste and its various effects on people and the environment, is highlighted.

Further analysis of informational and literary sources demonstrated the necessity of mandatory inclusion of construction waste generated as a result of hostilities in the system of secondary processing and further reconstruction of our state. The growing role of digitization in modern society and the necessity of using

technologies based on artificial intelligence, the Internet of Things, blockchain and big data analytics, virtual and augmented reality in the field of waste management as necessary elements for ensuring a digital circular economy are noted. The available separate digital tools for regulation of this sphere in Ukraine need further development.

Further, in the work, an algorithm for the functioning of the construction waste collection system, which was formed as a result of hostilities, was developed. the architecture of the information system for the collection of these wastes is proposed, and its implementation is verified on individual examples.

The proposed architecture is based on the use of well-known messengers in mobile devices, which ensures massiveness and convenience of informing. It is envisaged to create a digital information space in which the destruction waste collection system includes users, a means of communication, a communication path, an interactive array of data, an automated router providing information, and the indirect participation of the owner of this system. Features of the interaction of the elements of this space are outlined. Individual examples of implementation of the proposed architecture include the development of a chatbot, an author's information channel, and an online training course. It was noted that these components are aimed at the introduction of a closed-cycle economy in the country and will contribute to its achievement of the goals of sustainable development.

**Keywords:** construction waste, chatbot, destruction, waste management system, ecological architecture, combat operations.