

УДК 504:69

**Ihor Satin**<sup>1,2</sup>, PhD, Kyiv National University of Construction and Architecture, Acting Deputy Director, Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy, State Enterprise  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2028-9791> *e-mail*: [satin@nikti.org.ua](mailto:satin@nikti.org.ua)

**Olena Kolyk**<sup>3,4</sup>, Head of the Ukraine Support Team (UST), co-founder of the NGO «ReThink»  
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3776-8632> *e-mail*: [hi@rethink.com.ua](mailto:hi@rethink.com.ua)

**Olena Panchenko**<sup>2</sup>, Head of the Strategic Research at the Housing and Utilities Laboratory, Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy, State Enterprise  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3680-7036> *e-mail*: [panchenko@nikti.org.ua](mailto:panchenko@nikti.org.ua)

<sup>1</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy, State Enterprise, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Ukraine Support Team (UST), Kyiv, Ukraine

<sup>4</sup>NGO «ReThink», Kyiv, Ukraine

## ESTIMATION OF DEBRIS WASTE GENERATION

**Abstract.** *As of the beginning of 2022, Ukraine had approximately 8 million residential buildings with a total residential area of 892.1 million square meters. The number of apartments in residential buildings and non-residential structures in Ukraine totaled 15.5 million units. Due to hostilities and regular shelling, the number of damaged and destroyed residential buildings is increasing daily. As of January 2024, over 250,000 buildings have been damaged or destroyed, including 222,000 private homes, over 27,000 multi-apartment buildings, and 526 dormitories. The direct damage from the destruction of these objects is estimated at 58.9 billion USD. The regions with the most destroyed residential buildings include Donetsk, Kyiv, Luhansk, Kharkiv, Chernihiv, and Kherson. The generation of a large amount of debris waste requires planning for the demolition of destroyed buildings, dismantling of rubble, transportation to temporary waste storage sites, and the planning and selection of equipment for processing debris waste. Currently, Ukraine lacks an official methodology for estimating the volume of debris waste. To provide scientifically grounded methodological recommendations for estimating the amount of debris waste, the experience of various countries that have experienced technological disasters or natural disasters was studied, including Japan, Canada, and countries in the Middle East. The experience of managing debris waste in the communities of Chernihiv, Kyiv, and Mykolaiv regions was also examined. As a result of reviewing international experience, it was determined that the most appropriate approach is to use specific waste generation indicators per unit area – the waste generation rate. It is accepted that the area used to determine the volume of debris waste should be within the boundaries of the destruction or demolition (section, floor, or part of the building). A calculation of the waste generation rate was conducted based on the consumption of primary materials for typical series of multi-apartment residential buildings, monolithic-frame multi-apartment residential buildings, and residential buildings in cottage developments, including buildings of preschool and general secondary education institutions and hospitals.*

*The resulting waste generation rates can be used to estimate the calculated amount of waste generated due to the damage or destruction of residential buildings, buildings of general secondary and preschool education institutions, and healthcare facilities as a result of hostilities, terrorist acts, sabotage, or work to eliminate their consequences. The waste generation rates do not apply to engineering structures, transportation infrastructure, or non-residential buildings.*

**Key words:** debris waste, residential buildings, structures, preschool institutions, general secondary education institutions, hospitals, waste generation volumes.

**I.B. Сатін<sup>1,2</sup>, О.Т. Колтик<sup>3,4</sup>, О.С. Панченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Державне підприємство «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Ukraine Support Team (UST), м. Київ, Україна

<sup>4</sup>ГО «ReThink», м. Київ, Україна

## **ОЦІНКА ОБСЯГІВ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ ВІД РУЙНУВАНЬ**

**Анотація.** В Україні станом на початок 2022 року налічувалось приблизно 8 млн житлових будинків із загальною площею житлових приміщень 892,1 млн кв. м. Кількість квартир у житлових будинках та нежитлових будівлях в Україні становить 15,5 млн одиниць. Внаслідок бойових дій та регулярних обстрілів щодня збільшується кількість пошкоджених та зруйнованих житлових будинків: станом на січень 2024 року таких понад 250 тисяч будівель, з них – 222 тисячі приватних будинків, понад 27 тисяч – багатоквартирних та 526 гуртожитків. Прямі збитки від руйнувань цих об'єктів оцінюються у 58,9 млрд дол. США. Серед регіонів, де зафіксовано найбільше зруйнованих житлових будівель – Донецька, Київська, Луганська, Харківська, Чернігівська та Херсонська області.

Утворення великої кількості відходів від руйнувань потребує планування робіт з демонтажу зруйнованих будинків, розбирання завалів, планування перевезення до місць тимчасового зберігання відходів, планування та підбір обладнання для відновлення відходів від руйнування. Наразі в Україні не існує офіційної методології оцінки обсягів утворення відходів від руйнування. Для надання науково обґрунтованих методичних рекомендацій з оцінки кількості утворення відходів від руйнування вивчено досвід різних держав, які зазнали техногенних катастроф або стихійних лих: Японія, Канада, країни Близького Сходу. Вивчено досвід управління відходами від руйнування в громадах Чернігівської, Київської та Миколаївської областей.

У результаті огляду міжнародного досвіду визначено, що найбільш доцільним є використання питомих показників утворення відходів від руйнувань на одиницю площі – норма утворення відходів. Прийнято, що площа, яка застосовується для визначення обсягів утворення відходів від руйнувань, має бути визначена в межах руйнувань або демонтажу (секція, поверх, частина будинку). Проведено розрахунок норми утворення відходів від руйнувань за витратами основних матеріалів для житлових багатоквартирних будинків типових серій, для житлових багатоквартирних монолітно-каркасних будинків та для житлових будинків садибної забудови, включаючи будинки закладів дошкільної та загальної середньої освіти, лікарні.

Отримані норми утворення відходів від руйнувань можуть застосовуватись для визначення розрахункової кількості відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) житлових будівель, будівель закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я внаслідок бойових

*дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків. Норми утворення відходів від руйнувань не визначаються і відповідно не поширюються на інженерні споруди та об'єкти транспортної інфраструктури, нежитлові будинки.*

**Ключові слова:** *відходи від руйнування, житлові будинки, споруди, заклади дошкільної освіти, заклади загальної середньої освіти, лікарні, обсяги утворення відходів.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2025.2.34-50>

## Вступ

В Україні станом на початок 2022 року налічувалось приблизно 8 млн житлових будинків із загальною площею житлових приміщень 892,1 млн кв. м.

Починаючи з 24 лютого 2022 року, через бойові дії зазнають руйнувань та пошкоджень по всій території України житлові та громадські будинки, споруди та інші будівельні об'єкти. Найбільших руйнувань та пошкоджень зазнали житлові та громадські будинки у Донецькій, Харківській, Луганській та Київській областях, а протягом 2022 року значні пошкодження та руйнування отримали будинки у Миколаївській області. За оцінками Світового банку (звіт RDNA3), станом на грудень 2023 року зазначається, що серед всіх пошкоджених житлових одиниць понад одну чверть (547,01 тис. житлових одиниць) повністю зруйновано, інші дві чверті є частково пошкодженими, серед яких: 882,528 тис. житлових одиниць мають незначні пошкодження (до 10%), і 679,382 тис. житлових одиниць мають середні ушкодження (ушкодження 10–40%). Також пошкоджено 230,315 тис. індивідуальних житлових будинків та 67,206 тис. кімнат у гуртожитках.

За оцінками Світового банку, загальна шкода житловому фонду складає 55,9 млрд доларів США. Найбільшої шкоди було завдано багатоквартирним будинкам. Квартири в багатоквартирних будинках продовжують становити найбільшу частку як пошкоджених одиниць, так і витрат на пошкодження, обидва – 86%.

В Україні з метою організації та виконання комплексу робіт з ліквідації наслідків руйнувань під час воєнного стану та у відбудовний період управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд, об'єктів незавершеного будівництва, об'єктів благоустрою внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків здійснюється згідно з «Порядком 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», затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073 (далі – Порядок № 1073).

Проте, Порядок № 1073 не містить алгоритму визначення попереднього обсягу відходів від руйнувань, що ускладнює планувальні рішення щодо поводження з цим видом відходів, а також значно навантажує органи місцевого самоврядування у разі настання руйнувань.

Оцінка обсягів утворених відходів від руйнувань здійснюється переважно візуально або за об'ємами кузову вантажних автомобілів. Таким чином, існує потреба у розробленні методичних рекомендацій для попередньої оцінки обсягів утворення відходів від руйнувань з використанням накопиченого вітчизняного та світового досвіду.

**Постановка завдання.** В Україні дії щодо робіт з ліквідації наслідків руйнування та пошкодження будівель та споруд під час воєнного стану та у відбудовний період регулюються Порядком № 1073.

Пунктом 7 Порядку № 1073 визначено, що облік відходів від руйнувань здійснюється на місці їх утворення або на місцях тимчасового зберігання чи інших об'єктах поводження з відходами за встановленою формою, крім того, передбачається створення місць тимчасового зберігання відходів від руйнувань.

Розробка методологічних принципів оцінки обсягів утворення відходів від руйнування дозволить швидко планувати обсяги робіт зі збирання, перевезення та оброблення відходів. Органи місцевого самоврядування зможуть контролювати витрати на проведення робіт з управління відходами від руйнування. Злагоджена організація робіт з управління відходами від руйнувань дозволить підвищити безпеку постраждалих громад, зменшити витрати на збір та перевезення відходів та підібрати технологічне обладнання для оброблення складових відходів від руйнувань.

Методичні рекомендації щодо оцінки визначення обсягів утворення відходів, що утворились внаслідок пошкодження та руйнування будівель та споруд (далі – Методичні рекомендації) розроблено в рамках проекту UA114 «ReThink: Рекомендації щодо управління відходами руйнувань на прифронтових територіях» за підтримки проекту Агентства США з міжнародного розвитку USAID «Зміцнення громадської довіри (UCBI)».

Автори висловлюють подяку пані Наталії Козловській, заступниці Міністра розвитку громад та територій України, за співпрацю у підготовці цих Методичних рекомендацій та допомогу у організації проведення опитування громад.

Автори щиро дякують керівникам і фахівцям громад Київської, Чернігівської, Харківської, Миколаївської областей, ПРООН Україна, представникам будівельної галузі, проектних компаній та архітектурних бюро, які надавали авторам рекомендацій технічну та статистичну інформацію, необхідну для розробки методичних підходів щодо оцінки обсягів утворення відходів від руйнувань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для аналізу міжнародного досвіду щодо попередньої оцінки обсягів утворення відходів від руйнувань було проведено літературний огляд за напрямками управління відходами будівництва та знесення, як найближчого виду відходів, а також відходів, які утворюються внаслідок стихійних лих (землетруси), або руйнувань від вибухів чи збройних конфліктів.

Метод розрахунку коефіцієнта генерації (GRC – «generation rate calculation») є поширеним підходом, який використовується для оцінки кількості відходів будівництва та знесення (далі – ВБЗ) [2–4]. Цей метод може бути реалізований під час будівництва, реконструкції, а також демонтажу як на регіональному рівні, так і на рівні проекту. Принцип цієї методології полягає в отриманні рівня утворення відходів для певної одиниці діяльності (наприклад, кг/кв. м і куб. м/кв. м). У цьому принципі було введено кілька методів з використанням альтернативних параметрів у попередніх дослідженнях, таких як множник на душу населення, екстраполяція фінансової вартості та розрахунок на основі площі.

Кількість утворених відходів розраховують за допомогою індексу утворення відходів, такого як коефіцієнт утворення відходів, отриманий за допомогою статистичного аналізу на основі загальної площі підлоги (GFA – gross floor area) [2–4].

Дослідники здійснили спробу вдосконалення існуючих інструментів кількісного визначення ВБЗ при будівництві нових житлових будинків в Іспанії [5]. Для оцінки приблизного утворення ВБЗ авторами пропонується загальна формула:

$$V_{\text{ВБЗ}} = i_x \times S_3,$$

де:  $V_{\text{ВБЗ}}$  – очікуваний об'єм утворення відходів будівництва та знесення, куб. м/кв. м;

$i_x$  – індикаторне значення ( $\text{м}^3_{\text{відходів}}/\text{м}^2_{\text{зп}}$ );

$S_3$  – загальна забудована площа ( $\text{м}^2_{\text{зп}}$ ).

З об'єму утворення ВБЗ, який отримано під час аналізу будівельних проєктів та їхньої загальної «збудованої» площі, можна отримати середній показник ( $i_x$ ) для нових будівельних конструкцій з характеристиками, подібними до тих, що вивчалися в цьому дослідженні.

Таким чином, можна завчасно оцінити кількість утворення ВБЗ під час будівельних робіт шляхом введення у рівняння відповідного значення трьох досліджуваних показників (індикаторних).

Автори дослідження [5] довели, що існує прямий зв'язок між утвореними ВБЗ та забудованою поверхнею через запропоновану загальну формулу. Вводячи до формули відповідне значення показника ( $i_x$ ), можна – для новобудови з характеристиками, подібними до розглянутих – завчасно оцінити об'єм: загальний ВБЗ, утворений під час усіх будівельних робіт; видів ВБЗ, що утворюються під час усіх будівельних робіт; загальну кількість ВБЗ, утворених на різних етапах будівництва.

Mañà I Reixach та ін. (2000) розробили метод, використаний Інститутом будівництва Каталонії (Іспанія), для оцінки обсягів ВБЗ, утворених на площу поверхні – без урахування ґрунту – для нових будівельних проєктів і проєктів знесення, та показали утворення ВБЗ –  $0,125 \text{ м}^3/\text{м}^2$  площі забудови [6].

Cochran та ін. (2007) використали обсяги утворених та відомий склад ВБЗ у регіоні Флориди, щоб отримати метод оцінки утворення ВБЗ як у житлових, так і в нежитлових будівлях. Пропонований склад відходів (за масою): 56% бетону, 13% дерева, 11% гіпсокартону, 8% різного типу відходів, 7% асфальтових покривельних матеріалів, 3% металу, 1% картону та 1% пластику [7].

Solís-Guzmán та ін. (2010) представили математичну модель кількісного визначення та управління ВБЗ в Іспанії на основі статистичних даних проведених будівельних робіт. Модель визначає загальну кількість відходів за категоріями та за проєктом, оцінюючи обсяг у трьох різних категоріях: знесення, втрати матеріалу під час будівництва та пакування. Вихід ВБЗ – нове будівництво –  $0,3076 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ; знесення:  $1,2676 \text{ м}^3/\text{м}^2$  [8].

У дослідженні Kofowoleola та Gheewala (2009), проведеному в Таїланді, обсяги ВБЗ були оцінені на основі інформації, отриманої з виданих дозволів на будівництво, і показали утворення відходів  $21,38$  та  $18,99 \text{ кг}/\text{м}^2$  під час будівництва для житлового та нежитлового секторів відповідно [9].

Дослідження, що проведене Llatas (2011), аналізує обсяги ВБЗ, що утворюються в кількох житлових будинках, за трьома фракціями відходів: ґрунт, відходи упаковки та залишки будівельних матеріалів, а рівень утворення ВБЗ (без ґрунту) за результатами дослідження становив  $0,1388 \text{ м}^3/\text{м}^2$  [10].

У «Правилах будівництва та демонтажу поводження з відходами – 2016», розроблених для всіх зацікавлених сторін, залучених до утворення, збирання, зберігання, транспортування та поводження з будівельними та демонтажними відходами в Індії, для попередньої оцінки ВБЗ використовується підхід з урахуванням норми утворення відходів на площу будівлі [11].

Внаслідок вибуху у порту м. Бейрут, який стався 4 серпня 2020 р., було зруйновано велику кількість житлових та комерційних будинків міста в радіусі до п'яти кілометрів від епіцентру вибуху [12]. Оцінку кількості ВБЗ проводили експерти ПРООН, які застосували метод об'ємного визначення обсягів утворення ВБЗ. Так, обсяги ВБЗ для зруйнованих житлових будинків оцінювались експертами ПРООН у середньому як 25–35% від об'єму будівлі [12].

У Канаді розроблено національну стандартну методологію для моделювання потенційних фізичних, економічних і соціальних наслідків від землетрусів, ураганів і повеней Hazus Canada. Hazus розроблено Національним інститутом будівельних наук США (NIBS) у партнерстві з Федеральним агентством з управління надзвичайними ситуаціями (FEMA) [13]. Методологія розрахунку обсягів утворення відходів від руйнувань внаслідок землетрусу, як зазначають автори досліджень, використовує емпіричний підхід для оцінки двох різних типів відходів від руйнувань: уламки будівельних конструкцій (вони потребують спеціальної обробки, щоб розбити їх на дрібніші частини, перш ніж їх транспортувати), та другий тип – уламки, що переміщуються бульдозерами та іншими механізмами: цегла, дерево, скло, будівельний вміст та інші матеріали. За цією методологією визначається очікувана частка певного типу відходу з відповідної площі будівлі. Методика передбачає заздалегідь визначену одиницю виміру – «вага відходів на 1000 квадратних футів». Вага відходів визначається для різних типів будинків та враховує конструктивні та неконструктивні елементи.

В Японії, яка потерпає від регулярних стихійних лих, також застосовується методика оцінки обсягів утворення відходів від стихійних лих (мова йде про відходи від руйнування під час стихійних лих). Формула попереднього розрахунку об'ємів відходів від лих наступна [14]:

$$\text{Утворений об'єм} = \text{Сумарна площа пошкоджених приміщень (м}^2\text{)}(A) * \text{Одиниця виходу (B),}$$

де (A) – кількість пошкоджених будівель, помножена на середню площу приміщень у даному регіоні;

(B) – одиниця виходу відходів для різних типів будівель.

Методика враховує тип будинку, основні конструктивні елементи, наявність пожежі під час руйнування та дає змогу оцінити обсяги утворення відходів від стихійних лих в цілому та по основних компонентах – бетон, цегла, пластик, скло, гіпсокартон та інше.

Таким чином, методики, які застосовуються у світі для визначення обсягів будівельних відходів після демонтажу будівлі або її руйнації, як правило,

використовують питомі показники утворення окремих матеріалів або відходів на одиницю площі зруйнованої будівлі. У більшості випадків джерелом даних для формування питомих показників є статистична інформація про обсяги перевезення відходів. Фіксуючи площу будівель, які зазнали руйнувань та відповідно до яких здійснено демонтажні роботи, можна отримати питомі показники утворення відходів.

Водночас слід зазначити, що питомі показники, які отримані в інших країнах світу, не можуть бути застосовані в Україні з ряду причин: знаходження в різних кліматичних зонах, що впливає на параметри огорожувальних та несучих конструкцій; різні методи будівництва та різні будівельні матеріали.

### **Методологія дослідження**

Методологія дослідження включала п'ять етапів:

1. Визначення основних типів будівель в Україні.
2. Опис техніко-економічних параметрів проаналізованих проєктів.
3. Визначення основних видів матеріалів будівель.
4. Розрахунок відходів, що утворюються в досліджуваних будівельних проєктах.
5. Розробка моделі для прогнозування кількості відходів для різних видів відходів.

### **Оцінка обсягів утворення відходів від руйнувань**

В Україні облік відходів від руйнувань наразі здійснюється за фактично вивезеними обсягами і отримати якісну статистичну інформацію про кількість утворених відходів не завжди можливо.

Як правило, обсяги фактично вивезених відходів від руйнування менші за реальні показники. До зменшення обсягів відходів від руйнувань, які обліковують територіальні громади в Україні, приводять наступні чинники: а) тривалий період між руйнуванням та проведенням демонтажних робіт (від кількох місяців до років), під час якого деякі матеріали були вилучені місцевими жителями або військовими для власних потреб; б) частина зруйнованих будівель зазнавала пожеж, а в деяких випадках відходи від руйнувань обліковувались у формі 1-ТПВ як будівельні відходи; в) демонтажні роботи проводились до частини будівлі (досить часто демонтажні роботи в садибній забудові не застосовувались для фундаментів). Про це свідчать інтерв'ю з керівниками територіальних громад Київської, Чернігівської, Харківської, Миколаївської областей [16]. Слід зазначити також, що не всі зруйновані будівлі демонтовані через низку юридичних або організаційних питань.

Таким чином, для розрахунку питомих показників в Україні доцільно використовувати дані проєктів будівництва. При цьому дані, які отримані шляхом фактичного вивезення відходів від руйнувань, можна застосувати для порівняння.

Використовуючи досвід різних країн для оцінки обсягів утворення відходів від руйнувань, необхідно визначити питомі показники на одиницю площі – норму утворення відходів. При цьому, основними показниками визначення розрахункової кількості відходів від руйнувань є об'єм (куб. м) та/або маса (т).

Норму утворення визначаємо для житлових будинків садибної забудови та багатоквартирних будинків, будівель закладів загальної середньої освіти, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я.

Порядок 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, затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 1073 від 27 вересня 2022 р., визначає, що відходи від руйнувань складаються з двох компонентів – основних та супутніх компонентів [15]. До основних компонентів відносяться частини (уламки, бой) будівельних конструкцій, заповнень дверних та віконних блоків, інженерних мереж, санітарно-технічних приладів тощо. До супутніх компонентів відносяться матеріали, предмети, які були всередині або поряд з будівлею у момент пошкодження (руйнування) або під час виконання робіт з його демонтажу, зокрема устаткування, особисті речі, предмети вжитку (меблі, побутова техніка), органічні речовини тощо.

Таким чином, норма утворення відходів від руйнувань також розраховується за основними та супутніми компонентами.

Враховуючи особливості будівництва в Україні у різні періоди, будинки можна класифікувати за наступними типами:

- 1) житлові будинки садибної забудови (одно-, дво-, триповерхові, з мансардою, в тому числі блоковані);
- 2) багатоквартирні будинки: крупнопанельні, крупноблочні та цегляні;
- 3) багатоквартирні будинки: монолітно-каркасні будинки, в тому числі монолітні, монолітно-збірні.

Додатково враховуються проєктні показники будинків, закладів дошкільної та загальної середньої освіти, лікарень.

Витрати основних матеріалів для зведення будівель зазначаються у технічно-економічних показниках, відомостях основних робіт та кошторисах проєктів. Витрати основних матеріалів для зведення будинків садибної забудови зазначаються в типових проєктах періоду 1959–1989 років. Витрати основних матеріалів для зведення багатоквартирних будинків зазначаються в СН-445 «Норми витрати матеріалів і виробів» (в період дії з 1978 по 1991 рік) та типових проєктах періоду 1958–1991 років. Витрати основних матеріалів для зведення житлових монолітно-каркасних будинків наведено з проєктно-кошторисної документації.

Обсяги основних матеріалів для зведення будинків після руйнувань дорівнюють обсягу відходів від руйнувань за основними компонентами – частини (уламки, бій) будівельних конструкцій, заповнення дверних та віконних блоків, інженерних мереж, санітарно-технічних приладів тощо.

Приведені на одиницю площі (питомі показники) обсяги основних матеріалів для зведення будинків будуть дорівнювати загальній нормі утворення відходів від руйнувань або нормі утворення за основними компонентами.

Для розрахунків питомих показників використовуємо наступні площі будівель: площа забудови будинку та загальна площа будинку.

Площа забудови використовується для розрахунку питомих показників садибної забудови, а також для визначення питомих показників азбестовмісних покрівельних матеріалів у багатоквартирних та інших будинках. Загальна площа будинку використовується для розрахунку питомих показників багатоквартирних будинків.

Визначається також і загальна площа руйнування – це частина загальної площі або загальна площа будинку, яка підлягає демонтажу.

Відповідно, площа дорівнює відповідній нормі утворення відходів від руйнувань. Застосування площі в розрахунках має бути в межах руйнування. Тобто, якщо зруйнована частина будівлі, секція або поверх, то відповідно норма утворення відходів від руйнації розраховується в межах площі, яка зазнала руйнувань.

Площу забудови та загальну площу будинку рекомендується отримувати із проектною документацією (за наявності), документації технічної інвентаризації, а також за допомогою засобів дистанційного фотографічного знімання в масштабі 1:2000, 1:5000 (для садибної забудови).

У випадках, коли дізнатись загальну площу будинку неможливо, можна припустити, що загальна площа будинку буде дорівнювати результату множення площі забудови на кількість поверхів (включаючи підвал, горище та технічний поверх).

Норми утворення відходів від руйнувань можуть бути розраховані та застосовані для визначення розрахункової кількості відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) житлових будівель, будівель закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків. Норми утворення відходів від руйнувань не визначаються і відповідно не поширюються на інженерні споруди та об'єкти транспортної інфраструктури, нежитлові будинки через складність будови таких об'єктів та нетиповість.

Таким чином, розрахунок загальної маси утворення відходів від руйнувань за основними компонентами (сума всіх мас за окремими компонентами) в житлових будинках садибної забудови проводиться за формулою:

$$M_i = F_i * a_i, \quad (1)$$

де:  $M_i$  – загальна маса утворення відходів від руйнувань за основними компонентами на  $i$ -му об'єкті садибної забудови, т;

$F_i$  – площа забудови на  $i$ -му об'єкті, кв. м;

$a_i$  – загальна норма утворення відходів від руйнувань за основними компонентами на  $i$ -му об'єкті, т/кв. м.

Відповідно, масу утворення основних компонентів відходів від руйнувань в житлових будинках садибної забудови визначають за формулою:

$$m_i = F_i * b_i, \quad (2)$$

де:  $m_i$  – маса утворення основного компонента відходів від руйнувань на  $i$ -му об'єкті садибної забудови, т;

$F_i$  – площа забудови на  $i$ -му об'єкті, кв. м;

$b_i$  – норма утворення за основними компонентами відходів від руйнувань на  $i$ -му об'єкті, т/кв. м.

Визначення кількості відходів від руйнувань за основними компонентами (сума всіх мас за окремими компонентами) в багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я проводять за формулою:

$$M_i = S_i * a_i, \quad (3)$$

де:  $M_i$  – загальна маса утворення відходів від руйнувань за основними компонентами на  $i$ -му об'єкті у багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я, т;

$S_i$  – загальна площа руйнування  $i$ -го об'єкта, кв. м;

$a_i$  – загальна норма утворення відходів від руйнувань за основними компонентами на  $i$ -му об'єкті, т/кв. м.

Масу утворення основних компонентів відходів від руйнувань в багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я визначають за формулою:

$$m_i = S_i * b_i, \quad (4)$$

де:  $m_i$  – маса утворення основного компонента відходів від руйнувань на  $i$ -му об'єкті у багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я, т;

$S_i$  – загальна площа руйнування  $i$ -го об'єкта, кв. м;

$b_i$  – норма утворення за основними компонентами відходів від руйнувань на  $i$ -му об'єкті, т/кв. м.

Розрахунок загального об'єму утворення відходів від руйнувань за основними компонентами в багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я проводять за формулою:

$$V_i = M_i / \rho, \quad (5)$$

де:  $M_i$  – загальна маса утворення відходів від руйнувань за основними компонентами  $i$ -го об'єкта у багатоквартирних будинках, будівлях закладів шкільної, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я, т;

$\rho$  – середня щільність відходів від руйнувань за основними компонентами, т/куб. м; за відсутності фактичних даних рекомендовано в розрахунках прийняти середню щільність рівною 1,5 т/куб. м.

Розрахунок загального об'єму утворення відходів від руйнувань за основними компонентами в житлових будинках садибної забудови проводять аналогічно за формулою 5.

Сума мас утворення основних компонентів відходів за формулами 2 та 4 має дорівнювати загальним масам утворення відходів від руйнувань, визначеним за формулами 1 та 3 відповідно.

Оскільки переважна більшість садибної забудови має покрівлю даху з азбестовмісних матеріалів, то норма такого основного компоненту визначена окремо.

Масу утворення азбестовмісних відходів від руйнувань у житлових будинках садибної забудови, багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я визначають за формулою:

$$m_{аз} = F_i * b_i, \quad (6)$$

де:  $m_{аз}$  – маса утворення азбестовмісних відходів від руйнувань на і-му об'єкті садибної забудови, т;

$F_i$  – площа забудови на і-му об'єкті, кв. м;

$b_i$  – норма утворення азбестовмісних відходів від руйнувань на і-му об'єкті, т/кв. м.

Наступним етапом є визначення обсягів утворення відходів від руйнувань за супутніми компонентами – це матеріали, предмети, які були всередині або поряд з об'єктом у момент пошкодження (руйнування) або виконання робіт з його демонтажу, зокрема устаткування, особисті речі, предмети вжитку (меблі, побутові техніка), органічні речовини, побутові відходи тощо.

Кількість та склад відходів за супутніми компонентами визначається для окремих житлових будівель або для декількох житлових будівель одного типу (наприклад, садибна або багатоквартирна забудова). Для цього розраховуємо норму утворення відходів від руйнувань для супутніх компонентів.

Відповідно до таблиці 6.2 ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» унормовуються квазіпостійні значення навантажень на плити перекриттів, сходи і підлоги на ґрунтах. До квазіпостійних навантажень в житлових будинках відносять вагу меблів, устаткування, особистих речей, предметів вжитку (меблі, побутові техніка), органічних речовин, побутових відходів, та інше, що не є частиною будівельних конструкцій. Тобто, квазіпостійне навантаження на одиницю площі відповідає масі відходів за супутніми компонентами. Квазіпостійне навантаження в 1 кгс/кв. м дорівнює приблизно масі в 1 кг/кв. м.

Для орієнтовного встановлення розподілу супутніх компонентів застосуємо проектне моделювання для середньостатистичної квартири.

Кількість відходів від руйнувань за супутніми компонентами також розраховуємо на одиницю площі. Для житлових будинків садибної забудови та житлових багатоквартирних будинків слід застосовувати загальну площу будинку (кв. м).

Загальну масу утворення відходів від руйнування за супутніми компонентами в житлових будинках садибної забудови та багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я визначають за формулою:

$$M_i = S_i * c_i, \quad (7)$$

де:  $M_i$  – загальна маса утворення відходів від руйнувань на і-му об'єкті, т;

$S_i$  – загальна площа руйнування і-го об'єкта, кв. м;

$c_i$  – загальна норма утворення відходів від руйнувань на і-му об'єкті, т/кв. м.

Масу утворення за окремими супутніми компонентами відходів від руйнувань в житлових будинках садибної забудови та багатоквартирних будинках, будівлях закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я визначають за формулою:

$$m_i = S_i * d_i, \quad (8)$$

де:  $m_i$  – маса утворення за супутніми компонентами відходів від руйнувань на і-му об'єкті, т;

$S_i$  – загальна площа руйнування і-го об'єкта, кв. м;

$d_i$  – норма утворення за супутніми компонентами відходів від руйнувань на і-му об'єкті, т/кв. м.

Розрахунок об'єму утворення відходів від руйнувань за супутніми компонентами для житлових будинків садибної забудови та багатоквартирних будинків, будівель закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я визначають за формулою:

$$V_i = M_i / \rho, \quad (9)$$

де:  $M_i$  – загальна маса утворення відходів від руйнувань за супутніми компонентами  $i$ -го об'єкта житлових будинків, т;  
 $\rho$  – середня щільність відходів від руйнувань за супутніми компонентами, т/куб. м; за відсутності фактичних даних рекомендовано в розрахунках прийняти 0,3 т/куб. м.

При наявності наслідків пожежі на площі, для якої визначають обсяги утворення відходів від руйнувань, не враховують маси горючих компонентів. Для супутніх компонентів це – деревина, електричне та електронне обладнання.

Порівняємо норми утворення відходів від руйнувань, які отримані в нашому дослідженні за проектними показниками, з питомими показниками утворення будівельних відходів або відходів лиха, які отримані іншими методами або розрахунками. Результати порівняння зведені у табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння норм утворення відходів від руйнувань житлових будинків з питомими показниками, отриманими іншими методами

Тип будинку	Загальна норма утворення відходів від руйнувань, т/кв. м	Примітки
1	2	3
Дані, які отримані за проектними показниками		
Будинки садибної забудови із цегли	2,126	За проектними показниками
Будинки крупнопанельні 9-поверхові	2,196	За проектними показниками
Будинки крупноблочні 9-поверхові	2,543	За проектними показниками
Будинки цегляні 5-поверхові	2,499	За проектними показниками
Будинок монолітно-каркасний 9-поверховий	1,524	За проектними показниками
Максимальне значення норми	3,444	За проектними показниками
Мінімальне значення норми	1,524	За проектними показниками
Середнє значення норми	2,415	За проектними показниками

Продовження таблиці 1

1	2	3
Дані, які отримані іншими методами		
Будинки садибної забудови за фактичними даними ПРООН для Київської області	1,628	Даний питомий показник найбільш достовірний через методологію обліку даних про обсяги відходів (див. табл. 2). Але показник може бути занижений через відбір матеріалів до демонтажу та пожежі
За методом оцінки ПРООН у Бейруті, Ліван (багатоквартирні будинки)	1,575	За оцінкою ПРООН, 35% будівельного об'єму становлять будівельні відходи (відходи від руйнувань)
Маса конструкцій і матеріалів за типовими проектами багатоквартирних будинків, приведених на загальну площу	2,614	Проектний достовірний показник

Таблиця 2. Фактичні обсяги відходів від руйнувань житлових будинків садибної забудови, які утворились у населених пунктах Київської області (дані ПРООН)

№	Населений пункт	Тип будинку	Площа забудови, що зазнала руйнування	Обсяги вивезених відходів від руйнувань	
			(кв. м)	(куб. м)	(т)
1	Мощун, Горенка	Садибний будинок	10 528,48	11 424	17 136

Вважатимемо, що питомі показники, що визначені іншими методами, мають знаходитись в інтервалі між мінімальним та максимальним значенням норми утворення відходів від руйнувань за проектними показниками. У даному випадку цей інтервал становить від 1,524 до 3,444 т/кв. м. Середнє арифметичне значення норми утворення відходів від руйнувань за проектними показниками складає 2,415 т/кв. м.

Так, середня маса конструкцій і матеріалів за типовими проектами багатоквартирних будинків, приведених на загальну площу, 2,614 т/кв. м близька до середньої арифметичної норми утворення відходів від руйнувань за проектними показниками. Фактичні показники обліку за даними ПРООН Україна для Київської області також знаходяться в межах інтервалу від 1,524 до 3,444 т/кв. м, що означає статистичну релевантність отриманих норм утворення відходів від руйнувань за проектними показниками.

Водночас, середнє арифметичне значення норми утворення відходів від руйнувань за проектними показниками доцільно використовувати у випадках, коли тип та матеріал будівлі невідомий або змішаний, наприклад застосування цегли та крупних блоків в будівельних конструкціях, зміна функціонального призначення будівлі. У таких випадках доцільно використовувати норму утворення відходів від руйнувань за проектними показниками на рівні 2,415 т/кв. м.

## Висновки і перспективи подальших досліджень

1. У результаті дослідження прийнято, що площа, яка застосовується для визначення обсягів утворення відходів від руйнувань, має бути визначена в межах руйнувань або демонтажу – секція, поверх, частина будинку.
2. Основними показниками визначення розрахункової кількості відходів від руйнувань є об'єм (куб. м) та/або маса (т). Методологія розрахунку передбачає визначення обсягів утворення відходів від руйнувань за основними та супутніми компонентами.
3. Проведено розрахунки норм утворення відходів від руйнувань за витратами основних матеріалів для житлових багатоквартирних будинків типових серій, для житлових багатоквартирних монолітно-каркасних будинків та для житлових будинків садибної забудови, включаючи будинки закладів дошкільної та загальної середньої освіти, лікарні.
4. Отримані норми утворення відходів від руйнувань можуть застосовуватись для визначення розрахункової кількості відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) житлових будівель, будівель закладів загальної середньої, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків. Норми утворення відходів від руйнувань не визначаються і відповідно не поширюються на інженерні споруди та об'єкти транспортної інфраструктури, нежитлові будинки.
5. Порівняння норм утворення відходів від руйнувань, які отримані в нашому дослідженні за проектними показниками, з питомими показниками утворення будівельних відходів або відходів лиха, які отримані іншими методами або розрахунками, показало статистичну релевантність отриманих результатів. Середнє арифметичне значення норми утворення відходів від руйнувань за проектними показниками складає 2,415 т/кв. м.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1) World Bank. Ukraine – Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3) : February 2022 – December 2023 (English). Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099021324115085807/P1801741bea12c012189ca16d95d8c2556a>
- 2) Cha, G.-W., Moon, H. J., Kim, Y.-M., Hong, W.-H., Hwang, J.-H., Park, W.-J., & Kim, Y.-C. (2020). Development of a Prediction Model for Demolition Waste Generation Using a Random Forest Algorithm Based on Small DataSets. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 6997. <https://doi.org/10.3390/ijerph17196997>
- 3) Cheng, J. C. P., & Ma, L. Y. H. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*, 33(6), 1539–1551. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.001>

- 4) Soberón, G., Márquez, S., García, G., Soberón, G., Rea, A., & Higuera, C. (2016). A Comparative Study of Indoor Pavements Waste Generation During Construction through Simulation Tool. *International Journal of Sustainable Energy Development*, 5(1). <https://doi.org/10.20533/ijsted.2046.3707.2016.0032>
- 5) Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., & Porrás-Amores, C. (2011). Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 30(2), 137–146. <https://doi.org/10.1177/0734242x11423955>
- 6) Mañà I Reixach F, Sagrera I Cuscó A and González I Barroso JM (2000) Base de datos BEDEC. Available at: <http://www.itec.es/nouBedec.e/bedec.aspx> (accessed 25 April 2011).
- 7) Cochran KM and Townsend TG (2010) Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach. *Waste Management* 30: 2247–2254.
- 8) Solís-Guzmán J, Marrero M, Montes-Delgado MV, and Ramírez-de-Arellano A (2009) A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management* 29: 2542–2548.
- 9) Kofowole OF and Gheewala SH (2009) Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management* 29: 731–738.
- 10) Llatas C Bizcocho N and Huete R (2010) Methodological proposal for obtaining an achievement index waste in rehabilitation works in Andalusia. In: Llatas C, Bizcocho N and Huete R. *Proceedings of the Sustainable Building International Conference 2010, Madrid*.
- 11) Toolkit on construction & demolition waste management rules-2016, 1 Ed on June, 2019, <https://npcindia.gov.in/NPC/Files/delhiOFC/EM/Toolkit-on-construction-and-Demolition-waste-management.pdf>
- 12) Demolition waste assessment outside the port of Beirut. UNDP. URL: <https://www.undp.org/lebanon/publications/demolition-waste-assessment-outside-port-beirut>
- 13) Hazus-MH 2.1 Canada, user and technical manual : Earthquake module.[by] M. ulmi ... [et al.]: M183-2/7474E-PDF - government of Canada publications - Canada.ca. (б. д.). Publications du gouvernement du Canada | Government of Canada Publications. <https://publications.gc.ca/site/eng/9.819558/publication.html>
- 14) Ministry of the Environment Government of Japan. Method for estimating the amount of disaster waste generated (Tokyo 100-8975, Japan : Disaster Waste Management Information, 2014). 64 p. URL: [http://kouikishori.env.go.jp/guidance/download/pdf/046\\_g114-2.pdf](http://kouikishori.env.go.jp/guidance/download/pdf/046_g114-2.pdf) (date of access: 28.11.2024).
- 15) Порядок 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», затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 р. № 1073.
- 16) Сатін І., Панченко О., Фляшовський В. Методичні рекомендації щодо оцінки обсягів відходів від руйнувань / ред. О. Колтик. Київ : ГО "РЕСІНК", 2024. 68 с. (Препринт). URL: [https://decentralization.ua/uploads/library/file/940/Методичні\\_рекомендації\\_відходи\\_від\\_руйнувань\\_ReThink\\_UST.pdf](https://decentralization.ua/uploads/library/file/940/Методичні_рекомендації_відходи_від_руйнувань_ReThink_UST.pdf) (дата звернення: 28.11.2024).
- 17) Токарчук, Д. М. Особливості утворення і поводження з відходами під час воєнних дій: досвід України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2022. № 2 (60). С. 109–122. DOI: 10.37128/2411-4413-2022-2-8.
- 18) Сафранов, Т. А.; Приходько, В. Ю.; Михайленко, В. І. Особливості управління та поводження з відходами від руйнувань в регіонах України. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2024, 33: 88-98.
- 19) Шестопалова, Олександра, and Ганна Виговська. "Війна та її екологічні наслідки: аналіз проблеми утворювання відходів руйнування". *Матеріали конференції МЦНД* 03.03.2023; Луцьк, Україна (2023): 96-100.

Стаття надійшла до редакції 17.12.2024 і прийнята до друку після рецензування 07.03.2025

## REFERENCES

- 1) World Bank. Ukraine – Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3): February 2022 – December 2023. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099021324115085807/P1801741bea12c012189ca16d95d8c2556a>
- 2) Cha, G.-W., Moon, H. J., Kim, Y.-M., Hong, W.-H., Hwang, J.-H., Park, W.-J., & Kim, Y.-C. (2020). Development of a Prediction Model for Demolition Waste Generation Using a Random Forest Algorithm Based on Small DataSets. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 6997. <https://doi.org/10.3390/ijerph17196997>
- 3) Cheng, J. C. P., & Ma, L. Y. H. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*, 33(6), 1539–1551. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.001>
- 4) Soberón, G., Márquez, S., García, G., Soberón, G., Rea, A., & Higuera, C. (2016). A Comparative Study of Indoor Pavements Waste Generation During Construction through Simulation Tool. *International Journal of Sustainable Energy Development*, 5(1). <https://doi.org/10.20533/ijsted.2046.3707.2016.0032>
- 5) Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., & Porrás-Amores, C. (2011). Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 30(2), 137–146. <https://doi.org/10.1177/0734242x11423955>
- 6) Mañà I Reixach F, Sagraera I Cuscó A and González I Barroso JM (2000). Base de datos BEDEC. <http://www.itec.es/nouBedec.e/bedec.aspx>
- 7) Cochran K.M. & Townsend T.G. (2010). Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach. *Waste Management* 30: 2247–2254.
- 8) Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M.V., & Ramírez-de-Arellano, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management* 29: 2542–2548.
- 9) Kofowoleola, O.F., & Gheewala, S.H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management* 29: 731–738.
- 10) Llatas, C., Bizcocho, N., & Huete, R. (2010). Methodological proposal for obtaining an achievement index waste in rehabilitation works in Andalusia. In: Llatas C., Bizcocho N. and Huete R. Proceedings of the Sustainable Building International Conference 2010, Madrid.
- 11) Toolkit on construction & demolition waste management rules-2016, 1 Edn on June, 2019, <https://npcindia.gov.in/NPC/Files/delhiOFC/EM/Toolkit-on-construction-and-Demolition-waste-management.pdf>
- 12) Demolition waste assessment outside the port of Beirut. UNDP. URL: <https://www.undp.org/lebanon/publications/demolition-waste-assessment-outside-port-beirut>
- 13) Hazus-MH 2.1 Canada, user and technical manual : Earthquake module.[by] M. ulmi ... [et al.]: M183-2/7474E-PDF - government of Canada publications - Canada.ca. (б. д.). Publications du gouvernement du Canada | Government of Canada Publications. <https://publications.gc.ca/site/eng/9.819558/publication.html>
- 14) Ministry of the Environment Government of Japan. (2014). Method for estimating the amount of disaster waste generated (Tokyo 100-8975, Japan : Disaster Waste Management Information). [http://kouikishori.env.go.jp/guidance/download/pdf/046\\_gi14-2.pdf](http://kouikishori.env.go.jp/guidance/download/pdf/046_gi14-2.pdf) (date of access: 28.11.2024).
- 15) Procedure for waste management generated due to the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, terrorist acts, sabotage, or elimination works, approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution No. 1073, September 27, 2022 [in Ukrainian].

- 16) Satin, I., Panchenko, O., & Fliashovskyi, V. (2024). Methodological recommendations for assessing the volume of destruction waste. (O. Koltyk, Ed.). Kyiv: NGO "Rethink". [https://decentralization.ua/uploads/library/file/940/Методичні\\_рекомендації\\_відходи\\_від\\_руйнувань\\_ReThink\\_UST.pdf](https://decentralization.ua/uploads/library/file/940/Методичні_рекомендації_відходи_від_руйнувань_ReThink_UST.pdf) (date accessed: 28.11.2024) [in Ukrainian].
- 17) Tokarchuk, D. M. (2022). Features of formation and management of waste during hostilities: the experience of Ukraine. *Economics, Finance, Management: Current Issues of Science and Practice*, 2 (60), 109–122 [in Ukrainian]. DOI: 10.37128/2411-4413-2022-2-8.
- 18) Safranov, T. A.; Prikhodko, V. Yu.; & Mykhailenko, V. I. (2024). Features of management and handling of destruction waste in the regions of Ukraine. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 33, 88–98 [in Ukrainian].
- 19) Shestopalova, O., & Vyhovska H. (2023). War and Its Environmental Consequences: An Analysis of Destruction Waste Formation Issues. In *Materials of the International Scientific Conference, March 3, 2023; Lutsk, Ukraine* (pp. 96–100) [in Ukrainian].

*The article was received 17.12.2024 and was accepted after revision 07.03.2025*

**Сатін Ігор Валентинович**

канд. техн. наук, Київський національний університет будівництва і архітектури, т.в.о. заступника директора Державного підприємства «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»

**Адреса робоча:** пр. Повітряних Сил, 31, м. Київ, Україна, 03037

вул. Митрополита В. Липківського, 35, м. Київ, Україна, 03035

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2028-9791> **e-mail:** satin@nikti.org.ua

**Колтик Олена Тарасівна**

голова Ukraine Support Team (UST), співзасновниця ГО «ReThink»

**Адреса робоча:** вулиця Князів Острозьких, 2, Київ, Україна, 01010

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3776-8632> **e-mail:** hi@rethink.com.ua

**Панченко Олена Сергіївна**

завідувач лабораторії стратегічних досліджень у ЖКГ Державного підприємства «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»

**Адреса робоча:** вул. Митрополита В. Липківського, 35, м. Київ, Україна, 03035

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3680-7036> **e-mail:** panchenko@nikti.org.ua